

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Propuesta de restauración en zonas de compensación y acompañamiento técnico en la producción de palma de aceite sostenible para la empresa Crecer Zomac, Barranca de Upía, Meta

Carol Julieth Pérez Fernández

Trabajo de Grado para Optar al Título de Ingeniera Forestal

Directora

Sandra Milena Díaz López

MSc. Manejo, uso y conservación del bosque

Codirector

Jonathan Manuel Agudelo Monroy

Ing. Agrónomo

Universidad Industrial de Santander

Instituto de Proyección Regional y Educación a Distancia IPRED

Programa de Ingeniería Forestal

Bucaramanga, Santander

2025

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Dedicatoria

Dedico este trabajo de grado a Dios primeramente por haberme dado la fortaleza y la sabiduría para alcanzar este logro.

A mí misma, por la dedicación y el esfuerzo que he puesto en la planificación y ejecución de mi carrera universitaria.

A mi directora de grado, por su paciencia, su dedicación y su empatía, que han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

A mis hermanos, por su cariño y motivación, y por haber compartido conmigo los altibajos de esta experiencia.

A mi madrina, por su guía y consejo, y por haber creído en mí desde el principio.

A mis profesores, por su enseñanza y orientación, y por haberme ayudado a crecer como profesional.

Y especialmente a mi madre, por su amor incondicional y su apoyo constante, por estar siempre allí para mí en los momentos buenos y malos. Gracias a todos por haber hecho posible este logro, que es no solo mío, sino también de aquellos que han estado a mi lado en cada paso del camino.

Carol Julieth Pérez Fernández

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Agradecimientos

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que han estado conmigo durante este proceso.

A mi familia, por su amor y apoyo incondicional.

A mi madre, por ser mi pilar y mi fuente de inspiración. A mis hermanos, por su cariño y motivación.

A mi madrina, por su guía y consejos para con las experiencias de mi vida.

A mis profesores, por su enseñanza y orientación, y por haberme ayudado a crecer como profesional.

A mi directora de grado, por su paciencia y dedicación.

Y a la empresa Crecer Zomac, por haberme dado la oportunidad de realizar mis prácticas y aplicar mis conocimientos en un entorno real. Su apoyo y confianza en mí han sido fundamentales para el éxito de este proyecto.

Gracias a todos por haber sido parte de este proceso y por haber contribuido a mi crecimiento personal y profesional.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Tabla de Contenido

	Pág.
Introducción	15
1. Objetivos	17
1.1 Objetivo General	17
1.2 Objetivos Específicos.....	17
2. Marco Referencial.....	18
2.1 Marco Teórico.....	18
2.1.1 Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO)	18
2.1.2 Producción de palma de aceite y su impacto ambiental.	19
2.1.3 Estrategias de compensación ambiental en la producción agroindustrial.....	20
2.2 Marco legal	23
2.2.1 Normativa Internacional.	23
2.2.2 Normativa Nacional.	24
2.2.3 Instrumentos de Compensación Ambiental.	25
3. Metodología	25
3.1 Área de estudio	26
3.2 Fases de trabajo.....	27
3.2.1 Fase 1. Diagnóstico ecológico y socio ambiental del área de compensación.....	27
3.2.2 Fase 2. Implementación de prácticas sostenibles en la producción de palma de aceite.	31
3.2.3 Fase 3. Propuesta bajo diseño de estrategia para restauración ecológica.	31
4 Resultados	32
4.1 Bases para un proceso de restauración.....	32

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

4.2	Diagnóstico del estado actual del área de compensación.	34
4.2.1	Composición de latizales, brinzales y fustales.....	35
4.2.2	Aprovechamiento forestal.....	35
4.2.3	Análisis de la distribución diamétrica de los individuos.	36
4.2.4	Indicador de la dinámica sucesional a partir de la gráfica (J invertida).....	36
4.2.5	Capacidad de recuperación y afectaciones ecológicas.....	37
4.5	Propuesta de restauración.	39
4.5.1	Enriquecimiento de claros.....	41
4.4	Acompañamiento técnico y logístico en las plantaciones de palma de aceite.....	45
4.4.1	Encuestas.....	45
4.4.2	Entrevistas.....	50
4.5	Capacitación en prácticas sostenibles para la certificación ambiental.....	56
4.4.1	Capacitaciones	56
4.5.2	Producción y rendimiento operativo.....	59
5	Discusión.....	62
6	Conclusiones	64
7	Recomendaciones	65
	Referencias bibliográficas.....	67
	Apéndices.....	70

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Lista de Tablas

	Pág.
Tabla 1. Preguntas aplicadas en encuesta al personal del área de producción de la empresa	29
Tabla 2. Preguntas aplicadas en la entrevista dirigida a trabajadores y administrativos.	30
Tabla 3. Especies registradas en el inventario forestal.	33
Tabla 4. Número de individuos hallados en los 2 transectos de 10m x 10m para 1 ha.	34
Tabla 5. Número de individuos y especies registrados en las categorías de brinzales y latizales.	36
Tabla 6. Diagnóstico de afectaciones ecológicas y capacidad de recuperación en el área de compensación.....	39
Tabla 7. Especies nativas priorizadas para restauración ecológica.....	41
Tabla 8. Presupuesto estimado para enriquecimiento con especies nativas.	44
Tabla 9. Capacitaciones requeridas en empresas de palma de aceite para certificaciones RSPO y afines.	57
Tabla 10. Uso de fertilizantes y agroquímicos en la siembra y producción de palma de aceite...	60
Tabla 11. Rendimiento operativo estimado por trabajador para las actividades operativas principales en la empresa.	60

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Lista de Figuras

	Pág.
Figura 1. Ubicación del área de restauración y plantaciones de palma de aceite.	26
Figura 2. Distribución diamétrica de individuos en el área de restauración	37
Figura 3. Cálculo/ Área útil	42
Figura 4. Diseño de triangulo + 1 en centro como modelo para enriquecimiento.....	43
Figura 5. Pregunta 1, prácticas de manejo	46
Figura 6. Pregunta 2, cambios en la biodiversidad	46
Figura 7. Pregunta 3, manejo de impactos sobre suelo y agua	47
Figura 8. Pregunta 4, capacitaciones en sostenibilidad.....	47
Figura 9. Pregunta 5, restauración y conservación	48
Figura 10. Pregunta 6, control de fertilizantes y agroquímicos.	48
Figura 11. Pregunta 7, correlación entre restauración y rendimiento productivo.....	49
Figura 12. Pregunta 8, producción y conservación.....	49
Figura 13. Pregunta 1, beneficios en prácticas de restauración	52
Figura 14. Pregunta 2, cambios en fauna y flora	52
Figura 15. Pregunta 3, retos entre producción y conservación	53
Figura 16. Pregunta 4, acciones de sostenibilidad	53
Figura 17. Pregunta 5, relación entre compensación y productividad.....	54
Figura 18. Pregunta 6, mejora con base en prácticas de manejo.	54
Figura 19. Pregunta 7, especies priorizadas en restauración	55
Figura 20. Pregunta 8, participación en actividades de sostenibilidad y conservación.	55

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Figura 21. Charlas capacitadas en estrategias para la disminución de gases de efecto invernadero	
.....	58
Figura 22. Capacitación en uso de fertilizante urea y nitrato de amonio.....	58
Figura 23. Supervisión de labores en campo (recolección de fruto).....	61

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Lista de Apéndices

	pág.
Apéndice A. Área de restauración.	70
Apéndice B. Supervisión en labores de campo.....	70
Apéndice C. Aplicación de entrevistas en campo.....	70
Apéndice D. Revisión de documentos normativos y lineamientos internos de la empresa con base en sostenibilidad ambiental.....	71
Apéndice E. Muestra de inventario forestal.....	71

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Glosario

Agroindustria: sector económico que transforma productos agrícolas en bienes de consumo o industriales (González-Cárdenas, 2016).

Área de compensación: zona delimitada para aplicar estrategias de restauración o conservación ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

Capacitación ambiental: proceso educativo sobre normativas y prácticas sostenibles en contextos productivos (Ministerio de ambiente y desarrollo sostenible, 2021).

Certificación ambiental: proceso por el cual se reconoce que una actividad cumple con estándares ambientales (RSPO, 2020).

Cercas vivas: barreras vegetales con especies nativas para delimitar áreas y brindar servicios ecológicos (Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural, 2023).

Compensación ambiental: acción que busca equilibrar los impactos ambientales negativos de una actividad económica (Fundación Natura, 2024).

Diagnóstico ecológico y socioambiental: evaluación que combina aspectos ecológicos y sociales de un área para tomar decisiones de manejo, (Pérez,& García, 2023).

Especies nativas: aquellas propias de un territorio, fundamentales para conservar el equilibrio ecológico (FAO, 2015).

Huella hídrica: medición del volumen de agua consumida en un proceso o producto (U.S. Department of Agriculture, 2021).

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Indicadores ecológicos: herramientas para evaluar la salud ambiental, como la biodiversidad o el estado del suelo.

Jerarquía de mitigación: estrategia en cuatro pasos: prevenir, minimizar, restaurar y compensar impactos ambientales.

Monitoreo y seguimiento: observación periódica de variables ambientales para ajustar estrategias de restauración (Fundación Natura, 2024).

Plan de manejo ambiental: documento técnico que contiene las medidas necesarias para minimizar impactos ambientales (Decreto 1076 de 2015).

Producción sostenible de palma de aceite: sistema de cultivo que busca minimizar impactos ambientales y sociales (Banco de Alimentos, 2023).

Producción sostenible: Se refiere a la creación de bienes o servicios minimizando impactos ambientales, sociales y económicos negativos. Implica el uso responsable de los recursos, la reducción de residuos y la consideración del equilibrio ecológico a largo plazo, garantizando que las necesidades de las generaciones presentes y futuras, sean cubiertas. (AGROCOV, 2023)

Restauración ecológica: proceso que busca recuperar la estructura, composición y funcionalidad de los ecosistemas degradados (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021).

RSPO (Roundtable on Sustainable Palm Oil): organización que certifica la sostenibilidad en la producción de palma de aceite (RSPO, 2022).

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Servicios ecosistémicos: los servicios ecosistémicos son aquellos beneficios que un ecosistema aporta a la sociedad y que mejoran la salud, la economía y la calidad de vida de las personas (Centro de investigación en ecología y aplicaciones forestales CREAM, 2021).

Sostenibilidad ambiental: la sostenibilidad ambiental es un concepto clave en la lucha contra el cambio climático y la protección de los recursos naturales del planeta. Su objetivo principal es garantizar que las generaciones presentes y futuras puedan satisfacer sus necesidades sin agotar los ecosistemas ni comprometer la biodiversidad (Fundacion wise, 2024)

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Resumen

Título: Propuesta de restauración en zonas de compensación y acompañamiento técnico en la producción de palma de aceite sostenible para la empresa Crecer Zomac, Barranca de Upía, Meta*

Autor: Carol Julieth Pérez Fernández**

Palabras Clave: Agroindustria, Sostenibilidad ambiental, Restauración ecológica, Servicios ecosistémicos.

Descripción:

En convenio con la Universidad Industrial de Santander y la empresa Crecer Zomac, se desarrolló la práctica empresarial como trabajo de grado en Ingeniería Forestal, cuyo propósito fue establecer una línea base para el proceso de restauración ecológica en áreas de compensación y acompañamiento sostenible en la producción de palma de aceite de la empresa, localizada en Barranca de Upía, Meta. La iniciativa surge como respuesta a los impactos socio ambientales asociados al mal manejo agrícola para los cultivos extensivos de palma de aceite, actividad que representa más del 30% de la producción nacional y constituye uno de los principales motores económicos del departamento. El proyecto busca articular prácticas de producción sostenible con estrategias de restauración que favorezcan la biodiversidad y los servicios ecosistémicos. La propuesta se estructuró en tres fases: diagnóstico ecológico y socio ambiental, implementación de prácticas sostenibles en la producción de palma, y diseño de estrategias de restauración. Las actividades incluyeron la caracterización biofísica del área, la aplicación de entrevistas y encuestas a actores clave, el monitoreo de indicadores de sostenibilidad, y el acompañamiento técnico en campo. Asimismo, se promovió la capacitación en normativas como la Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO) y la evaluación del uso de recursos naturales, en particular agua y agroquímicos. Con ello, se busca aportar a la consolidación de un modelo productivo responsable que contribuya a la conservación y recuperación de ecosistemas estratégicos en el departamento del Meta.

*Trabajo de Grado.

** Instituto de proyección regional a distancia IPRED. Programa Ingeniería Forestal. Director Sandra Milena Díaz López MSc. Manejo, uso y conservación del bosque.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Abstract

Title: Proposal for restoration in compensation areas and technical support in sustainable palm oil production for the company grow Zomac, Barranca de Upía, Meta*

Author(s): Carol Julieth Pérez Fernández**

Key Words: Agribusiness, environmental sustainability, ecological restoration, Ecosystem Services.

Description:

In collaboration with the Industrial University of Santander and the company Crecer Zomac, a professional internship was developed as a graduation project in Forest Engineering, aimed at establishing a baseline for the ecological restoration process in compensation areas and providing sustainable support for palm oil production. The initiative responded to the socio-environmental impacts associated with extensive palm oil cultivation, an activity that accounts for more than 30% of Colombia's national production and represents one of the main economic drivers in the department of Meta. The project sought to integrate sustainable production practices with restoration strategies to improve biodiversity and ecosystem services. The proposal was structured in three phases: ecological and socio-environmental diagnosis, implementation of sustainable practices in palm production, and the design of restoration strategies. Activities included the biophysical characterization of the area, surveys and interviews with key stakeholders, monitoring of sustainability indicators, and technical field support. Additionally, training was provided on standards such as RSPO, as well as on the evaluation of resource use, particularly water and agrochemicals. The results highlight the importance of strengthening responsible production models that contribute to the conservation and recovery of strategic ecosystems in the Meta region.

*Degree work

** Institute for regional projection at a distance IPRED. Forest Engineering Program. Directora Sandra Milena Díaz López MSc. Manejo, uso y conservación del bosque.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Introducción

La expansión de los cultivos agroindustriales, particularmente de la palma de aceite, ha sido el principal generador de impactos ambientales significativos a nivel global, incluyendo deforestación, pérdida de biodiversidad y degradación del suelo (Ávila-Romero & Albuquerque, 2022). Frente a estas problemáticas, han surgido iniciativas internacionales como la Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO) creada el 8 de abril de 2004, la cual promueve estándares que permiten a las empresas implementar prácticas responsables y sostenibles de producción, conservación y restauración de ecosistemas (RSPO, 2020).

En el caso colombiano, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible estableció el *Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas (PNR)*, reconociendo la necesidad de recuperar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en zonas afectadas por actividades como la agroindustria (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2021). Esta estrategia se complementa con instrumentos normativos como el Decreto 1076 de 2015, que obliga a las empresas a ejecutar acciones de restauración y compensación ambiental (Presidencia de la República de Colombia, 2015).

El departamento del Meta es actualmente el líder en la producción de aceite de palma en Colombia, aportando más del 30% de la producción nacional (Minagricultura, 2023). Dentro de este contexto, la empresa Crecer Zomac ubicada en el municipio de Barranca de Upía, ha sido identificada como un caso representativo para implementar estrategias de restauración ecológica que integren la producción sostenible con la conservación ambiental.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

En este contexto, el proyecto de grado propone una línea base para el diseño e implementación de una estrategia de restauración en las zonas de compensación de CRECER ZOMAC, mediante un enfoque que incluye el diagnóstico ecológico y socio ambiental, el acompañamiento técnico en la producción de palma y el desarrollo de acciones restaurativas adaptadas al contexto local. Este enfoque busca no solo rehabilitar los ecosistemas intervenidos, sino también fortalecer la relación entre la academia y el sector empresarial, en concordancia con las metas de sostenibilidad establecidas a nivel nacional e internacional (Halleux, 2022, Fundación Natura, 2024).

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

1. Objetivos

1.1 Objetivo General

Proponer la línea base para un proceso de restauración ecológica en la empresa de servicios agrícolas CRECER ZOMAC, integrando principios de producción responsable de palma de aceite, mejorando la biodiversidad y los servicios ecosistémicos.

1.2 Objetivos Específicos

Diagnosticar el estado actual del área de compensación propuesta, identificando las principales afectaciones ecológicas y su capacidad de recuperación.

Generar propuesta de línea base para proyecto de restauración.

Realizar acompañamiento técnico y logístico en las plantaciones de palma de aceite en la empresa Crecer Zomac.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

2. Marco Referencial

2.1 Marco Teórico.

2.1.1 Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO)

La RSPO desarrolla un conjunto de criterios ambientales y sociales que las empresas deben cumplir para producir aceite de palma sostenible certificado. Las iniciativas trabajan para mitigar los impactos negativos de la producción de aceite de palma en el medio ambiente, la vida silvestre y las comunidades locales. (RSPO, 2020).

2.1.1.1 Impacto de la RSPO en la industria del aceite de palma. La certificación RSPO ha permitido que las empresas productoras de aceite de palma adopten por prácticas más sostenibles, reduciendo la deforestación y mejorando la gestión ambiental. Además, fomenta la trazabilidad del producto y genera mayor confianza en los consumidores que buscan opciones más responsables en el mercado.

En el caso de Colombia, el aceite de palma es un sector clave de la economía, y muchas empresas han comenzado a implementar los estándares de la RSPO para garantizar que su producción cumpla con criterios de sostenibilidad, especialmente en lo relacionado con la compensación ambiental y la restauración de ecosistemas degradados (RSPO, 2020).

2.1.1.2 Relevancia de la RSPO en la restauración ecológica. Según la RSPO en 2022 el marco de proyectos de compensación ambiental, como el de este estudio, representa una guía fundamental para la implementación de estrategias que contribuyan a mitigar los impactos del cultivo de palma. El cumplimiento de estos estándares permite que las empresas productoras reduzcan su huella ambiental y promuevan la recuperación de ecosistemas afectados, asegurando así un equilibrio entre la producción agroindustrial y la conservación del medio ambiente.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

2.1.2 Producción de palma de aceite y su impacto ambiental.

Ávila-Romero y Albuquerque (2022) analizan los impactos socioambientales del cultivo de palma africana en México y Brasil, destacando sus efectos sobre la biodiversidad y el uso del suelo. La expansión del cultivo de la palma de aceite en las últimas décadas está relacionada con dos factores de alto interés: La amplia posibilidad de utilizar el aceite de palma o palm oil, como es conocido en el mercado internacional, sobre todo en la industria de alimentos y farmacéuticas; y con su utilización para generar energía por medio del agrocombustible. Según el Departamento de Agricultura de Estados Unidos, USDA, por sus siglas en inglés (2021), la producción mundial de aceite de palma pasó de 33 millones de toneladas en 2010 a 66 millones de toneladas en 2020. Simultáneamente al crecimiento de la producción, aumentan también las denuncias referentes a los efectos socioambientales negativos provocados por el sector de la palma alrededor del mundo. A pesar de que el 21% de la producción mundial –equivalente a 2.51 millones de hectáreas y 11.97 millones de toneladas de aceite– está certificado por la Roundtable On Sustainable Palm Oil (RSPO, 2020), organización sin fines de lucro compuesta por varios productores alrededor del mundo, la palma africana es la principal causa de deforestación y violación de derechos de los campesinos e indígenas en Malasia e Indonesia (países responsables de más del 80% de la producción mundial), de acuerdo con el Informe de Desarrollo Humano del Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (2015). Y de su vinculación a grupos paramilitares que hacen uso de la violencia para el despojo de tierras en Honduras, Colombia y Guatemala (ONU, 2015). En ese contexto se busca atender las problemáticas generadas por la siembra masiva de plantaciones de palma africana en Latinoamérica (Ávila-Romero & Albuquerque, 2022).

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

2.1.3 Estrategias de compensación ambiental en la producción agroindustrial.

La producción agroindustrial, en particular el cultivo de palma de aceite, ha generado preocupaciones ambientales debido a su impacto en la deforestación, la pérdida de biodiversidad y la degradación del suelo (USDA, 2021). Para mitigar estos efectos, las estrategias de compensación ambiental se han convertido en un mecanismo clave dentro del marco de sostenibilidad y producción responsable. Según el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia (2021), la restauración ecológica se reconoce como una acción prioritaria para compensar los impactos negativos derivados de proyectos agroindustriales, con el objetivo de recuperar la estructura, composición y función de los ecosistemas afectados.

En Colombia, la producción de palma de aceite se ha consolidado como un sector estratégico de la agroindustria, particularmente en el departamento del Meta, que lidera la producción nacional con más del 30% de la producción total (Federación Nacional de Cultivadores de Palma de Aceite (FEDEPALMA), 2024). Este crecimiento ha generado la necesidad de implementar medidas de compensación ambiental que permitan equilibrar la actividad productiva con la conservación de los ecosistemas. Las estrategias de compensación en este sector han incluido la implementación de zonas de conservación dentro de las plantaciones, la restauración de corredores biológicos y el establecimiento de acuerdos de conservación con comunidades locales. A nivel internacional, las certificaciones como la RSPO han promovido la adopción de estándares más estrictos que garantizan que la producción de palma de aceite no contribuya a la deforestación ni a la degradación ambiental.

En este contexto, el diseño e implementación de estrategias de restauración y rehabilitación por parte de la empresa en zonas determinadas bajo el rubro de áreas de recuperación ambiental, representan una oportunidad para demostrar que la producción agroindustrial puede coexistir con

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

la conservación y recuperación de los ecosistemas, en cumplimiento con las normativas ambientales nacionales e internacionales.

2.1.3.1 Jerarquía de mitigación y compensación ambiental. Las estrategias de compensación ambiental deben seguir la jerarquía de mitigación, la cual establece un orden lógico para minimizar los impactos ambientales de la producción agroindustrial (Min Ambiente, 2022).

Prevención: Implementación de medidas que eviten daños ambientales desde la fase de planificación del proyecto.

Minimización: Reducción de los impactos inevitables mediante la optimización del uso del suelo y la adopción de prácticas sostenibles.

Restauración: Recuperación de ecosistemas degradados a través de la regeneración natural asistida, reforestación con especies nativas y manejo del suelo.

Compensación: Implementación de acciones que equilibren los impactos residuales irreversibles, como la restauración ecológica en áreas prioritarias para la conservación.

La efectividad de estas estrategias depende de su correcta aplicación y del compromiso del sector agroindustrial en la gestión ambiental de sus operaciones.

2.1.3.2 Selección de áreas y metodologías de restauración. Para garantizar que las acciones de compensación sean efectivas, es fundamental seleccionar adecuadamente las áreas a restaurar. Por ejemplo, MinAmbiente (2022) establece criterios clave para esta selección, como la conectividad ecológica, la importancia para la conservación de especies, el grado de degradación y el potencial de recuperación del área. En el contexto de la producción de palma de aceite, estas

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

áreas suelen incluir zonas de amortiguamiento, corredores ecológicos y terrenos en proceso de regeneración natural.

2.1.3.3 Las metodologías de restauración aplicadas pueden clasificarse en dos enfoques principales.

Estas metodologías son:

Restauración activa: Incluye la reforestación con especies nativas, la estabilización del suelo y la rehabilitación de hábitats degradados mediante siembra dirigida.

Restauración pasiva: Se basa en permitir la recuperación natural de los ecosistemas eliminando factores de perturbación como la ganadería extensiva o la erosión inducida por actividades agrícolas.

Estas estrategias no solo favorecen la regeneración de los ecosistemas, sino que también pueden mejorar la resiliencia de los paisajes productivos frente al cambio climático.

2.1.3.4 Monitoreo, seguimiento y participación comunitaria. Un componente esencial en las estrategias de compensación es el establecimiento de sistemas de monitoreo y seguimiento, que permitan evaluar la efectividad de las acciones de restauración a lo largo del tiempo. Esto incluye la aplicación de indicadores ecológicos (como la recuperación de la cobertura vegetal y la biodiversidad) y socioeconómicos (como el impacto en comunidades locales y la generación de beneficios ambientales y económicos) (Fundación Natura, 2024).

Además, se reconoce la importancia de la participación comunitaria en estos procesos; la inclusión de comunidades locales no solo facilita la implementación de las estrategias de compensación, sino que también promueve la apropiación de los proyectos y garantiza su

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

sostenibilidad en el tiempo. Iniciativas como la restauración productiva, en la que se integran sistemas agroforestales con especies nativas y productivas, pueden ser una alternativa viable para equilibrar la producción agroindustrial con la conservación ambiental (Fundación Natura, 2024).

2.2 Marco legal

2.2.1 *Normativa Internacional.*

2.2.1.1 Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible (RSPO). La RSPO es una iniciativa global que establece estándares para la producción sostenible de palma de aceite, incluyendo la restauración de ecosistemas afectados por la expansión agrícola. Las directrices de esta organización incluyen la obligación de conservar áreas de alto valor de conservación y promover la biodiversidad en las plantaciones (RSPO, 2020).

2.2.1.2 Reglamento sobre Productos Libres de Deforestación de la Unión Europea (2022). Esta normativa exige que las importaciones de productos como el aceite de palma provengan de fuentes que no contribuyan a la deforestación ni a la degradación forestal, incentivando a las empresas a implementar medidas de compensación ambiental.

2.2.1.3 Acuerdo de París (2015). El Acuerdo de París establece compromisos internacionales para la mitigación del cambio climático. En este contexto, la restauración ecológica y la reducción de la deforestación asociada a cultivos agroindustriales son estrategias clave para reducir emisiones de gases de efecto invernadero.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

2.2.2 Normativa Nacional.

2.2.2.1 Ley 99 de 1993. Por lo cual se establece los principios generales de la política ambiental en Colombia y determina que las actividades agroindustriales deben cumplir con medidas de prevención, mitigación y compensación de impactos ambientales (Ley 99, 1993).

2.2.2.2 Decreto 1076 de 2015. Reglamenta la gestión ambiental en el país y define las obligaciones de las empresas en relación con la restauración ecológica de áreas degradadas por actividades productivas (Decreto 1076, 2015)

2.2.2.3 Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas (PNR, 2020). El PNR estableció para el 2020 orientar y promover los procesos de restauración ecológica con el objetivo de recuperar la biodiversidad y los servicios ecosistémicos en áreas afectadas por actividades agroindustriales

2.2.2.4 Resolución 256 de 2018 - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. Establece los lineamientos para la restauración ecológica en Colombia y define metodologías para la rehabilitación de ecosistemas degradados.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

2.2.2.5 Política Nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos (PNGIBSE, 2012). Promueve estrategias de conservación y uso sostenible de la biodiversidad, incluyendo medidas de compensación ambiental en sectores agroindustriales como la palma de aceite (PNGIBSE, 2012)

2.2.2.6 Código de recursos naturales y de protección al medio ambiente (Decreto 2811 de 1974). Establece principios sobre la utilización y conservación de los recursos naturales en el territorio colombiano, aplicables a proyectos de restauración ecológica y producción agroindustrial.

2.2.3 Instrumentos de Compensación Ambiental.

3.2.3.1 Jerarquía de mitigación (Min Ambiente, 2022). La jerarquía de mitigación establece un orden lógico para reducir los impactos ambientales de actividades agroindustriales:

- **Prevención:** Evitar daños ambientales desde la planificación del proyecto.
- **Minimización:** Reducir los impactos mediante buenas prácticas agrícolas y restauración ecológica.
- **Restauración:** Recuperar ecosistemas degradados con reforestación y regeneración natural.
- **Compensación:** Implementar acciones en áreas prioritarias para equilibrar impactos residuales.

2.2.3.2 Inversión forzosa del 1% en proyectos con licenciamiento ambiental (Decreto 1076 de 2015). Obliga a las empresas a destinar al menos el 1% de su inversión en proyectos de conservación, restauración o compensación ambiental (Decreto 1076, 2015).

3. Metodología

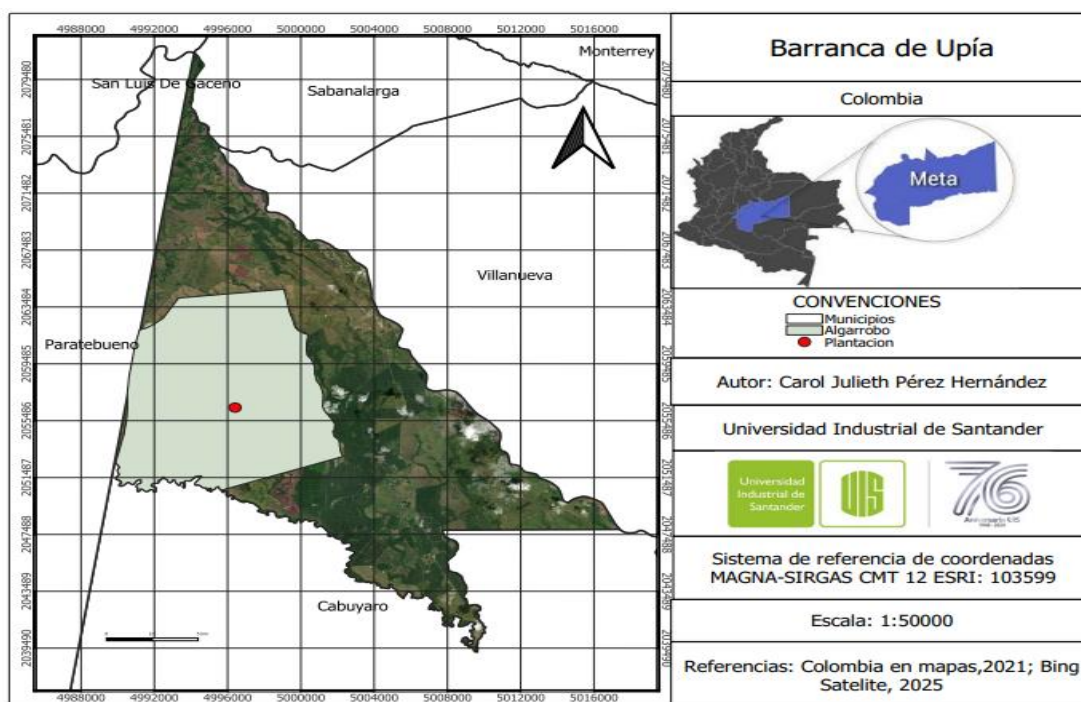
RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICÓ

3.1 Área de estudio

La plantación Bella Cruz del Llano, está ubicada en la vereda El Algarrobo al kilómetro 110 al noreste de Villavicencio con coordenadas 4.5105° N, 73.03240° O, perteneciente al municipio de Barranca de Upía, en el departamento del Meta, Colombia. Se encuentra dentro del Núcleo Alianza del Humea y se dedica a la producción sostenible de palma de aceite. La plantación cumple con un total en siembra de palma de aceite de 1.900 ha, de las cuales a la fecha 1.200 ha están en producción activa y 700 ha en siembra nueva.

Figura 1.

Ubicación del área de restauración y plantaciones de palma de aceite.



Nota. Delimitación del área de compensación para la cual se generó la propuesta de restauración ecológica.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

3.2 Fases de trabajo.

3.2.1 Fase 1. Diagnóstico ecológico y socio ambiental del área de compensación.

3.2.1.1 Revisión documental. Se recopilaron documentos normativos y técnicos relevantes sobre compensación ambiental, restauración ecológica y sostenibilidad en plantaciones de palma de aceite (por ejemplo: RSPO, PNR, MinAmbiente, ICA) y se analizaron estudios previos sobre compensaciones realizados en la empresa, con el fin de contrastar la información y conocer los métodos de ejecución en otras áreas, generando así criterios de viabilidad para el área de restauración establecida.

Asimismo, se revisaron lineamientos internos de la empresa Crecer Zomac en materia de conservación ambiental y producción de palma sostenible con el objetivo de ampliar la información y optimizar su uso en las propuestas de desarrollo planteadas. Toda la información recopilada fue sistematizada para construir un marco de referencia sobre las mejores prácticas en restauración.

3.2.1.2 Caracterización biofísica del área. Se efectuó el levantamiento de información bajo un inventario que se manejó en dos unidades de muestreo de 10 m x 10 m para fustales, fustales mayores y cuatro transectos de 2 m x 2m para latizales, brinzales ubicados en la zona de restauración. Se identificaron las especies presentes, incluyendo aquellas indicadoras del estado de conservación y desarrollo ecológico, esto con el objetivo de plantear una estrategia viable de restauración dentro de 1 ha. Asimismo, se evidenció en campo las afectaciones ecológicas, la capacidad de recuperación y el nivel de perturbación. Para identificar las afectaciones ecológicas, se aplicó una metodología de evaluación visual en campo, mediante recorridos sistemáticos por las áreas de estudio, clasificando el terreno con un porcentaje de baja perturbación, esto debido a las afectaciones leves, asociadas principalmente a la compactación del suelo en zonas transitadas,

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

presencia puntual de residuos sólidos, disminución parcial de la cobertura vegetal en bordes y signos incipientes de erosión superficial. Estas alteraciones, aunque no representan una degradación severa, evidencian la influencia de actividades humanas ocasionales sobre la estructura y dinámica natural del ecosistema.

3.2.1.3 Afectaciones ecológicas. Se evaluó el estado de sucesión ecológica dentro del área, registrando la presencia de especies pioneras y tardías, y comparando sus condiciones actuales con el potencial regenerativo para restauración. Este análisis permitió priorizar acciones de restauración orientadas a recuperar el hábitat natural, mejorar la regeneración y favorecer la estructura del suelo.

3.2.1.4 Análisis de regeneración. Para complementar el diagnóstico del área de estudio, se construyó una distribución diamétrica de los individuos registrados en el inventario forestal, utilizando intervalos de clase de 5 y 10 cm de diámetro a la altura del pecho (DAP) establecido según el Inventario Nacional de Colombia (INF) en 2021. Esta distribución permitió graficar la curva J invertida, un patrón característico de bosques con procesos activos de regeneración, en la cual las clases diamétricas menores presentan un mayor número de individuos en comparación con las clases mayores.

3.2.1.5 Encuestas y entrevistas. Se aplicaron 60 encuestas con preguntas cerradas tipo: Sí, no, tal vez. Y 80 entrevistas semi estructuradas con preguntas abiertas, lo que permitió recopilar la información representativa sobre las dinámicas productivas y ambientales de la empresa en un cuestionario de ocho preguntas tipo opcional (a, b, c) a trabajadores de distintos niveles jerárquicos, abordando los beneficios y desventajas de la siembra masiva de palma de aceite y su influencia en el medio ambiente. Las encuestas indagaron sobre cambios en la

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

biodiversidad y en la productividad del suelo a lo largo del tiempo, mientras que las entrevistas profundizaron en percepciones y experiencias sobre impactos ambientales.

Tabla 1.

Preguntas aplicadas en encuesta al personal del área de producción de la empresa

Pregunta	Enfoque
¿La empresa implementa prácticas de manejo ambiental que promueven la sostenibilidad?	Percepción de sostenibilidad
¿Ha notado cambios positivos en la biodiversidad desde la implementación de medidas de restauración?	Biodiversidad
¿El manejo actual de la plantación minimiza impactos negativos sobre el suelo y el agua?	Recursos naturales
¿Las capacitaciones recibidas han mejorado sus conocimientos en sostenibilidad ambiental?	Formación y capacitación
¿Las zonas de compensación cumplen con su función de restaurar y conservar la biodiversidad?	Restauración
¿La empresa aplica controles adecuados para el uso de fertilizantes y agroquímicos en las labores de producción?	Manejo de agroquímicos
¿Cree usted que la restauración ecológica contribuye al rendimiento productivo de la palma de aceite?	Relación restauración-productividad
¿Existe un equilibrio entre la producción de palma y la conservación ambiental en la empresa?	Producción–conservación

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Tabla 2.

Preguntas aplicadas en la entrevista dirigida a trabajadores y administrativos.

Pregunta	Enfoque
¿Cuáles son los principales beneficios ambientales que ha observado con la implementación de prácticas de restauración?	Beneficios ambientales
¿Qué cambios en la fauna y flora local ha notado desde que se iniciaron las acciones de restauración ecológica?	Biodiversidad
¿Qué retos o dificultades existen para mantener un equilibrio entre producción y conservación ambiental?	Retos
¿Qué acciones considera que la empresa debería reforzar para mejorar la sostenibilidad de la plantación?	Acciones de mejora
¿Cómo percibe la relación entre las zonas de compensación y la productividad de la palma de aceite?	Restauración-productividad
¿Ha observado mejoras en la calidad del suelo o del agua gracias a las prácticas de manejo implementadas?	Recursos naturales
¿Qué especies nativas deberían priorizarse en la restauración para obtener mejores resultados?	Priorización de especies
¿Qué tan involucrado se siente en las actividades de sostenibilidad y conservación que realiza la empresa?	Compromiso del personal

3.2.1.6 Revisión de actividades productivas y su impacto. Se evaluaron registros de producción agrícola cercanos a la zona de intervención los cuales estaban enfocados en la siembra de palma de aceite. De este modo, se supervisaron labores como cosecha, poda y polinización, generando reportes diarios y mensuales que permitieron contrastar la productividad con el rendimiento y las prácticas sostenibles implementadas en la plantación.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

3.2.1.7 Elaboración del informe de diagnóstico. Los datos obtenidos fueron sistematizados en tablas y gráficos, identificando problemas y oportunidades de restauración. El documento técnico resultante fue presentado a la empresa para validación y ajuste.

3.2.2 Fase 2. Implementación de prácticas sostenibles en la producción de palma de aceite.

3.2.2.1 Capacitación en certificaciones ambientales. Se dirigió y presentó material educativo sobre normativas RSPO, principios y criterios de sostenibilidad. Se realizaron 5 talleres dirigidos a trabajadores y administradores, y se aplicaron 60 encuestas de evaluación para medir la apropiación de conocimientos. Las capacitaciones en certificación ambiental como la RSPO, ISCC, BPA se desarrollaron en el marco del conocimiento al área productora de la empresa, en fechas previamente establecidas, como referencia se aplicaron una vez por mes durante cuatro meses.

3.2.2.2 Monitoreo de indicadores de sostenibilidad. Se revisó el uso de fertilizantes y agroquímicos, comparando su aplicación con los estándares RSPO, y se realizaron acompañamientos técnicos en campo para supervisar labores de cosecha, polinización, recolección y manejo de plagas. Con la información recolectada se elaboraron informes mensuales de productividad sobre los cultivos de palma.

3.2.3 Fase 3. Propuesta bajo diseño de estrategia para restauración ecológica.

3.2.3.1 Enriquecimientos de especies nativas. El proceso de restauración ecológica se orientó a la recuperación estructural y funcional de un relicto de bosque intervenido, afectado por un aprovechamiento maderable previo que generó la apertura de claros de distintas dimensiones. En total, se identificaron seis claros distribuidos dentro de la hectárea seleccionada como área de restauración, con diámetros variables y niveles de cobertura diferenciados. Asimismo, se caracterizó cada claro según su tamaño, nivel de perturbación, pendiente, cobertura vegetal

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

remanente y disponibilidad de luz. Estos factores sirvieron para definir la intensidad y densidad del enriquecimiento. Para el enriquecimiento se seleccionaron especies nativas propias del ecosistema local, priorizando aquellas con alto valor ecológico y capacidad de regeneración natural, además de su potencial para contribuir al sombreado, captura de carbono y conectividad estructural del bosque. La elección se basó en criterios de adaptabilidad al sitio, tasa de crecimiento y aporte a la sucesión natural. El diseño establecido para la siembra fue de tipo triangular, con la adición de una plántula central en el interior de cada triángulo, de modo que se optimizara el uso del espacio y se favoreciera la competencia controlada por luz. Este diseño contribuye a lograr una distribución equitativa y una cobertura progresiva del claro, garantizando una rápida ocupación del espacio y la reducción de la colonización por especies invasoras o indeseables. Finalmente, las distancias de plantación variaron de acuerdo con el tamaño del claro y las características de las especies, manteniendo un promedio de $1.5 \text{ m} \times 1.5 \text{ m}$ entre individuos, ajustado según las condiciones microambientales del sitio (mayor distancia en claros amplios o menor en claros reducidos).

4 Resultados

4.1 Bases para un proceso de restauración.

De acuerdo con los objetivos planteados en este trabajo, a continuación, se presentan los resultados obtenidos en el área de compensación de la empresa Crecer Zomac, derivados del diagnóstico ecológico, el acompañamiento técnico y la propuesta de restauración bajo la estrategia de enriquecimiento con especies nativas.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Se realizaron dos transectos de 10m x 10m donde se adjuntaron datos bajo un orden de inventario forestal para fustales, latizales y brinzales teniendo en cuenta las medidas establecidas para cada categoría. El levantamiento de datos permitió establecer la línea base ecológica sobre la cual se formula la propuesta de restauración. En 100 m² de muestreo se identificaron 85 individuos en un total de 26 especies pertenecientes a 11 familias botánicas, distribuidas en los estratos de fustales mayores, fustales, latizales y brinzales (Tabla 3).

Tabla 3.

Especies registradas en el inventario forestal.

Nombre científico	Nombre común	Familia
<i>Anacardium excelsum</i>	Caracolí	Anacardiaceae
<i>Attalea butyracea</i>	Palma de vino	Arecaceae
<i>Oenocarpus bataua</i>	Seje / Palma milpesos	Arecaceae
<i>Oenocarpus minor</i>	Milpesos	Arecaceae
<i>Handroanthus serratifolius</i>	Corteza amarilla	Bignoniaceae
<i>Croton lechleri</i>	Sangregado	Euphorbiaceae
<i>Anadenanthera peregrina</i>	Yopo	Fabaceae
<i>Hymenaea courbaril</i>	Algarrobo	Fabaceae
<i>Inga edulis</i>	Guamo	Fabaceae
<i>Vismia guianensis</i>	Vismia	Hypericaceae
<i>Nectandra cuspidata</i>	Laurel	Lauraceae
<i>Cariniana pyriformis</i>	Abarco	Lecythidaceae
<i>Bunchosia armenicaca</i>	Ciruelo	Malpighiaceae
<i>Cavanillesia platanifolia</i>	Macondo	Malvaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Malvaceae
<i>Miconia spp.</i>	Miconia	Melastomataceae
<i>Cedrela odorata</i>	Cedro rosado	Meliaceae
<i>Eugenia stipitata</i>	Arazá	Myrtaceae
<i>Morfoespecie 1</i>	-	No determinada
<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Pilón	Phyllanthaceae
<i>Piperaceae 1</i>	NN	Piperaceae
<i>Psychotria spp.</i>	Café de monte	Rubiaceae
<i>Chrysophyllum cainito</i>	Caimito	Sapotaceae
<i>Siparuna guianensis</i>	Guayabillo	Siparunaceae
<i>Cecropia peltata</i>	Yarumo blanco	Urticaceae
<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Uvo	Urticaceae

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Nota: La Tabla 3 presenta las 26 especies registradas en el inventario forestal del área de estudio, los nombres científicos pertenecientes a cada una según la convención taxonómica. Los registros sin identificación se consignan como “Morfoespecie” con familia “No determinada”.

La mayor proporción de individuos se concentró en clases diamétricas pequeñas (0–15 cm), lo cual evidencia un bosque en proceso de sucesión secundaria temprana con buena capacidad de regeneración natural, lo que garantiza una sostenibilidad estructural en el ecosistema. Este patrón se confirma a través del análisis a la tendencia de las clases diamétricas donde se obtiene por resultado la curva J invertida, que refleja una abundancia de brinzales y latizales frente a un número reducido de fustales indicando su viabilidad sucesional.

Tabla 4.

Número de individuos hallados en los 2 transectos de 10x10 para 1 ha.

Parcela	Hábito	Especies	Individuos	AB (m ²)
1	Arbusto	2	3	0,4
1	Árbol	8	13	1,60
2	Arbusto	2	3	0,37
2	Árbol	5	7	1,39

Hábito	Especies	Individuos	AB (m ²)
Arbusto	4	6	0,81
Árbol	13	20	2,99

4.2 Diagnóstico del estado actual del área de compensación.

En cumplimiento del primer objetivo específico, se realizó el diagnóstico del estado actual del área de compensación destinada a la propuesta de restauración. El inventario forestal levantado dentro del área establecida en un tramo de 100 (m²) permitió identificar la caracterización florística del relicto de bosque, así como los procesos de regeneración natural presentes.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

4.2.1 Composición de latizales, brinzales y fustales.

Los resultados muestran que el área presenta baja perturbación antrópica, con una baja evidencia de aprovechamiento maderable y pastoreo intensivo, lo que favorece la continuidad de los procesos sucesionales. Por otra parte, se registraron individuos en diferentes categorías de desarrollo (brinzales, latizales y fustales), lo cual evidencia una estructura con capacidad de regeneración. En total, se contabilizaron 39 individuos pertenecientes a 11 especies en la categoría de brinzales, y 21 individuos correspondientes a siete especies en la categoría de latizales.

4.2.2 Aprovechamiento forestal

Durante el proceso de diagnóstico en el área de 1 ha destinada al proyecto, se registró un aprovechamiento forestal realizado el año pasado, específicamente entre los meses de abril y mayo. Este aprovechamiento correspondió a un total estimado de 15 individuos arbóreos pertenecientes principalmente a especies presentes en el área, entre ellas *Inga edulis*, *Siparuna guianensis*, *Miconia spp.* y *Cordia alliodora*. El volumen de madera extraído, calculado a partir de un promedio de dimensiones comerciales de los individuos aprovechados, se estima en aproximadamente 12 a 15 m³ rollo, unidad convencionalmente empleada en el mercado maderero para la comercialización. Este aprovechamiento, aunque puntual, constituye un antecedente relevante para el análisis de la dinámica de regeneración natural y la planificación de futuras acciones de restauración, ya que permite valorar la viabilidad del área frente a la extracción y la capacidad de recuperación de las especies presentes.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Tabla 5.

Número de individuos y especies registrados en las categorías de brinzales y latizales.

Categoría	No de individuos	No de especies	Observaciones
Brinzal	39	11	Alta regeneración natural proveniente de banco de semillas
Latizal	21	7	Composición dominada por especies pioneras y secundarias tempranas

Nota. La tabla presenta el número total de individuos y especies registrados en las categorías de brinzales (DAP < 2,5 cm) y latizales (2.5–10 cm), con base en el inventario forestal realizado en el área de estudio.

4.2.3 Análisis de la distribución diamétrica de los individuos.

El análisis de distribución diamétrica mostró un patrón en forma de J invertida, característico de bosques con procesos de regeneración activa. La mayor abundancia se concentró en las clases inferiores (0–5 cm y 5–10 cm de DAP), mientras que las clases superiores presentaron menor número de individuos. Este comportamiento confirma la existencia de una dinámica sucesional favorable para la implementación de estrategias de enriquecimiento con especies nativas.

4.2.4 Indicador de la dinámica sucesional a partir de la gráfica (J invertida).

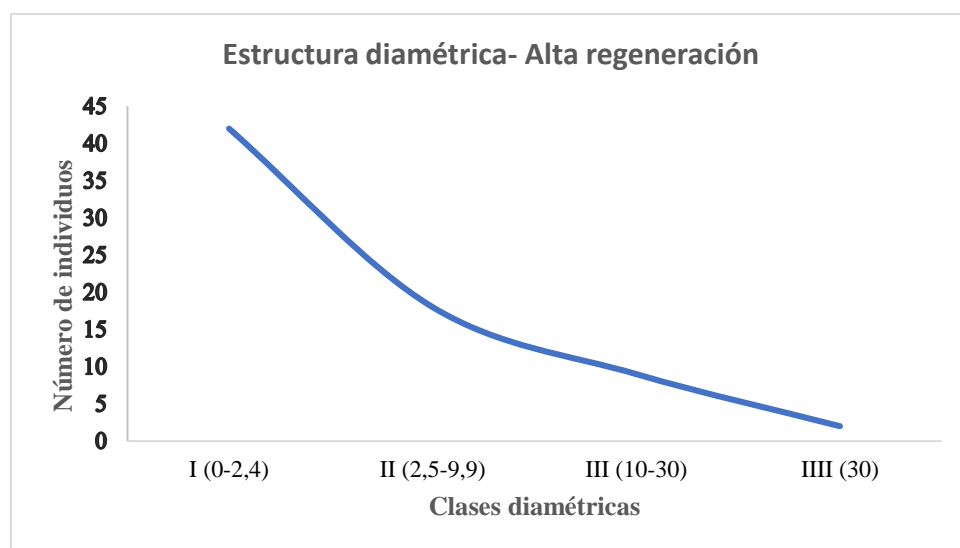
A partir de la clase de 10–15 cm hasta 30–35 cm, el número de individuos fue decreciendo de manera sostenida, con valores entre 1 y 9 individuos por clase. Esta tendencia obtenida en la gráfica confirma que el relicto de bosque mantiene un proceso de recuperación natural en marcha, en el cual los individuos jóvenes predominan sobre los adultos, garantizando así la reposición de

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

los fustales a futuro. La presencia de la curva J invertida es un indicador clave de la dinámica sucesional del ecosistema, puesto que refleja la capacidad del área para sostener un flujo constante de regeneración, condición esencial para su resiliencia y para la viabilidad de la estrategia de enriquecimiento que se propuso, donde se hace énfasis principalmente en una mayor rentabilidad a menor costo por hectárea.

Figura 2.

Distribución diamétrica de individuos en el área de restauración



La figura representa la distribución diamétrica de individuos en clases de 2,5 a 30 cm de DAP, mostrando un patrón en forma de J invertida. La abundancia en las clases iniciales y la reducción progresiva en las superiores evidencian procesos activos de regeneración natural en el relicto de bosque del área de compensación.

4.2.5 Capacidad de recuperación y afectaciones ecológicas.

Las principales afectaciones ecológicas y la capacidad de recuperación identificadas en campo se identificarán de la siguiente manera (a) árboles con troncos remanentes y rebrotes, (b) dispersión natural de semillas, (c) baja perturbación antrópica y (d) presencia de cobertura vegetal

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

secundaria en sucesión. El área presentó evidencias de afectaciones ecológicas relacionadas principalmente con la intervención antrópica durante los últimos dos años, reflejada en la presencia de árboles cortados y su posterior rebrote, así como en la modificación parcial de la cobertura vegetal. Sin embargo, el nivel de perturbación se clasificó como bajo, dado que no se observaron procesos intensivos de tala, quema dentro del área, ni pastoreo reciente. Estas condiciones sugieren que el ecosistema conserva elementos estructurales y funcionales que facilitan su recuperación. De igual importancia, las principales fortalezas ecológicas identificadas destacaron la regeneración natural activa, evidenciada en la dispersión de semillas y la presencia de plántulas y latizales en proceso de desarrollo. La cobertura secundaria en sucesión provee hábitats y microclimas que favorecen la persistencia de especies nativas, añadiendo así materia orgánica que contribuye a la recuperación del suelo. Además, los rebrotes de tallos cortados reflejan la capacidad regenerativa de la vegetación frente a perturbaciones previas, lo que sugiere un aumento en la probabilidad de éxito en un proceso de restauración asistida.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Tabla 6.

Diagnóstico de afectaciones ecológicas y capacidad de recuperación en el área de compensación

Afectación ecológica identificada	Evidencia en campo	Capacidad de recuperación ecológica
Árboles con troncos remanentes y rebrotes	Presencia de individuos con tallos cortados que emiten rebrotes basales y epicórmicos.	Alta, dado que la capacidad de rebrote permite regeneración vegetativa y facilita el restablecimiento de la cobertura.
Dispersión natural de semillas	Se observó regeneración de brinzales y latizales provenientes del banco de semillas del suelo.	Alta, ya que la baja perturbación del área favorece la germinación y establecimiento de plántulas nativas.
Perturbación antrópica baja	El área no presenta evidencias fuertes de tala reciente ni pastoreo intensivo.	Media-alta, porque la baja presión permite la continuidad de procesos sucesionales.
Cobertura vegetal secundaria en sucesión	Alta presencia de especies pioneras y secundarias tempranas en el inventario.	Media, al facilitar la sucesión hacia especies de mayor valor ecológico si se implementa enriquecimiento con nativas.

Nota. La tabla sintetiza las principales afectaciones y fortalezas ecológicas observadas dentro del área de estudio.

4.5 Propuesta de restauración.

El diseño de la estrategia de restauración ecológica se fundamentó en el diagnóstico previo del área de compensación, el cual evidenció un bosque en sucesión secundaria temprana con buena capacidad de regeneración natural, reflejada en la abundancia de brinzales y latizales y en la presencia de rebrotes. Este escenario permitió orientar la estrategia hacia un enriquecimiento con especies nativas, con el fin de acelerar los procesos sucesionales y garantizar la recuperación de la estructura y funcionalidad del ecosistema. Por tanto, se priorizó la siembra de especies maderables, frutales y de importancia ecológica registradas en el inventario forestal, seleccionadas por su

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

capacidad de atraer fauna, mejorar el suelo y generar conectividad ecológica. La estrategia de siembra se realizó con base en los claros o parches principales dentro del área, a causa de la intervención antrópica que dejó la ausencia de vegetación en crecimiento. Aproximadamente seis claros con una circunferencia de 4 y 6 m, en las que se combinaron especies pioneras y tardías para asegurar diversidad estructural y funcional.

La propuesta fue presentada a la empresa como una hoja de ruta para implementar la restauración en sus áreas de compensación con baja perturbación, integrando las obligaciones normativas con sus compromisos de sostenibilidad. Los resultados de este diseño muestran que la estrategia de enriquecimiento que se usó es viable teniendo en cuenta su costo-beneficio y alineada con los estándares RSPO, ya que fortalece la biodiversidad, mejora los servicios ecosistémicos y contribuye a la resiliencia del paisaje productivo frente al cambio climático.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Tabla 7.

Especies nativas priorizadas para restauración ecológica.

Nombre común	Nombre científico	Familia	Etapas sucesional	Prioridad en restauración
Caracolí	<i>Anacardium excelsum</i>	Anacardiaceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Guayabillo	<i>Siparuna guianensis</i>	Siparunaceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Abarco	<i>Cariniana pyriformis</i>	Lecythidaceae	Tardía	A (núcleo de restauración)
Algarrobo	<i>Hymenaea courbaril</i>	Fabaceae	Tardía	A (núcleo de restauración)
Caimito	<i>Chrysophyllum cainito</i>	Sapotaceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Cedro rosado	<i>Cedrela odorata</i>	Meliaceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Corteza amarilla	<i>Handroanthus serratifolius</i>	Bignoniaceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Laurel	<i>Nectandra cuspidata</i>	Lauraceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Macondo	<i>Cavanillesia platanifolia</i>	Malvaceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Uverito	<i>Hyeronima alchorneoides</i>	Phyllanthaceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Yopo	<i>Anadenanthera peregrina</i>	Fabaceae	Secundaria	A (núcleo de restauración)
Yarumo blanco	<i>Cecropia peltata</i>	Urticaceae	Pionera	B (facilitadora)
Guamo	<i>Inga edulis</i>	Fabaceae	Pionera	B (facilitadora)
Guácimo	<i>Guazuma ulmifolia</i>	Malvaceae	Pionera	B (facilitadora)
Sangregado	<i>Croton lechleri</i>	Euphorbiaceae	Pionera	B (facilitadora)
Yarumo negro	<i>Pourouma cecropiifolia</i>	Urticaceae	Pionera	B (facilitadora)

4.5.1 Enriquecimiento de claros

Se identificaron seis claros dentro de la hectárea de intervención: dos con circunferencia de 8 m, tres de 6 m y uno de 4 m. Con el esquema de plantación triángulo + centro (4

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

plántulas/Claro) la intervención proyectada corresponde a 24 plántulas en total (ocho en los claros de 8 m, 12 en los de 6 m y cuatro en el de 4m). No obstante, el análisis geométrico mostró que el claro de 4m no permitía la separación propuesta de 1,30 m entre plantas; por lo cual para ese parche se propuso una reducción de distancia a $\approx 1,0-1,1$ m o, alternativamente, la instalación de solo tres plántulas manteniendo 1,30 m. La opción seleccionada por el ingeniero encargado de las áreas de restauración (instalación de 24 plántulas con ajuste de separación en el claro pequeño) fue justificada por la necesidad de homogeneidad en el diseño y por la elección de especies de porte inicial reducido. Se estableció además un protocolo de manejo (control de malezas, riego de establecimiento, fertilización y protecciones) y un plan de monitoreo a 3, 6, 12 y 24 meses con meta de supervivencia ≥ 80 % al año 1.

Figura 3.

Calculo/ Área útil

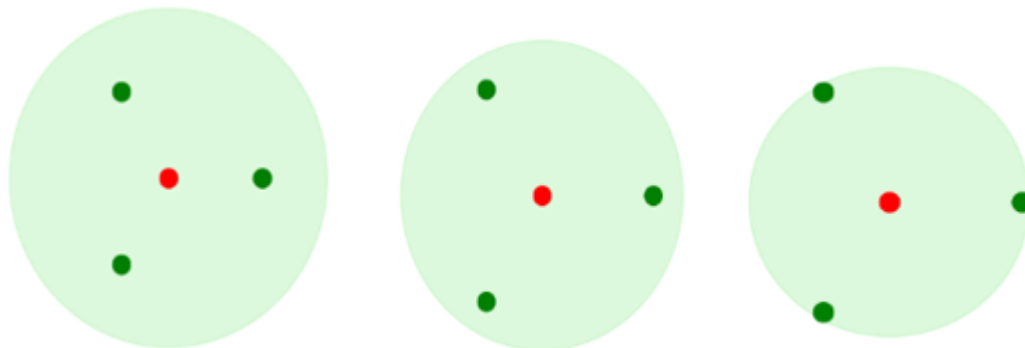
Usamos la relación radio $r = \frac{C}{2\pi}$.

- Claro C = 8 m $\rightarrow r \approx 8/(2\pi) \approx 1,273$ m.
- Claro C = 6 m $\rightarrow r \approx 0,955$ m.
- Claro C = 4 m $\rightarrow r \approx 0,637$ m.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Figura 4.

Diseño de triángulo + 1 en centro como modelo para enriquecimiento.



4.3.1.1 Especies incorporadas. Se definió la instalación de 23 plántulas distribuidas en seis claros de diferentes dimensiones, priorizando la combinación de especies pioneras, secundarias y tardías presentes en el inventario del área. Los claros de mayor tamaño (8 m y 6 m de circunferencia) recibieron cuatro individuos cada uno, mientras que el claro más pequeño (4 m) se enriqueció con tres especies de porte reducido. El diseño buscó favorecer la sucesión natural mediante la introducción de especies pioneras como *Inga edulis* y *Cecropia peltata*, complementadas con secundarias de importancia ecológica y económica como *Anacardium excelsum*, *Chrysophyllum cainito* y *Cedrela odorata*, así como la inclusión de tardías como *Cariniana pyriformis*. De esta forma, el enriquecimiento busca aportar simultáneamente a la generación de cobertura rápida, la oferta de hábitat y la consolidación de un bosque más diverso y funcional.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

4.3.1.2 Estimación de presupuesto. Para la implementación de la propuesta de restauración en el área establecida, se estimó un presupuesto que contempla los costos asociados a la adquisición de plántulas nativas, insumos, mano de obra y actividades de mantenimiento. Seguidamente, se presenta la distribución detallada de estos rubros, los cuales fueron calculados con base en los requerimientos del diseño de enriquecimiento planteado y en los valores de referencia de la zona. Este presupuesto busca constituir una herramienta de planificación que permite estimar la inversión necesaria para garantizar la viabilidad y sostenibilidad del proyecto.

Tabla 8.

Presupuesto estimado para enriquecimiento con especies nativas.

Concepto	Unidad	Cantidad estimada	Valor unitario (COP)	Subtotal (COP)
Adquisición de plántulas nativas	plántula	24	\$6.000	\$144.000
Transporte de material vegetal	viaje (flete)	1	\$80.000	\$80.000
Preparación del terreno (desyerbe, apertura de hoyos)	jornal (1 persona/día)	2	\$60.000	\$120.000
Siembra de plántulas y tutorado	jornal	2	\$60.000	\$120.000
Materiales de tutorado (estacas, cabuya, protectores)	kit/planta	24	\$2.000	\$48.000
Abonó orgánico (hojarasca/estiércol/compost)	planta	24	\$1.500	\$36.000
Riego de establecimiento (4 aplicaciones)	jornal	1	\$60.000	\$60.000
Monitoreo inicial (3, 6, 12 meses)	jornal	3	\$60.000	\$180.000
			TOTAL	\$788.000

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

4.4 Acompañamiento técnico y logístico en las plantaciones de palma de aceite.

Resultados obtenidos a partir de encuestas, entrevistas y capacitaciones enfocadas en fortalecer la implementación de prácticas sostenibles de manejo agrícola y en garantizar el cumplimiento de estándares de certificación ambiental determinaron lo siguiente:

4.4.1 Encuestas

En total, participaron 60 trabajadores pertenecientes directamente al área de campo, los cuales desempeñan labores principales, en las cuales se encuentran: Cosecha, poda, riego y polinización.

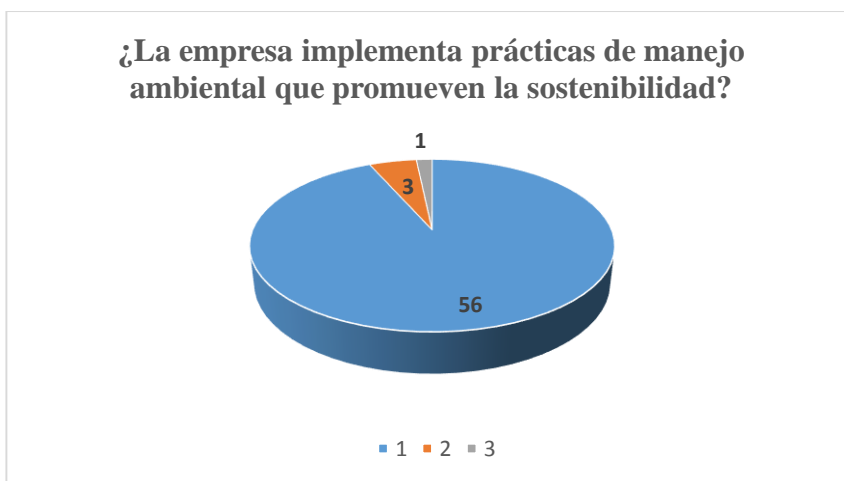
Los datos muestran una percepción favorable hacia las prácticas de sostenibilidad desarrolladas por la empresa: el 93,3% de los encuestados reconoció la implementación de medidas de manejo ambiental, y el 70% afirmó haber notado cambios positivos en la biodiversidad, esto debido a la incorporación por parte de la empresa en temas relacionados a la mitigación del impacto ambiental dentro del sector. Asimismo, el 96,6% consideró que las capacitaciones recibidas fortalecieron sus conocimientos en sostenibilidad, promoviendo la educación acerca de los usos y manejos que se deben dar dentro de las plantaciones, garantizando así una correlación directa entre producción y viabilidad. No obstante, se identificó una visión dividida frente a la relación entre restauración y productividad, ya que el 48,3% no percibe un vínculo directo entre ambas, esto se debe a que gran parte del personal vinculado aun no cuentan con el conocimiento necesario acerca del funcionamiento en los proyectos para procesos de restauración que maneja la empresa, sin embargo actualmente se busca manejar una mayor red de información por parte de la administración hacia los trabajadores que se encuentran directamente en campo, con el fin de contribuir a la misión y visión de la empresa que se enfoca en ofrecer servicios de alta calidad. Estos hallazgos evidencian fortalezas en la gestión ambiental, pero

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

también la necesidad de reforzar procesos de sensibilización que articulen restauración y rendimiento productivo.

Figura 5.

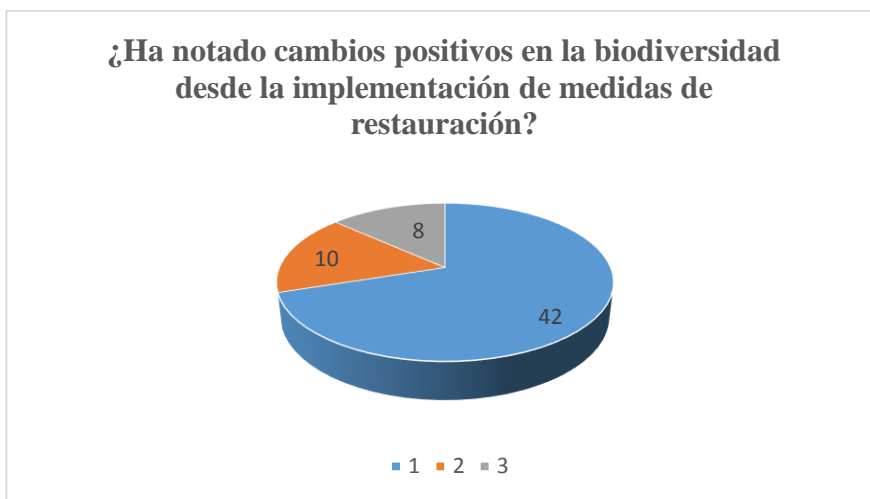
Pregunta 1, prácticas de manejo



El 93,3% de los encuestados reconoce que la empresa implementa prácticas de manejo ambiental, reflejando un alto grado de confianza en las acciones desarrolladas y solo un 6,7% no las reconoce debido a la falta de socialización de las mismas.

Figura 6.

Pregunta 2, cambios en la biodiversidad

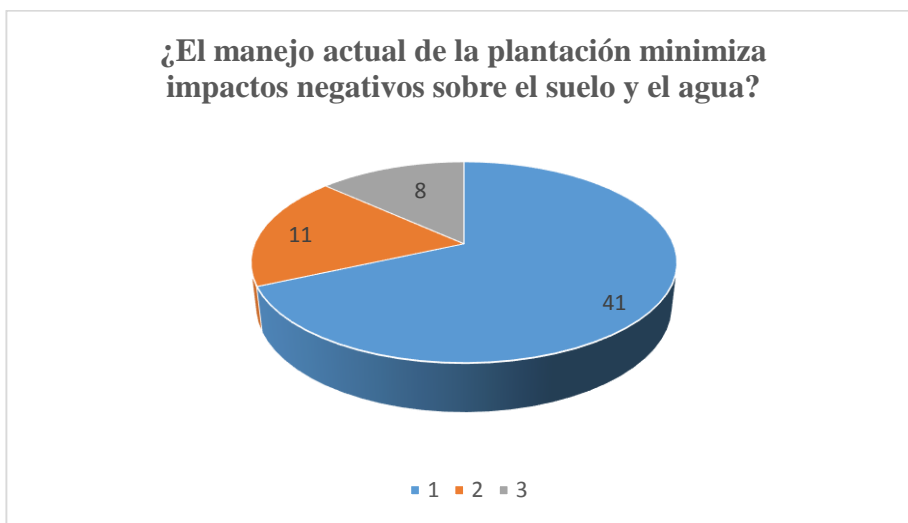


RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICÓ

El 70% de los trabajadores manifestó haber percibido mejoras en la biodiversidad gracias a las medidas de restauración implementadas, mientras el otro 30% se divide entre no tener conocimiento del tema y considerar que no han notado cambios bajo estas medidas.

Figura 7.

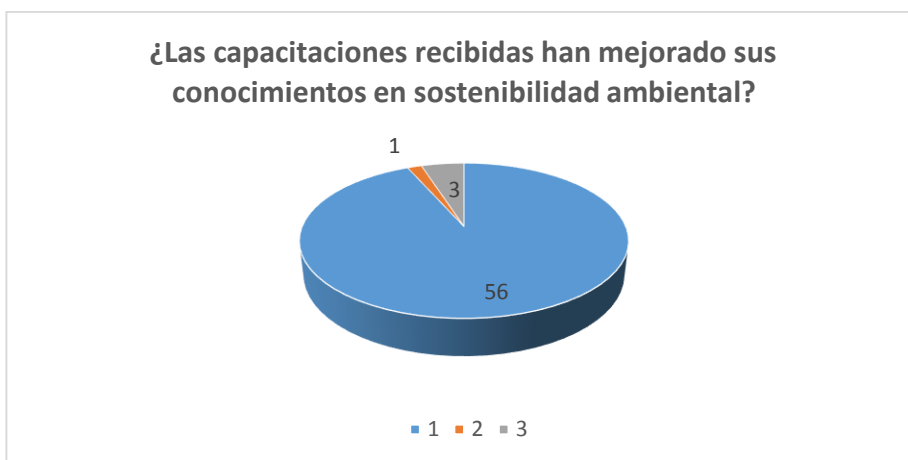
Pregunta 3, manejo de impactos sobre suelo y agua



El 68,3% considera que el manejo actual minimiza impactos negativos sobre estos recursos, y un 32,7 % divide sus opiniones entre no observar los cambios en el suelo y agua.

Figura 8.

Pregunta 4, capacitaciones en sostenibilidad

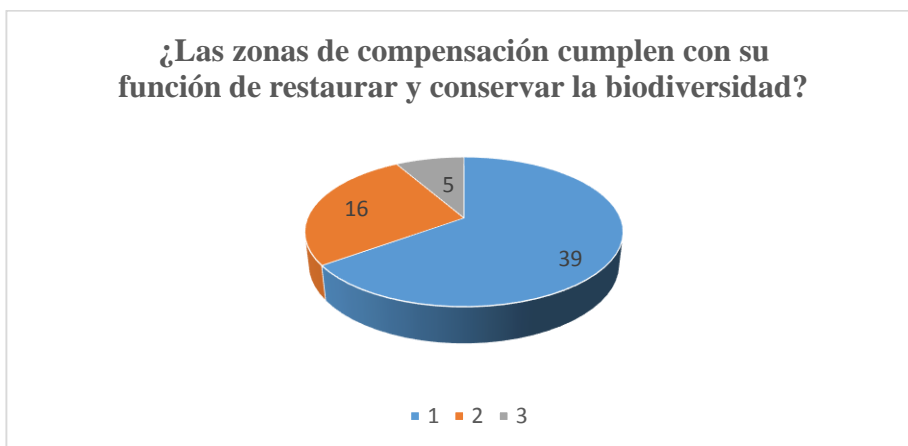


RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICÓ

El 96,6% afirmó que las capacitaciones recibidas han fortalecido su conocimiento en sostenibilidad, lo que evidencia la efectividad de los procesos de formación frente a un 4,4% en no estar de acuerdo.

Figura 9.

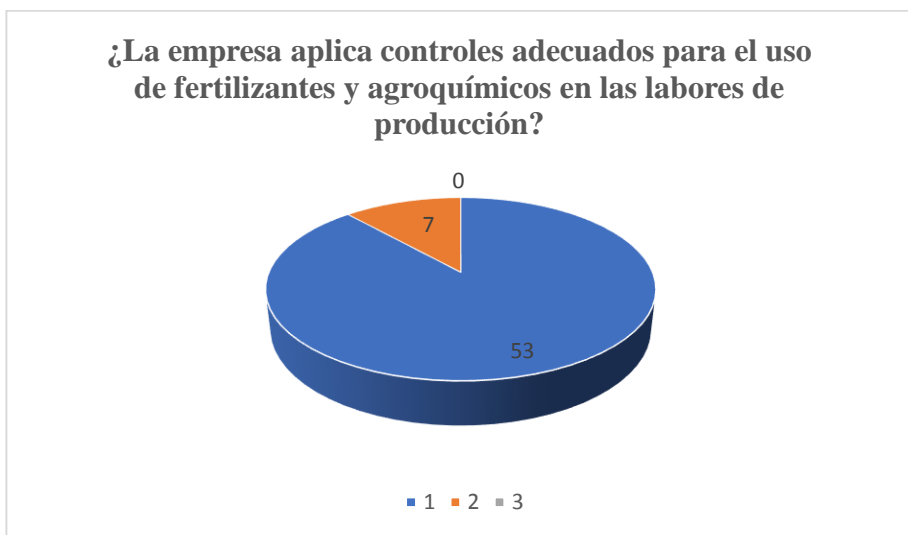
Pregunta 5, restauración y conservación



El 65% percibe que cumplen adecuadamente con su función de restauración y conservación.

Figura 10.

Pregunta 6, control de fertilizantes y agroquímicos.

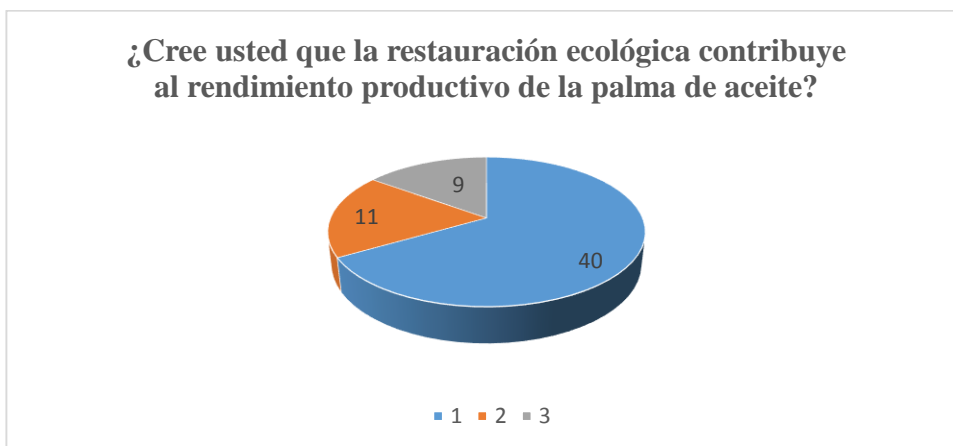


RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICÓ

El 88,3% considera que los controles aplicados son adecuados, lo que respalda la confianza en la producción responsable y un 12,7% no aprueban estos manejos que se realizan dentro de la empresa.

Figura 11.

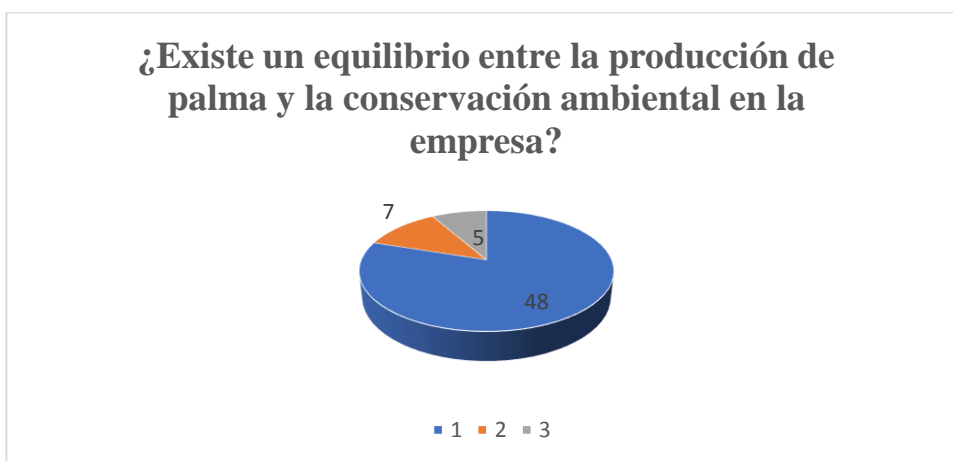
Pregunta 7, correlación entre restauración y rendimiento productivo



El 48,3% de los trabajadores piensa que la restauración no contribuye directamente al rendimiento productivo, frente a un 36,6% que sí lo percibe, y 15,1 que desconoce el tema.

Figura 12.

Pregunta 8, producción y conservación



RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

El 80% afirma que la empresa mantiene un balance entre la producción de palma y la conservación ambiental, mientras el 20% se divide entre considerar que tal vez si haya equilibrio y desconocer que se pueda regular estos dos componentes.

4.4.2 Entrevistas

En relación con los beneficios ambientales, el 42,5% de los entrevistados señaló el aumento de la biodiversidad y la adaptación al cambio climático, mientras que el 33,7% destacó la mejora en la calidad del suelo y el 23,8% mencionó otros aspectos, como la concientización ambiental. Sobre los cambios en la fauna y flora, el 40% indicó la presencia de más especies en el área, el 35% mencionó la recuperación de hábitats y el 25% señaló el aumento de especies nativas en los espacios restaurados. Respecto a los retos para equilibrar producción y conservación, el 38,7% identificó la falta de recursos para proyectos ambientales, el 32,5% señaló el mal manejo agrícola en algunas áreas y el 28,8% mencionó la deforestación como presión externa. En cuanto a las acciones de mejora, el 37,5% recomendó avanzar hacia la certificación RSPO, el 33,7% sugirió reducir emisiones de carbono y proteger la fauna silvestre, y el 28,8% pidió fortalecer las capacitaciones. La percepción sobre la relación entre zonas de compensación y productividad fue mayoritariamente positiva: el 56,2% afirmó que estas áreas influyen favorablemente en el rendimiento de la plantación, el 28,7% consideró que no hay relación y el 15,1% que no influye.

En cuanto a las mejoras en el suelo y el agua, el 65% reconoció cambios positivos y el 35% no percibió modificaciones significativas. En lo referente a la priorización de especies para la restauración, el 45% destacó las maderables como las más importantes, el 33,7% prefirió frutales y el 21,3% seleccionó ornamentales. Finalmente, sobre el nivel de involucramiento en las actividades de sostenibilidad, el 52,5% afirmó sentirse muy comprometido, el 30% manifestó un compromiso parcial y el 17,5% indicó no sentirse involucrado.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

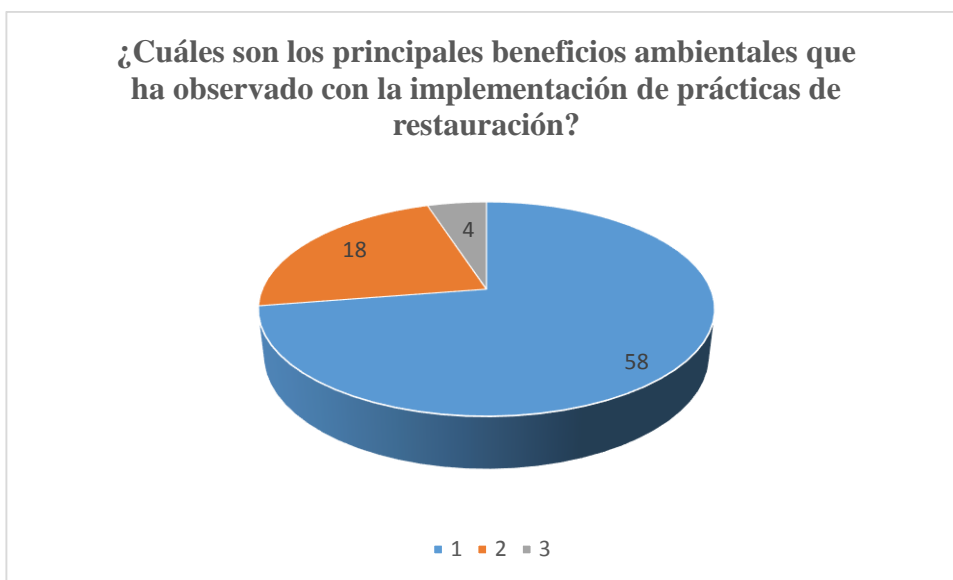
El personal entrevistado resaltó beneficios ambientales como la mejora en la calidad del suelo, esta respuesta con base en las capacitaciones por parte de la empresa en el uso y manejo que se le da a los fertilizantes e insumos para su manipulación en campo. Por otra parte se dio énfasis en el aumento de especies nativas y la recuperación de hábitats, lo cual se relaciona directamente con la política que tiene la empresa en cuanto al cuidado y la conservación de la fauna y flora que hay dentro de sus instalaciones, prohibiendo principalmente la caza de animales pertenecientes a estos hábitats como lo son: el chigüiro, la lapa, el venado, las tortugas, los morrocós, el oso hormiguero, los guibos y la tala de cualquier especie arbórea que se encuentre en veda. Entre los retos principales se mencionaron la falta de recursos para proyectos ambientales, la presión por la deforestación y algunas limitaciones en el manejo agrícola.

Puntos específicos que se buscan mejorar por medio de proyectos que tiendan a una viabilidad alta, por ejemplo: el manejo de aguas residuales, proyectos de estrategias de restauración, capacitaciones con temas de interés como: la deforestación, el cambio climático, el aumento de empleo en el sector, los beneficios de la siembra y producción de palma de aceite, todo esto incorporado como reto principal para el éxito de la empresa. En cuanto a las acciones de mejora, los participantes propusieron fortalecer las capacitaciones, avanzar en certificaciones como RSPO y ampliar la protección de la fauna silvestre. Además, identificaron a las especies maderables y frutales como prioritarias en los procesos de restauración.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Figura 13.

Pregunta 1, beneficios en prácticas de restauración

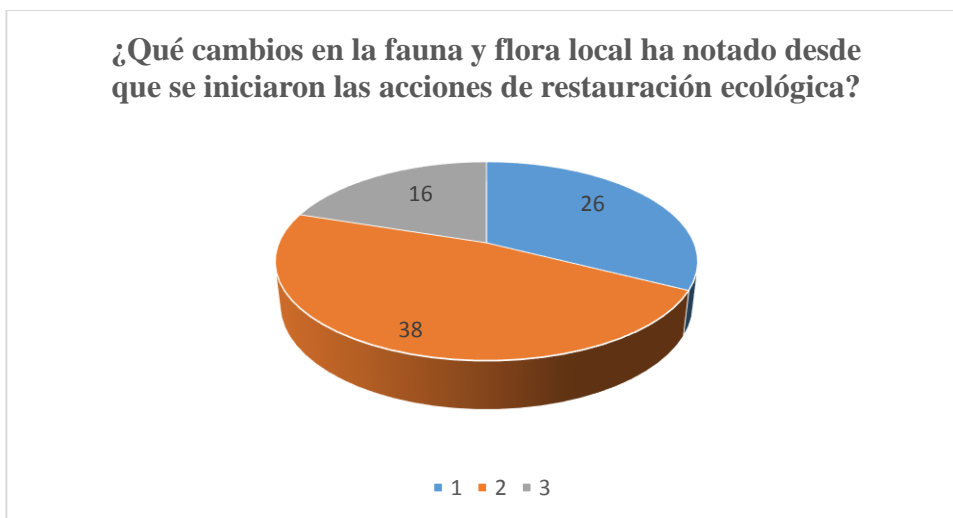


Nota. A. Mayor biodiversidad y adaptación al cambio climático B. Mejora en la calidad del suelo

C. Aporte a la disminución de los GEI

Figura 14.

Pregunta 2, cambios en fauna y flora

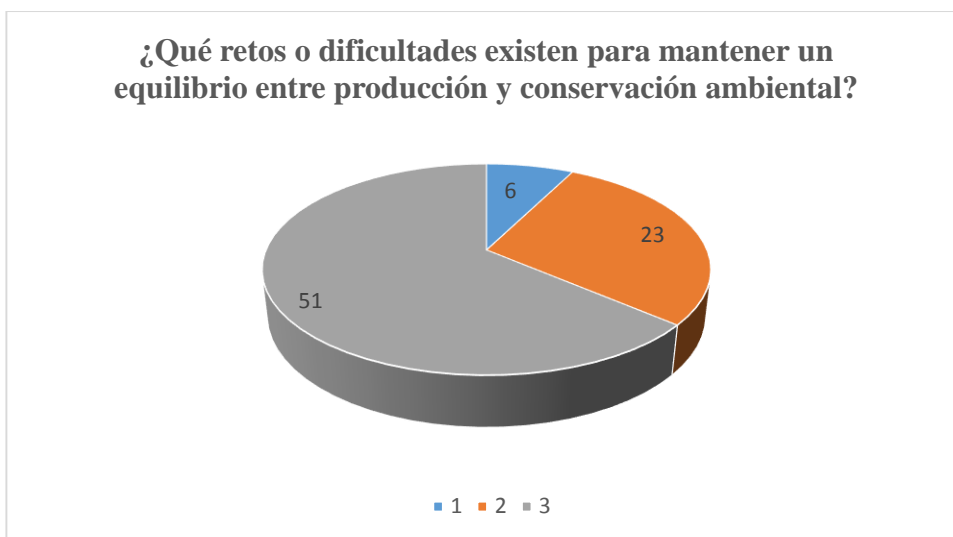


RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICÓ

Nota. A. Más especies presentes B. Recuperación de hábitats perdidas C. Aumento de especies nativas y espacios adecuados para la vida silvestre.

Figura 15.

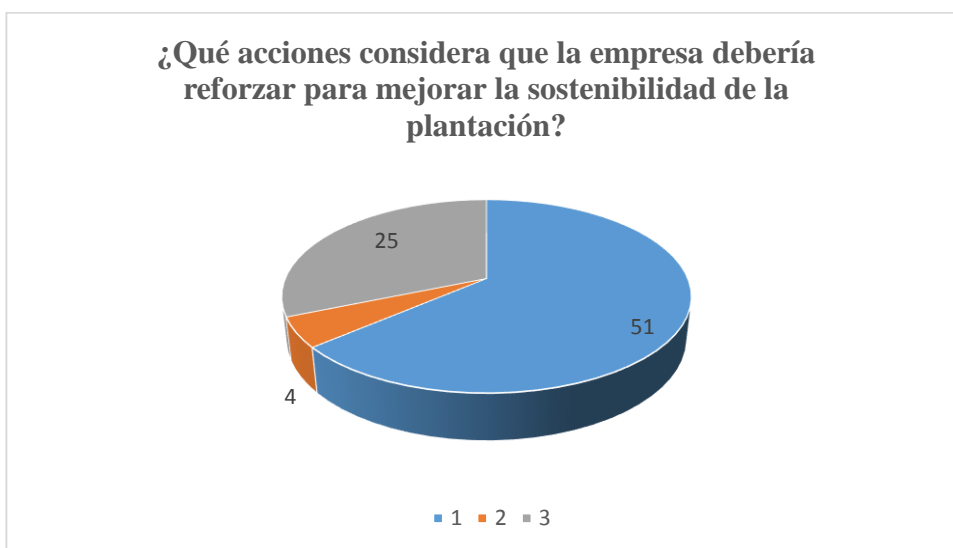
Pregunta 3, retos entre producción y conservación



Nota. A. Falta de recursos B. Mal manejo en la producción agrícola C. Deforestación masiva.

Figura 16.

Pregunta 4, acciones de sostenibilidad

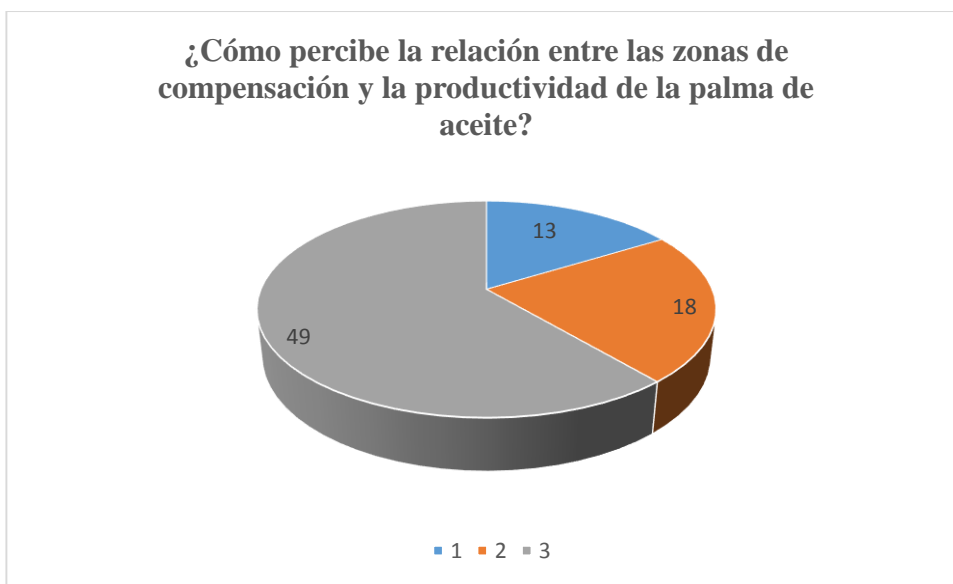


RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Nota. A. Cumplir con la certificación B. Limitar las emisiones de carbono C. Capacitaciones en los beneficios económicos y sociales.

Figura 17.

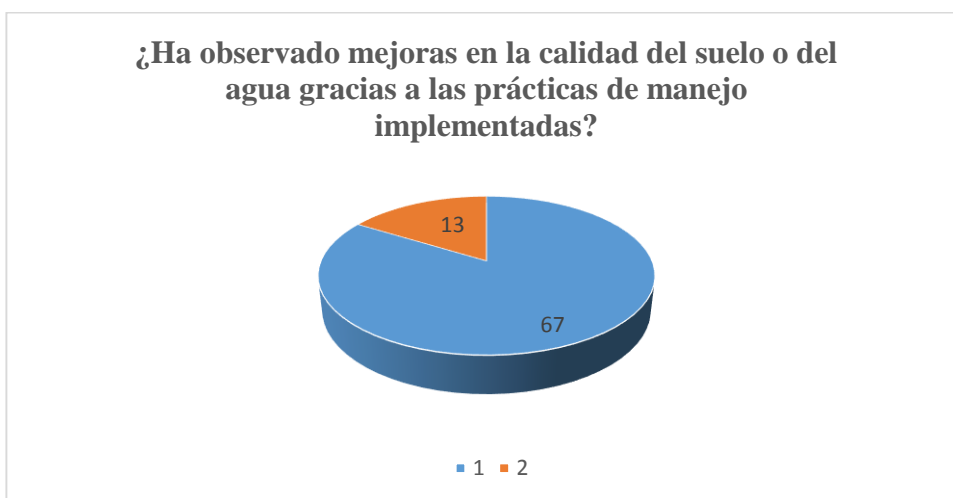
Pregunta 5, relación entre compensación y productividad



Nota. A. Positiva B. Negativa C. No influye

Figura 18.

Pregunta 6, mejora con base en prácticas de manejo.

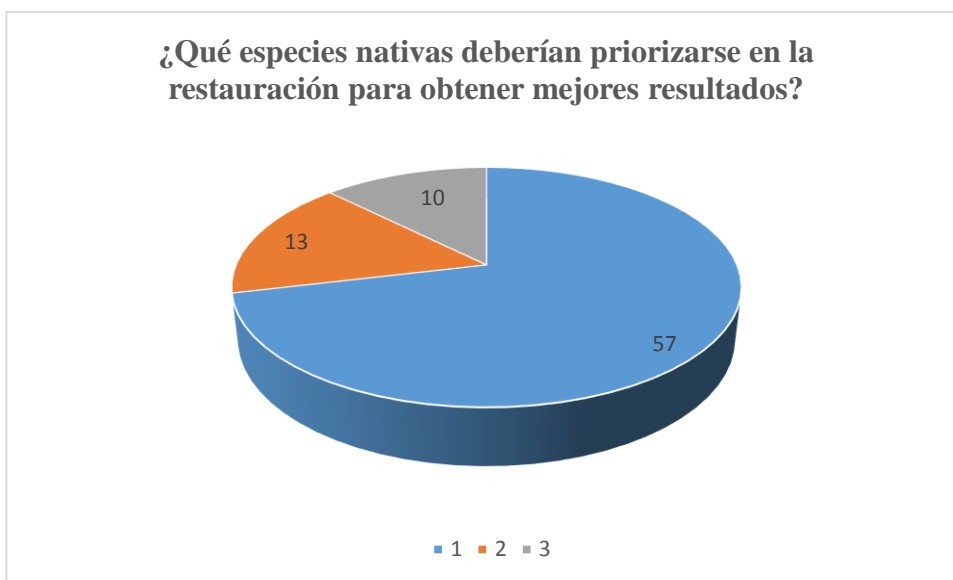


Nota. A. Sí B. No

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICÓ

Figura 19.

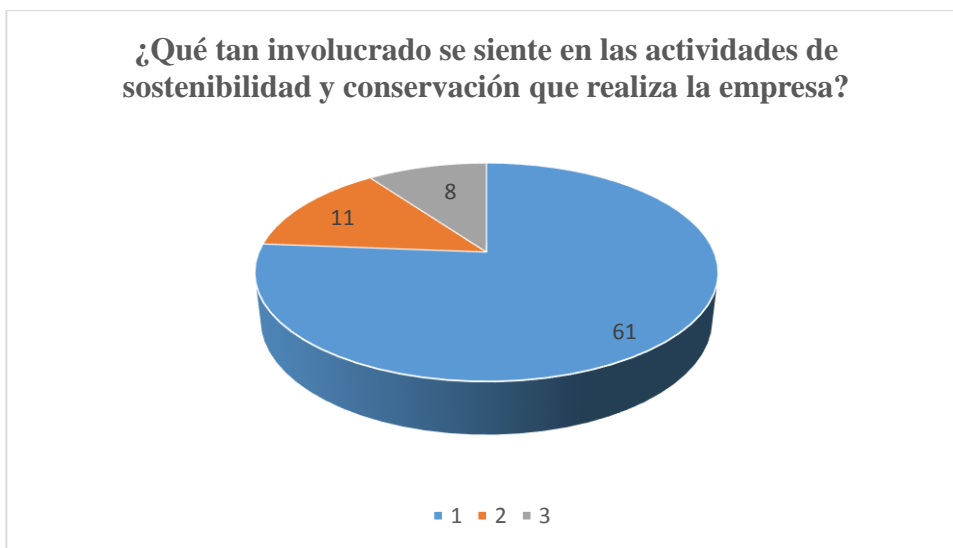
Pregunta 7, especies priorizadas en restauración



Nota. A. Maderables B. Frutales C. Ornamentales

Figura 20.

Pregunta 8, participación en actividades de sostenibilidad y conservación.



Nota. A. Mucho B. Poco C. Nada

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

4.5 Capacitación en prácticas sostenibles para la certificación ambiental.

4.4.1 Capacitaciones

Durante el desarrollo de la práctica se realizaron cuatro jornadas de capacitación dirigidas al personal operativo y administrativo, con el propósito de fortalecer las competencias en sostenibilidad que tiene la empresa y avanzar hacia la certificación bajo los estándares de la RSPO. Asimismo cada capacitación se estructuró en modalidad presencial dentro de las instalaciones de las oficinas principales y directamente en campo; cada una de estas oscilaba en una duración promedio de 45 min a dos horas, donde se realizó exposición teórica y actividades participativas como talleres prácticos a partir de charlas capacitadas que se enfocan principalmente en la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, el uso reducido de pesticidas y mejora en la gestión de residuos como el tratamiento de aguas dentro de la planta de producción principal. Además, finalizando cada capacitación se incorporaban las discusiones grupales, que permitían un análisis a criterio personal para cada trabajador de todos los temas abordados, de esta forma se garantiza una visión más amplia de los estándares de sostenibilidad dentro del campo agronómico.

En total participaron cerca de 180 trabajadores, distribuidos en grupos de 40 asistentes por sesión, lo que garantizó un proceso más interactivo y un mejor seguimiento individual. Los registros de asistencia y evaluación mostraron un alto nivel de aceptación: más del 90% de los participantes consideró que las capacitaciones contribuyeron a mejorar sus conocimientos sobre sostenibilidad y aplicabilidad en campo, lo que sugiere un mejor manejo en la producción diaria y una alta rentabilidad para la empresa. Por tanto, se incorporaron los temas tratados dentro de su plan anual de formación, asegurando de esta manera la continuidad del proceso y la actualización periódica frente a los requisitos de certificación ambiental.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Tabla 9.

Capacitaciones requeridas en empresas de palma de aceite para certificaciones RSPO y afines.

Tema de capacitación	Descripción	Objetivo
Buenas prácticas agrícolas (BPA)	Manejo adecuado de insumos, fertilización racional, control de plagas y enfermedades.	Garantizar la sostenibilidad y productividad del cultivo.
Manejo seguro de agroquímicos	Uso correcto de pesticidas, fertilizantes y bioinsumos, con énfasis en seguridad ocupacional.	Reducir riesgos a la salud y al ambiente.
Seguridad y salud en el trabajo	Protocolos de prevención de accidentes, uso de EPP, ergonomía en labores agrícolas.	Proteger la integridad física de los trabajadores.
Conservación ambiental	Protección de áreas de conservación, manejo de recursos hídricos, reducción de impactos ambientales.	Conservar la biodiversidad y ecosistemas asociados.
Derechos laborales y sociales	Sensibilización en derechos humanos, igualdad de género, condiciones laborales justas.	Cumplir los criterios sociales de la RSPO.
Trazabilidad y certificación	Registro, seguimiento y reporte de prácticas agrícolas y productivas.	Asegurar la transparencia y cumplimiento de estándares.
Restauración y reforestación	Prácticas de compensación ambiental y enriquecimiento con especies nativas.	Fortalecer los servicios ecosistémicos y paisajísticos.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Figura 21.

Charlas capacitadas en estrategias para la disminución de gases de efecto invernadero



Figura 22.

Capacitación en uso de fertilizante urea y nitrato de amonio



RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

4.5.2 Producción y rendimiento operativo.

Por medio de la supervisión en campo para las labores principales dentro de las hectáreas de la plantación en producción activa pertenecientes a la empresa, determinó que, el análisis del rendimiento operativo estimó la productividad de los trabajadores en las diferentes labores agrícolas y su contribución a la producción total x año. Por tanto, el rendimiento por trabajador en las labores de cosecha, se estima entre 1,2 y 1.8 toneladas de racimos de fruta fresca (RFF) por día, lo que equivale a 31–47 toneladas por mes. En la poda de hojas, el rendimiento promedio es de 40–60 palmas por día (1,040–1,560 palmas mensuales). En cuanto a la fertilización, un trabajador logra representar entre 250 y 400 palmas por día (6.000–10.400 mensuales). En la aplicación de herbicidas, la capacidad de cobertura varía entre 1,5 y 2.5 hectáreas por día (39–65 ha al mes). Actividades complementarias como la polinización asistida registran entre 150 y 200 inflorescencias por día (3.900–5.200 mensuales). Además, la producción total de la empresa con una extensión en producción activa de 1.200 hectáreas, se proyecta un rendimiento promedio de 20 toneladas de RFF por hectárea/año, equivalente a 24.000 toneladas anuales de RFF, lo que representa aproximadamente 2.000 toneladas mensuales. Lo que sugiere una tasa de extracción de aceite crudo de palma (CPO) entre 18% y 25%. Asimismo, la producción anual de aceite se estima entre 4.800 y 5.520 toneladas de CPO.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Tabla 10.*Uso de fertilizantes y agroquímicos en la siembra y producción de palma de aceite.*

Categoría	Producto	Uso principal
Fertilizantes	Urea (46% N)	Aporte de nitrógeno para crecimiento vegetativo
Fertilizantes	Cloruro de potasio (KCl)	Aporte de potasio para llenado de racimos
Fertilizantes	Superfosfato triple (TSP)	Aporte de fósforo para desarrollo radicular
Fertilizantes	Cal dolomítica	Corrección de acidez y aporte de Ca y Mg
Agroquímicos	Glifosato	Control de malezas en plateo y rondas
Agroquímicos	Paraquat (restricciones de uso)	Control de malezas (uso limitado por impacto ambiental)
Agroquímicos	Endosulfan (prohibido)	Históricamente usado contra insectos, hoy restringido
Agroquímicos	Mancozeb	Control de enfermedades foliares (hongos)
Agroquímicos	Benomilo	Fungicida sistémico en viveros

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICÓ

Tabla 11.

Rendimiento operativo estimado por trabajador para las actividades operativas principales en la empresa.

Actividad	Unidad de medida	Rendimiento diario	Rendimiento mensual
Recolección de fruto	t/ RFF	1,2 – 1,8 t	31 – 47 t
Polinización asistida	Palmas fertilizadas	150 – 200	3. 900 – 5.200
Fertilización	Palmas fertilizadas	250 – 400	6. 500 – 10.400
Poda de hojas	Palmas podadas	40 – 60	1.040 – 1.560

Nota. Los valores corresponden a estimaciones diarias y mensuales en la productividad de las labores agrícolas. La unidad de medida varía según la actividad: toneladas (t), racimos de fruto fresco (RFF).

Figura 23.

Supervisión de labores en campo (recolección de fruto).



RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

5 Discusión

Los resultados obtenidos en el área de compensación de la empresa evidencian un ecosistema en proceso de sucesión secundaria temprana, con una alta proporción de brinzales y latizales frente a un número reducido de fustales. Este patrón, reflejado en la curva en forma de J invertida, coincide con lo descrito por Jara-Guerrero et al. (2021), quienes señalan que este tipo de distribución es un indicador de regeneración natural activa y de resiliencia ecológica en áreas perturbadas. Dicho escenario representa una condición favorable para implementar estrategias de enriquecimiento con especies nativas, puesto que se parte de una base ecológica con capacidad de recuperación.

El análisis de afectaciones mostró que, a pesar de intervenciones antrópicas recientes como cortes de árboles y modificación parcial de la cobertura, el nivel de perturbación se clasifica como bajo. Las perturbaciones crónicas, incluso de baja intensidad, pueden tener efectos directos e indirectos sobre la diversidad y composición del bosque, reduciendo la densidad de árboles grandes y modificando su estructura funcional, para lo cual la observación de rebrotes y semillas en el suelo es clave como mecanismo de recuperación natural (Jara-Guerrero et al., 2021). La presencia de rebrotes, semillas dispersas y cobertura secundaria refuerza la idea de un ecosistema funcional en transición, en línea con lo propuesto por el Plan Nacional de Restauración Ecológica (PNR, 2020), que enfatiza la importancia de aprovechar los procesos sucesionales naturales para potenciar la restauración asistida.

La propuesta de enriquecimiento con especies nativas responde tanto a las condiciones ecológicas encontradas como a los lineamientos normativos nacionales e internacionales. La combinación de especies pioneras, secundarias y tardías busca equilibrar la recuperación funcional

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

del ecosistema con la conectividad ecológica y la provisión de servicios ecosistémicos. Este enfoque se alinea con la jerarquía de mitigación planteada por MinAmbiente (2022), que prioriza la prevención y restauración frente a la simple compensación. Además, la elección de especies con valor maderable y frutal no solo promueve biodiversidad, sino que puede generar beneficios socioeconómicos a futuro, lo que refuerza el concepto de restauración productiva (Fundación Natura, 2024).

Respecto al acompañamiento técnico y social, las encuestas y entrevistas al personal de la empresa reflejaron percepciones favorables hacia la implementación de prácticas sostenibles. El alto nivel de aceptación de las capacitaciones, con más del 90 % de participantes que reconocieron haber fortalecido sus conocimientos, es consistente con lo planteado por Saswattecha et al. (2019), quienes destacan que la educación ambiental en contextos productivos es clave para garantizar la apropiación de estándares de certificación como la RSPO. Sin embargo, la visión dividida en torno a la relación entre restauración y productividad demuestra que persiste un reto en la sensibilización, especialmente en la comunicación de los beneficios indirectos de la restauración para la sostenibilidad del negocio.

Finalmente, en términos de producción, la empresa mantiene rendimientos operativos competitivos (≈ 20 t RFF/ha/año), lo que refleja eficiencia en las labores agrícolas. No obstante, la literatura ha advertido que la intensificación productiva debe ir acompañada de estrategias de manejo ambiental para evitar comprometer a largo plazo el desarrollo de un paisaje productivo (Obidzinski et al., 2012). En este sentido, la articulación entre altos niveles de productividad y prácticas sostenibles observadas dentro de la empresa constituye un ejemplo aplicable a otros sistemas agroindustriales del Meta.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

6 Conclusiones

El diagnóstico ecológico demostró que, en el área de compensación de la empresa se evidenció un ecosistema en sucesión secundaria temprana, con alta presencia de brinzales y latizales frente a un bajo número de fustales. Este patrón, representado en la curva en forma de J invertida, confirma la existencia de procesos de regeneración natural activa que constituyen una base favorable para la implementación de estrategias de restauración.

Las afectaciones ecológicas identificadas, como rebrotes de árboles cortados y modificaciones parciales en la cobertura vegetal, debido a la intervención antrópica se clasificaron como de bajo impacto, lo que facilita el éxito de la restauración asistida a partir de enriquecimiento con especies nativas. La capacidad de recuperación se refuerza con la dispersión de semillas, la presencia de especies nativas y la cobertura secundaria, que aportan al desarrollo y funcionalidad de todo lo que tiene vida dentro de este ecosistema.

El acompañamiento técnico y social permitió evidenciar que la mayoría del personal reconoce los beneficios de las prácticas sostenibles implementadas por la empresa. Más del 90 % de los trabajadores capacitados manifestaron haber fortalecido sus conocimientos en sostenibilidad, lo cual contribuye al avance hacia certificaciones como la RSPO. Sin embargo, persiste la necesidad de sensibilizar sobre la relación directa entre restauración ecológica y productividad, para lograr una mayor apropiación por parte del personal de campo.

Los resultados de las encuestas y entrevistas destacaron percepciones positivas hacia el incremento de biodiversidad, la mejora del suelo y la recuperación de hábitats. Asimismo, se identificaron retos asociados a limitaciones de recursos, presiones externas como la deforestación

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

y la necesidad de fortalecer el manejo agrícola. Estos hallazgos reafirman la importancia de integrar la restauración ecológica como estrategia complementaria de la producción.

La propuesta de enriquecimiento con especies nativas constituye una alternativa viable principalmente en términos de costo–beneficio para la empresa, igualmente favorable para acelerar la sucesión ecológica en áreas establecidas como método de mitigación. La combinación de especies pioneras, secundarias y tardías garantiza diversidad estructural y funcional, mejora los servicios eco sistémicos y contribuye a la conectividad del paisaje productivo.

El proyecto demuestra que la articulación entre altos rendimientos productivos de palma de aceite y prácticas sostenibles de restauración es posible, siempre que se implementen bajo un enfoque integral. Este modelo puede servir como referencia para otros sistemas agroindustriales en el departamento del Meta y en el país, al evidenciar que la producción responsable puede coexistir con la conservación ambiental.

7 Recomendaciones

Se recomienda fortalecer la sensibilización del personal operativo mediante programas de formación continua que vinculen directamente la importancia de la restauración ecológica con la productividad agrícola. Esto permitirá una mayor apropiación de las estrategias de conservación y su integración en las labores diarias de campo.

Se considera necesario consolidar un plan de monitoreo periódico para evaluar la supervivencia de las especies plantadas, la dinámica de regeneración natural y la calidad de los suelos y recursos hídricos. Este seguimiento garantizará la sostenibilidad de las acciones de restauración y permitirá realizar ajustes oportunos que garanticen la viabilidad de estos proyectos.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Se sugiere ampliar las áreas de intervención bajo esquemas de enriquecimiento progresivo con especies nativas de interés ecológico y productivo, priorizando zonas con baja perturbación para maximizar el éxito de los procesos de recuperación. Asimismo, avanzar hacia la certificación RSPO y otras normas internacionales, aprovechando los resultados obtenidos en restauración y sostenibilidad, lo que generará valor agregado a la empresa y mayor competitividad en el mercado internacional

Por último, se propone seguir destinando recursos específicos para proyectos ambientales dentro del plan de inversión de la empresa, asegurando la continuidad de las acciones de conservación y evitando limitaciones presupuestales que retrasen los procesos vinculados a mitigación y conservación en cuanto a lo que corresponde a la empresa.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Referencias bibliográficas

- Ávila-Romero, A., & Albuquerque, J. (2022). *Impactos socios ambientales del cultivo de palma africana*. Editorial economía y Sociedad.
- AEF Fundraising. (2021). CREAM (Centro de Investigación en Ecología y Aplicaciones Forestales)
- Banco de Alimentos. (2023.). *Agricultura sostenible: un pilar para el futuro de Colombia*. Blog Banco de Alimentos.
- Decreto 1076 de 2015. *Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo sostenible. Presidencia de la República de Colombia.
- FAO. (2015). *Agroecología: Overview*. Organización de las Naciones Unidas (ONU) para la Alimentación y la Agricultura enero de 2015.
- Fundación Natura. (2021.) *¿Qué es agricultura sostenible y cómo se relaciona con el monitoreo climático?* Fundación Natura. Recuperado el 06 de junio de 2024.
- Gallik heill et al, 2015. *Forest Ecology and Management*. Revista científica ecológica
- González-Cárdenas, A. (2016). *La agroindustria de la palma de aceite en América*. Artículo de producción de aceite de palma
- Halleux v, Parlamento Europeo. (2022). *Reglamento sobre productos libres de deforestación*. Fundación europea para la sensibilización ambiental.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Jara-Guerrero, A., Aguirre, N., & Méndez, C. (2021). *Natural regeneration patterns in secondary forests: Indicators of resilience and recovery*. Ecological Indicators.

Mesa Redonda sobre Aceite de Palma Sostenible. (2022). *RSPO e impacto medio ambiental*. Organización global sin fines de lucro.

Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural de Colombia. (2022, 2023). *La palma de aceite colombiana en cifras: Balance 2022 y retos 2023*. Revista Agronet.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2012). *Política nacional para la gestión integral de la biodiversidad y sus servicios eco sistémicos*. Revista de bosques, biodiversidad y servicios eco sistémico.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2021). *La restauración como acción de compensación para proyectos licénciales*. Minambiente, guía de la restauración como acción de compensación.

Mohd-Hassim, N. A., & Mat-Dian, N. L. H. (2024). *Uso de aceite de palma, aceite de palmiste y sus fracciones en confitería*. Federación nacional de cultivadores de palma.

Obidzinski, K., Andriani, R., Komarudin, H., & Andrianto, A. (2012). *Environmental and Social Impacts of Oil Palm Plantations and their Implications for Biofuel Production in Indonesia*. Ecology and Society.

Saswattecha, K., Hein, L., Kroeze, C., & Jawjit, W. (2019). Effects of oil palm sustainability certification on environmental and economic performance among Indonesian smallholders. Red latinoamericana de palma sustentable.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Parques Nacionales Naturales de Colombia. CIFOR (2023). *Compensaciones ambientales e inversión forzosa del 1%*. Áreas protegidas de Colombia.

Plan nacional de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas degradadas (PNR). (2022). *Gestión en biodiversidad y servicios eco sistémicos*. Red ambiental de desarrollo.

Roundtable on Sustainable Palm Oil, (2020). *Impacto social y ambiental asociada a la producción de palma*. Certificación RSPO.

U.S. Department of Agriculture (2021). *United States Department of Agriculture*. USDA.

RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Apéndices

Apéndice A.

Área de restauración.



Apéndice B.

Supervisión en labores de campo.



Apéndice C.

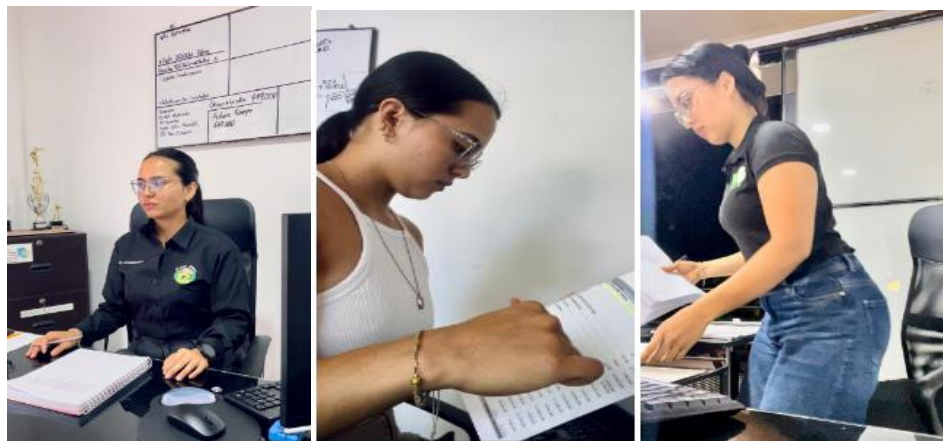
Aplicación de entrevistas en campo.



RESTAURACIÓN Y ACOMPAÑAMIENTO TÉCNICO

Apéndice D.

Revisión de documentos normativos y lineamientos internos de la empresa con base en sostenibilidad ambiental



Apéndice E.

Muestra de inventario forestal.

