



**Formulación de medidas de manejo ambiental para los impactos de la
deforestación en el Catatumbo, 2000-2023**

Proyecto de investigación

KAROL JIMENA LOBO ROMERO

1005485509

MAHICOLL GUILLERMO RAMIREZ CACERES

1007940252

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER

Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías

Ingeniería Ambiental

Bucaramanga, 11 de febrero de 2026



**Formulación de medidas de manejo ambiental para los impactos de la
deforestación en el Catatumbo, 2000-2023**

Proyecto de investigación

KAROL JIMENA LOBO ROMERO
1005485509

MAHICOLL GUILLERMO RAMIREZ CACERES
1007940252

**Trabajo de Grado para optar al título de
Ingeniero Ambiental**

DIRECTOR
BEATRIZ HELENA MOJICA

CODIRECTOR
MAURICIO ANDRES RUIZ OCHOA

UNIDADES TECNOLÓGICAS DE SANTANDER
Facultad de Ciencias Naturales e Ingenierías
Ingeniería Ambiental

Bucaramanga, 11 de febrero de 2026

Nota de Aceptación

Aprobado en cumplimiento de
los requisitos exigidos por las
Unidades Tecnológicas de Santander
para optar el título de Ingenieros ambientales
Según acta de comité de trabajo de grado
Número 2 del día 18 del mes de febrero del año 2026
Evaluado por el docente Mg. Paola Andrea Hernández Acero



Mg. Paola Andrea Hernández Acero

Firma del Evaluador



M. Sc. Beatriz Helena Mojica Figueroa

Firma del director

DEDICATORIA

Con profunda gratitud, dedico este logro especialmente a Dios, por ser mi guía y mi fortaleza en cada paso de este camino. A mi mamá, mi raíz y mi motor, por enseñarme que los sueños se construyen con esfuerzo, disciplina y amor. Cada sacrificio suyo es la razón por la que hoy puedo escribir estas palabras con orgullo, agradezco su sabiduría, su infinita paciencia y por ser la fuerza silenciosa que siempre me sostuvo.

A mi familia y amigos, por abrazarme en los días difíciles y celebrar conmigo cada pequeño avance. Este logro no representa solo un proyecto terminado, sino una historia de lucha, constancia y esperanza compartida.

Hoy este triunfo lleva mi nombre, pero tiene el corazón de todos ustedes.

Karol Jimena Lobo Romero

Dedico este logro, en primer lugar, a mi familia, quienes han sido mi mayor fuente de inspiración, apoyo y fortaleza a lo largo de mi vida. Su amor incondicional, sus sacrificios y su confianza en mí han sido el motor que me impulsó a no rendirme y a alcanzar esta meta. De manera muy especial, dedico también este trabajo a mi novia, por su amor, paciencia y comprensión durante este proceso, por acompañarme en cada desafío y por motivarme constantemente a creer en mis capacidades y seguir adelante. Este logro también les pertenece a ustedes.

Mahicoll Guillermo Ramírez Caceres

AGRADECIMIENTOS

Agradezco profundamente a Dios por iluminar cada paso de este proceso y darme la fortaleza necesaria para no rendirme ante las dificultades. A mi mamá, por ser mi apoyo incondicional, por su paciencia, sus consejos y por acompañarme con amor en cada momento de este camino. Su confianza en mí ha sido el impulso más grande para alcanzar esta meta. A mis directores de proyecto, al Profesor Mauricio Andrés Ruiz Ochoa y Beatriz Helena Mojica, por su guía, compromiso y valiosas orientaciones que hicieron posible el desarrollo de este trabajo. A mis docentes y compañeros, por compartir sus conocimientos, experiencias y apoyo durante esta etapa de formación y todas las personas que aportaron directa o indirectamente a la realización de este proyecto, gracias por ser parte fundamental de este logro.

Karol Jimena Lobo Romero

Quiero expresar mi más sincero agradecimiento a todas las personas que hicieron posible la culminación de este trabajo de grado. En primer lugar, agradezco a Dios por brindarme la fortaleza, la sabiduría y la perseverancia necesarias para superar cada desafío presentado durante este proceso académico. A mi familia, por su apoyo incondicional, su paciencia y sus palabras de ánimo en los momentos más difíciles. Su confianza en mí ha sido el motor que me impulsó a seguir adelante. A mi director(a) de trabajo de grado, por su orientación, dedicación y valiosos aportes, que fueron fundamentales para el desarrollo y la finalización de esta investigación.

A mis docentes y compañeros, quienes contribuyeron con sus conocimientos, consejos y apoyo durante esta etapa de formación profesional. A mi novia, por su amor, paciencia y apoyo constante, por creer en mí incluso en los momentos más difíciles y ser parte esencial de este logro. Finalmente, agradezco a todas aquellas personas que, de una u otra manera, aportaron a la realización de este proyecto y me acompañaron en este importante logro académico.

Mahicoll Guillermo Ramírez Cáceres

CONTENIDO

RESUMEN EJECUTIVO	12
INTRODUCCIÓN	13
1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN	15
1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	15
1.2. JUSTIFICACIÓN	16
1.3. OBJETIVOS	18
1.3.1. OBJETIVO GENERAL	18
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	18
1.4. ESTADO DEL ARTE	19
1.4.1. A NIVEL INTERNACIONAL	19
1.4.2. A NIVEL NACIONAL	21
1.4.3. A NIVEL REGIONAL Y LOCAL	24
2. MARCO REFERENCIAL	26
2.1. MARCO GEOGRÁFICO	26
2.2. MARCO CONCEPTUAL	28
2.2.1. DEFORESTACIÓN	28
2.2.2. EVALUACIÓN DE IMPACTO AMBIENTAL	29
2.2.3. IMPACTO AMBIENTAL	29
2.2.4. MANEJO SOSTENIBLE DEL TERRITORIO	30
2.2.5. MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	31
2.2.6. RECURSOS FORESTALES	32
2.3. MARCO TEÓRICO	33
2.3.1. DIAGRAMA DE CAUSA Y EFECTO	33
2.3.2. DIAGRAMA MATRICIAL	34
2.3.3. METODOLOGÍA CONESA	34
2.3.4. CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	40
2.4. MARCO LEGAL	42
3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN	45

3.1. ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN	45
4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO	48
4.1. FASE 1. IDENTIFICACIÓN DEL ENTORNO SOCIOAMBIENTAL	48
4.1.1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA CIENTÍFICA	49
4.1.2. REVISIÓN DE FUENTES INSTITUCIONALES OFICIALES	52
4.1.3. FUENTES INSTITUCIONALES CONSULTADAS	53
4.2. FASE 2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	56
4.3. FASE 3. FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	57
5. RESULTADOS	59
5.1. ENTORNO SOCIOAMBIENTAL DE LA DEFORESTACIÓN POR EXPANSIÓN AGRÍCOLA	59
5.2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES	75
5.3. MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL	95
5.3.1. PLANES DE MANEJO DE IMPACTOS AMBIENTALES (PMI)	96
5.3.2. PLANES DE MONITOREO Y SEGUIMIENTO AMBIENTAL (PMS)	107
6. CONCLUSIONES	119
7. RECOMENDACIONES	121
8. BIBLIOGRAFÍA	123
9. APÉNDICES	130

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 UBICACIÓN GEOGRÁFICA DEL CATATUMBO.....	26
FIGURA 2. PÉRDIDA DE COBERTURA ARBÓREA EN COLOMBIA.....	59
FIGURA 3. ANÁLISIS DE DEFORESTACIÓN POR AÑOS.....	62
FIGURA 4. DEFORESTACIÓN POR COCA EN CATATUMBO A NIVEL MUNICIPAL (2005–2014).....	73
FIGURA 5. EQUIVALENCIA DE LA DEFORESTACIÓN EN CATATUMBO EN CAMPOS DE FÚTBOL.....	74
FIGURA 7. DIAGRAMA DE CAUSA – EFECTO.....	76
FIGURA A1. PORCENTAJE DE ARTÍCULOS POR AÑO DE PUBLICACIÓN.....	130
FIGURA A2. PORCENTAJE DE PUBLICACIONES POR PAÍS.....	131
FIGURA A3. PORCENTAJE DE ARTÍCULOS POR TEMA PRINCIPAL.....	132

LISTA DE TABLAS

TABLA 1. CRITERIOS Y RANGOS DE VALORACIÓN DEL MÉTODO DE CONESA.....	36
TABLA 2. CALIFICACIÓN DE ECUACIÓN 2.....	40
TABLA 3. CALIFICACIÓN AMBIENTAL.....	42
TABLA 4. MARCO LEGAL APLICABLE A LA DEFORESTACIÓN Y EXPANSIÓN AGRÍCOLA EN COLOMBIA	43
TABLA 5. PALABRAS CLAVE EN ESPAÑOL E INGLÉS	49
TABLA 6. ECUACIÓN FINAL DE BÚSQUEDA	51
TABLA 7. CRITERIOS DE INCLUSIÓN Y EXCLUSIÓN.....	52
TABLA 8. FUENTES INSTITUCIONALES OFICIALES	53
TABLA 9. CRITERIOS DE SELECCIÓN DE FUENTES INSTITUCIONALES	55
TABLA 10. MÉTODO MATRICIAL	79
TABLA 11. MATRIZ DE VALORACIÓN DE IMPACTOS – MÉTODO MATRICIAL	92
TABLA 12. DEFINICIÓN DE LOS PMI PARA LOS IMPACTOS GENERADOS POR LA DEFORESTACIÓN EN EL CATATUMBO.....	96

LISTA DE ECUACIONES

ECUACIÓN 1. CÁLCULO PARA LA CALIFICACIÓN AMBIENTAL MÉTODO CONESA,	39
ECUACIÓN 2. CÁLCULO PARA DETERMINAR LA CATEGORIZACIÓN AMBIENTAL DEL PROYECTO	41
ECUACIÓN 3. ECUACIÓN PARA LA CALIFICACIÓN AMBIENTAL – MÉTODO MATRICIAL	94

LISTA DE APÉNDICE

APÉNDICE A. REVISIÓN SISTEMÁTICA DE LITERATURA	130
-------------------------------------------------------------	-----

RESUMEN EJECUTIVO

La presente investigación tuvo como objetivo formular medidas de manejo ambiental para los impactos generados por la deforestación asociada a la expansión agrícola en la región del Catatumbo. Metodológicamente, el estudio se desarrolló en tres fases: en primer lugar, se construyó una línea base socioambiental mediante revisión bibliográfica y análisis de información institucional; posteriormente, se identificaron y valoraron los impactos ambientales a través de herramientas como el diagrama de causa–efecto, matrices comparativas y el método CONESA; finalmente, se formularon medidas de manejo ambiental orientadas a la prevención, mitigación y control de los impactos priorizados. Los resultados evidencian que la deforestación en el Catatumbo responde a la interacción de factores productivos, sociales y territoriales, destacándose la expansión agrícola, la ganadería y los cultivos ilícitos. Asimismo, se identificaron impactos relevantes como la pérdida de cobertura vegetal, la alteración de los ciclos hidrológicos, el deterioro del suelo y la reducción de servicios ecosistémicos, los cuales presentan un carácter acumulativo y persistente. En este sentido, la evaluación permitió clasificar el proyecto dentro de una categoría de impacto ambiental alto. En consecuencia, se diseñaron programas de manejo y seguimiento ambiental que orientan la gestión sostenible del territorio.

PALABRAS CLAVE: Deforestación; expansión agrícola; impactos ambientales; Catatumbo; gestión ambiental.

INTRODUCCIÓN

La deforestación asociada a la expansión agrícola representa una de las principales problemáticas socioambientales en regiones estratégicas de Colombia, especialmente en territorios con alta biodiversidad y condiciones de vulnerabilidad social, como el Catatumbo. Este fenómeno responde a la interacción de múltiples factores, entre los que se destacan las dinámicas productivas, las condiciones de vida de la población y las formas de ocupación del territorio, generando transformaciones significativas en los ecosistemas y en los servicios que estos proveen (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2024). En este sentido, el análisis de la deforestación no solo implica la cuantificación de la pérdida de cobertura vegetal, sino también la comprensión de las relaciones que estructuran dicha problemática.

El interés por abordar esta temática se sustenta en la necesidad de aportar elementos técnicos que contribuyan a la gestión ambiental del territorio, mediante el uso de herramientas metodológicas que permitan identificar, analizar y priorizar los impactos ambientales derivados de la deforestación. A partir de ello, se reconoce la importancia de formular medidas de manejo orientadas a la protección de los recursos forestales y al uso sostenible del suelo, en concordancia con los lineamientos de planificación ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Desde esta perspectiva, el problema de investigación se centra en la limitada articulación entre el análisis de las causas de la deforestación y la formulación de estrategias de manejo ambiental que respondan de manera integral a sus efectos. Aunque existen estudios que documentan la pérdida de cobertura forestal, en muchos casos no se profundiza en la relación entre los factores generadores, sus efectos directos y los impactos de mayor escala, lo que dificulta la toma de decisiones orientadas a la gestión del territorio (Armenteras, 2019).

En consecuencia, el presente trabajo tuvo como objetivo formular medidas de manejo ambiental, a través de programas y proyectos, para los impactos generados por la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo. Para su desarrollo, se plantea un enfoque metodológico estructurado en tres fases: la construcción de una línea base socioambiental, el análisis y evaluación de impactos mediante herramientas como matrices comparativas y el método CONESA, y la formulación de medidas de manejo ambiental. De esta manera, el estudio aportará a la comprensión de la dinámica socioambiental del Catatumbo y orientará la toma de decisiones por parte de las autoridades ambientales, contribuyendo al manejo sostenible del territorio.

1. DESCRIPCIÓN DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

La deforestación es un proceso asociado al cambio en el uso del suelo que se ha intensificado en distintas regiones del mundo. En el contexto colombiano, este fenómeno se relaciona con la expansión de la frontera agrícola, la minería y la tala ilegal, actividades que han generado degradación de ecosistemas y pérdida de cobertura forestal. En la región del Catatumbo, la transformación de los ecosistemas ha incrementado la presión sobre los recursos naturales y ha generado riesgos ambientales y sociales para las comunidades locales (Aponte, 2022).

De acuerdo con el Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [IDEAM - MADS], 2023), en el departamento de Norte de Santander una proporción considerable de los bosques corresponde a formaciones secundarias tardías, resultado de procesos históricos de aprovechamiento selectivo durante la colonización. Asimismo, la entidad señala que la expansión de la frontera agrícola constituye la principal causa de deforestación en la región. En coherencia con lo anterior, la Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2022) indica que la expansión agrícola representa más del 70 % de la pérdida de bosques tropicales.

La pérdida de cobertura vegetal impacta la diversidad biológica, altera el equilibrio ambiental y modifica las condiciones ecológicas del territorio. En este sentido, se hace necesario analizar los impactos ambientales generados por la deforestación asociada a la expansión agrícola en el Catatumbo durante el periodo 2000–2023, con el propósito de formular medidas de manejo que contribuyan a la gestión ambiental del territorio (Rozo López, 2018). En consecuencia, se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿De qué manera la formulación de medidas de manejo ambiental, a partir de la evaluación de los impactos generados por la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo durante el periodo 2000–2023, puede orientar a las autoridades ambientales en la protección de los recursos forestales y el manejo sostenible del territorio?.

1.2. JUSTIFICACIÓN

El Catatumbo, ubicado en el departamento de Norte de Santander, se caracteriza por su diversidad ecosistémica y por la presencia de bosques que cumplen funciones ambientales relevantes para la regulación hídrica, la conservación de la biodiversidad y el sostenimiento de actividades productivas locales. No obstante, el crecimiento de la agricultura, la tala indiscriminada y la presencia de cultivos ilícitos han generado una disminución progresiva de la cobertura forestal, afectando los servicios ecosistémicos que sustentan a las comunidades del territorio (Peña

Villamil, Ríos Rodríguez, & Madariaga, 2024). De igual forma, la deforestación ha producido fragmentación de hábitats, pérdida de suelo y deterioro de la calidad ambiental, procesos que se relacionan con dinámicas sociales y económicas propias de la región (Solano, 2024). En este contexto, la necesidad del presente estudio radica en la ausencia de un análisis integral que articule la identificación de los impactos ambientales con la formulación de medidas de manejo orientadas específicamente al periodo 2000–2023 en el Catatumbo. Si bien existen diagnósticos generales sobre la deforestación, resulta pertinente desarrollar una evaluación estructurada que permita comprender la magnitud y el alcance de los impactos derivados de la expansión agrícola, como base para la toma de decisiones ambientales.

Desde el punto de vista social, la investigación aporta elementos para fortalecer la gestión territorial, en la medida en que los efectos de la pérdida de cobertura forestal inciden en la disponibilidad de recursos naturales, la estabilidad de los sistemas productivos y las condiciones de vida de las comunidades rurales. Asimismo, en el ámbito económico, la degradación del suelo y la disminución de los servicios ecosistémicos pueden afectar la sostenibilidad de actividades agrícolas y pecuarias, lo cual hace necesario promover estrategias que armonicen la producción con la conservación.

En términos técnicos y metodológicos, el trabajo propone la aplicación de herramientas de evaluación de impactos ambientales que permiten organizar y

priorizar los efectos asociados a la deforestación, facilitando la formulación de medidas de manejo ambiental viables para el contexto regional. En este sentido, la investigación ofrece insumos que pueden ser utilizados por las autoridades ambientales como soporte para la planificación y el manejo sostenible del territorio. De esta manera, el estudio no solo contribuye al desarrollo académico del programa de Ingeniería Ambiental de las Unidades Tecnológicas de Santander, sino que también aporta elementos prácticos para orientar la protección de los recursos forestales y promover una gestión ambiental acorde con las dinámicas socioambientales del Catatumbo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo general

Formular medidas de manejo ambiental, a través de programas y proyectos, para los impactos ambientales generados por la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo para el periodo 2000-2023, que orienten a las autoridades ambientales en la protección de los recursos forestales y el manejo sostenible del territorio.

1.3.2. Objetivos específicos

- Identificar el entorno socioambiental que causa la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo, a partir de datos disponibles en el

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), datos abiertos, políticas y directrices, que permitan el establecimiento de una línea base para el entendimiento del territorio.

- Analizar la línea base ambiental de la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo, mediante el uso de matrices comparativas como herramienta metodológica, que sirvan de insumo permitan en la identificación de problemáticas y potencialidades del territorio, para su adecuada gestión y toma de decisiones.
- Evaluar los impactos ambientales generados por la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo, mediante el método de CONESA, para su priorización en términos del grado de afectación del territorio.

1.4. ESTADO DEL ARTE

1.4.1. *A nivel internacional*

La deforestación se refiere al proceso de transformar los bosques en otros tipos de suelos, como la agricultura y el desarrollo de infraestructuras. A nivel global, más del 50% de la pérdida de áreas forestales se debe a la conversión de bosques en tierras de uso agrícola. De acuerdo a la información reciente, entre 2000 y 2018, la gran parte de la deforestación observada ocurrió en biomas tropicales. A pesar de que se ha moderado la deforestación en América del Sur y en Asia, las selvas

tropicales de estas áreas continúan teniendo los niveles más altos de deforestación (Canton, 2021).

La deforestación se entiende como la conversión de áreas boscosas a otros usos del suelo, principalmente para actividades agrícolas, pecuarias o de infraestructura.

A escala global, la expansión agrícola se ha identificado como uno de los principales factores asociados a la pérdida de cobertura forestal. De acuerdo con la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO], 2021), la conversión de bosques en tierras destinadas a cultivos y pastoreo representa una proporción significativa de la deforestación mundial. Asimismo, los análisis correspondientes al periodo 2000–2018 evidencian que la mayor parte de la pérdida de bosque se concentró en regiones tropicales, aun cuando en algunos países de América del Sur y Asia se registraron reducciones en las tasas anuales de deforestación.

Estos datos permiten contextualizar la problemática en un escenario internacional, en el cual los cambios en el uso del suelo vinculados a la producción agropecuaria continúan ejerciendo presión sobre ecosistemas estratégicos. En consecuencia, el análisis de experiencias y tendencias globales aporta elementos comparativos para comprender cómo procesos similares pueden presentarse en regiones con características socioambientales particulares.

Asimismo, a nivel internacional, acuerdos como la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático, el Acuerdo de París y el Convenio

sobre la Diversidad Biológica establecen compromisos para la reducción de emisiones y la conservación de los ecosistemas, lo que refuerza la responsabilidad del Estado colombiano frente a la protección de sus bosques. En este marco, la Procuraduría General de la Nación ha enfatizado la necesidad de fortalecer la aplicación del régimen sancionatorio ambiental y la articulación institucional para enfrentar la deforestación (Procuraduría General de la Nación, 2025).

1.4.2. A nivel nacional

En Colombia, la tala de árboles se ha convertido en uno de los problemas más serios para el país, esto ha generado la afectación significativa de ecosistemas y comunidades locales, según Solar (2021), en zonas como Caquetá se evidencia principalmente a través de la tala y quema de bosques que son utilizados en gran medida para actividades ganaderas y agrícolas, prácticas que provocan daños en el suelo, como la erosión y desequilibrios en las capas freáticas, que con el tiempo generan eventos como inundaciones y sequías (Soler, 2021).

Así mismo, el IDEAM en su último informe muestra que la deforestación en Colombia alcanzó 113.608 hectáreas, tendencia que aumentó si se compara con los resultados emitidos en el 2023 con 79.256 hectáreas deforestadas. Entre las regiones más afectadas se pueden encontrar la Amazonia, principalmente, Guaviare, Meta y Caquetá, tierras que son en su mayoría acaparadas, otras se utilizan para ganadería extensiva y para cultivos ilícitos.

De acuerdo a lo anterior, el sitio web del Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), mediante el Sistema de Monitoreo de Bosques y Carbono, se puede acceder a información detallada y actual sobre cómo están cambiando los bosques en Colombia. Este sistema proporciona datos esenciales relacionados con la deforestación, modificaciones en la cobertura forestal y las emisiones de carbono generadas, lo que representa un recurso crucial para el estudio de problemas ambientales como la expansión de la agricultura y el deterioro de ecosistemas importantes.

Esta información es de gran importancia para este proyecto, ya que ayuda a fundamentar el diagnóstico socioambiental con datos técnicos fiables y oficiales. Por su parte, Mateus (2019), una de las principales salidas frente a la deforestación en Colombia es fortalecer la gestión local mediante estrategias de conservación comunitaria, la creación y consolidación de áreas protegidas, así como la implementación de alternativas productivas sostenibles que disminuyan la presión sobre los bosques. El autor señala que, aunque las metas internacionales buscan reducir drásticamente la deforestación hacia 2030, es en los territorios donde se deben generar soluciones viables que incluyan educación ambiental, uso responsable del suelo, incentivos económicos para la restauración y procesos de participación ciudadana (Mateus, 2019).

Ahora bien, según Rozo López (2020), existen muchas comunidades indígenas como la Sikuni ubicadas en el departamento de Arauca que van desapareciendo paulatinamente y que están al borde de la extinción, la principal causa es el conflicto armado y la toma de sus territorios por parte de multinacionales. Rozo López, denomina esta situación como “guerra contra los mundos relacionales” en el que la naturaleza se ve como un objeto que puede ser explotado sin medida lo que conlleva a expansión agrícolas, ganadera y la explotación minera desencadenando una deforestación masiva que pone en riesgo la supervivencia de pueblos indígenas (Rozo López, 2020).

Desde una perspectiva socioeconómica, los datos del DANE permiten comprender las condiciones estructurales que inciden en esta dinámica. En Colombia, cerca del 22,9 % de la población reside en zonas rurales, donde existen limitaciones en el acceso a infraestructura, servicios públicos, asistencia técnica y financiamiento productivo (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2019; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2015). Estas condiciones favorecen el desarrollo de actividades agropecuarias extensivas y, en algunos casos, la vinculación a economías ilícitas, lo que incide directamente en la transformación del uso del suelo. Adicionalmente, procesos como la migración y el envejecimiento rural generan cambios en la estructura productiva, manteniendo la

presión sobre los recursos naturales (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2023).

Desde el enfoque jurídico, la problemática de la deforestación en Colombia se encuentra enmarcada en un amplio conjunto de normas nacionales e internacionales que establecen la obligación del Estado de proteger el medio ambiente. La Constitución Política, reconoce el derecho a un ambiente sano (artículo 79) y establece el deber estatal de planificar el uso de los recursos naturales y prevenir su deterioro (artículo 80). Estas disposiciones se complementan con instrumentos como la Ley 99 de 1993, que crea el Sistema Nacional Ambiental, y la Ley 2111 de 2021, que tipifica delitos ambientales como el ecocidio y la deforestación (Congreso de la República de Colombia, 2021; Congreso de la República de Colombia, 1993).

1.4.3. A nivel regional y local

En el municipio de Tibú, en la región del Catatumbo, la tala indiscriminada de árboles emerge como un impulsor clave de impacto ambiental que afecta gravemente los suelos, los recursos hídricos y el bienestar de las comunidades locales. Solano (2024), documenta cómo esta dinámica, combinada con prácticas como la quema de bosques, la expansión de cultivos ilícitos y la presencia de grupos al margen de la ley, ha intensificado la degradación ambiental, generando cambios de uso del suelo, pérdida de cobertura boscosa, contaminación de cuerpos de agua

y deterioro de los servicios ecosistémicos. Además, la autora señala que estas afectaciones están vinculadas a procesos sociales complejos, como el desplazamiento de poblaciones y la falta de control estatal en territorios fragmentados por el conflicto, lo que agrava las consecuencias ambientales en la zona (Solano, 2024).

En este contexto, enfrentar la problemática en territorios como el Catatumbo requiere integrar los aportes de la ciencia con los saberes tradicionales de las comunidades, de modo que las acciones orientadas a mitigar la deforestación generen beneficios concretos para la población local y contribuyan a la conservación de los ecosistemas clave.

2. MARCO REFERENCIAL

2.1. MARCO GEOGRÁFICO

El Catatumbo se localiza en el nororiente de Colombia, en el departamento de Norte de Santander, y limita al norte y oriente con la República Bolivariana de Venezuela. Este territorio comprende municipios como Tibú, El Tarra, Convención, Teorama y Sardinata, entre otros, y se caracteriza por la presencia de la cuenca del río Catatumbo, extensas áreas de bosque húmedo tropical y zonas de transición hacia la Serranía del Perijá (Centro Nacional de Memoria Histórica, 2018).

Figura 1 *Ubicación geográfica del Catatumbo.*



Fuente: Procuraduría General de la Nación (2020)

La zona del Catatumbo se encuentra en la parte noreste del departamento de Norte de Santander, e incluye los municipios de Ocaña, El Carmen, Convención, Teorama, San Calixto, Hacarí, La Playa, El Tarra, Tibú y Sardinata. En esta área se encuentran los resguardos Motilón-Barí y Catalaura, donde vive la comunidad indígena Barí. Este territorio posee una notable variedad biológica y abundancia natural, surcada por múltiples ríos, quebradas y caños. El río Catatumbo atraviesa toda la región, desde su origen en las montañas de Ábrego, hasta su salida en el Lago de Maracaibo en Venezuela (Figura 1) (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2025).

La región está compuesta por áreas planas, montañas y selvas, y presenta una rica diversidad natural. Tiene una abundante cantidad de recursos hídricos y forestales, con aproximadamente el 50% de su territorio cubierto por bosques, así como amplias áreas de gran relevancia ecológica, entre las que se encuentran el Parque Nacional Natural Catatumbo Barí, la Zona de Reserva Forestal de la Serranía de los Motilones y el Área Natural Única Los Estoraques. También alberga dos resguardos indígenas de la comunidad barí: Katalaura y Motilón-Barí (Parques Nacionales Naturales de Colombia, 2025).

La intervención del Estado, en esta región ha sido bastante limitada. La infraestructura es insuficiente y hay un gran déficit de servicios públicos, además de altos índices de pobreza y exclusión social: el promedio del Índice de Necesidades

Básicas Insatisfechas (NBI) en estos municipios asciende al 41,4%, lo cual supera con creces el índice nacional que es del 14,1%. Un 29,3% de los niños y niñas no asisten a centros educativos. Respecto a las viviendas, el 32% no tiene acceso a electricidad, el 85,2% carece de suministro de agua potable y el 93,1% no dispone de un sistema de saneamiento (Hoja de Ruta Catatumbo, 2020: 61). A finales de 2021, había en la región 18. 329 migrantes provenientes de Venezuela, lo que representa alrededor del 9,8% del total en Norte de Santander, convirtiéndose en la segunda zona con mayor concentración de migrantes tras Bogotá (Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE], 2020).

2.2. MARCO CONCEPTUAL

2.2.1. Deforestación

De acuerdo con la Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO] (2018), la deforestación se define como la conversión de los bosques a otros usos del suelo, independientemente de si el cambio es inducido por actividades humanas o por causas naturales dentro de un periodo determinado. En este sentido, no se refiere únicamente a la pérdida de árboles, sino a una transformación permanente del uso del territorio.

Este proceso implica la alteración de la estructura y funciones de los ecosistemas forestales, afectando la biodiversidad, la regulación hídrica y el almacenamiento de carbono. En América Latina, la deforestación se asocia principalmente con la expansión de la frontera agrícola, la ganadería extensiva, la tala ilegal y el desarrollo

de proyectos de infraestructura y minería (Armenteras, 2019). Estas dinámicas reflejan cambios en el uso del suelo que generan impactos ambientales y sociales relevantes en los territorios donde se presentan.

2.2.2. Evaluación de impacto ambiental

La Evaluación de Impacto Ambiental (EIA), es un instrumento de gestión ambiental cuyo propósito es identificar, predecir y valorar los efectos que un proyecto, obra o actividad puede generar sobre el medio ambiente antes de su ejecución (Montaje, Esteves, & Vanclay, 2024). Su carácter preventivo permite anticipar riesgos y establecer medidas orientadas a evitar, reducir o compensar posibles impactos negativos.

La EIA, constituye un mecanismo técnico que apoya la toma de decisiones, al integrar criterios ambientales en la planificación de actividades productivas o de infraestructura. En el caso de proyectos que inciden sobre recursos forestales, como la construcción de vías o la expansión agroindustrial, este instrumento permite evaluar los efectos asociados a la deforestación y definir medidas de manejo acordes con las características del territorio.

2.2.3. Impacto ambiental

El impacto ambiental, se define como cualquier modificación del medio ambiente, ya sea positiva o negativa, que resulta de la ejecución de una acción, proyecto, plan

o actividad sobre los componentes físicos, bióticos y socioeconómicos del entorno (Montaje, Esteves, & Vanclay, 2024). Esta modificación puede manifestarse en cambios sobre el suelo, el agua, el aire, la flora, la fauna o las dinámicas sociales vinculadas al territorio.

Desde el punto de vista técnico, los impactos ambientales se caracterizan según diversos atributos, entre ellos su magnitud, extensión geográfica, duración en el tiempo, reversibilidad y posibilidad de acumulación. Estas características permiten establecer criterios para su identificación y valoración dentro de los procesos de evaluación ambiental (Chandrappa, 2021). Asimismo, los impactos pueden clasificarse como directos, cuando se derivan de manera inmediata de una acción específica; indirectos, cuando surgen como efecto secundario; o acumulativos, cuando se producen por la interacción progresiva de varias actividades en un mismo espacio.

2.2.4. Manejo sostenible del territorio

El Manejo Sostenible del Territorio (MST), es un enfoque orientado a promover un desarrollo equilibrado de un área geográfica, garantizando que el uso y aprovechamiento de los recursos naturales se realice sin comprometer su disponibilidad futura ni generar afectaciones significativas en el entorno físico y social (Canton, 2021). Este enfoque parte de la articulación entre crecimiento económico, conservación ambiental y bienestar social.

El MST, trasciende la gestión estrictamente forestal, al integrar el ordenamiento del suelo, la planificación del desarrollo rural y la protección de ecosistemas estratégicos. En este sentido, implica coordinar instrumentos normativos, políticas públicas y acciones institucionales que orienten el uso adecuado del territorio. Asimismo, la sostenibilidad territorial demanda una gestión transectorial que articule dimensiones ambientales, sociales y económicas en los procesos de planificación y toma de decisiones (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2024).

2.2.5. Medidas de manejo ambiental

Las Medidas de Manejo Ambiental (MMA), corresponden al conjunto de acciones técnicas y operativas orientadas a prevenir, mitigar, corregir, controlar y compensar los impactos ambientales derivados de la ejecución de proyectos o actividades antrópicas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023). Estas medidas se formulan en el marco de instrumentos como la Evaluación de Impacto Ambiental y se articulan con los principios del Manejo Sostenible del Territorio.

De acuerdo con el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, las MMA pueden clasificarse según su propósito. Las medidas de prevención buscan evitar la ocurrencia del impacto, por ejemplo, mediante la implementación de sistemas de monitoreo y control frente a la tala ilegal. Las medidas de mitigación están orientadas a reducir la magnitud del impacto, a través de prácticas de

aprovechamiento forestal de bajo impacto o la adopción de sistemas agroforestales.

Por su parte, las medidas de compensación incluyen programas de restauración, rehabilitación y reforestación en áreas afectadas, con el fin de recuperar funciones ecológicas y servicios ecosistémicos antrópicas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

En este contexto, las medidas de manejo ambiental representan el componente operativo que permite traducir los principios de sostenibilidad territorial en acciones concretas para la protección y recuperación de los recursos forestales.

2.2.6. Recursos forestales

Los recursos forestales comprenden el conjunto de bienes y servicios ecosistémicos derivados de los bosques, incluyendo productos maderables y no maderables, así como funciones ecológicas asociadas a la regulación ambiental (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020). Entre estos servicios se encuentran la conservación de la biodiversidad, la protección del suelo, la regulación del ciclo hidrológico y la captura de carbono, aspectos que inciden directamente en la estabilidad climática y en el bienestar de las comunidades.

Además de su valor ecológico, los recursos forestales poseen relevancia social y económica, dado que sustentan actividades productivas y prácticas culturales en diferentes territorios. En este sentido, su conservación no solo responde a criterios

ambientales, sino también a la necesidad de garantizar medios de vida y equilibrio territorial (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

La deforestación afecta de manera directa la disponibilidad y calidad de estos recursos, al reducir la cobertura vegetal y alterar las funciones ecológicas del bosque. Por ello, las acciones orientadas a detener la pérdida de cobertura forestal y promover la restauración de áreas degradadas se alinean con metas internacionales como los Objetivos de Desarrollo Sostenible, particularmente aquellas relacionadas con la gestión sostenible de los ecosistemas terrestres (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2020).

2.3. MARCO TEÓRICO

2.3.1. *Diagrama de causa y efecto*

El diagrama de causa, efecto e impacto es una herramienta gráfica empleada en la evaluación ambiental para representar de manera organizada la relación entre un problema central, los factores que lo originan y los efectos que se derivan sobre los componentes físico, biótico y social del entorno (Silva de Jesus, 2021). En este sentido, su construcción inicia con la definición precisa del problema objeto de análisis; posteriormente, se identifican las causas directas e indirectas que inciden en su ocurrencia y, finalmente, se establecen los impactos asociados, lo que permite visualizar las interacciones existentes dentro del sistema evaluado.

Asimismo, esta herramienta facilita la comprensión integral de la problemática ambiental y apoya procesos de valoración cualitativa, priorización de medidas y planificación de acciones de manejo dentro de la gestión ambiental, al integrar de forma estructurada la relación entre causa, efecto e impacto en un esquema analítico que orienta la toma de decisiones (Sánchez, 2020).

2.3.2. Diagrama matricial

El diagrama matricial es una herramienta de análisis que organiza en forma de tabla la relación entre causas, efectos e impactos ambientales, lo que permite valorar la intensidad o presencia de dichas interacciones mediante criterios cualitativos. En este sentido, las causas se disponen en una dimensión y los efectos o impactos en la otra, con el fin de identificar de manera estructurada las relaciones existentes. Asimismo, facilita la priorización de factores relevantes y orienta la formulación de medidas de manejo dentro de la evaluación de impacto ambiental y los sistemas de gestión. De igual forma, permite identificar los impactos que pueden presentarse en las distintas fases del proyecto y estimar su importancia relativa (Castro Torres, 2020).

2.3.3. Metodología CONESA.

En la presente investigación, se trabajó la metodología de evaluación de impactos ambientales propuesta por Vicente CONESA y colaboradores, dada su amplia

aplicación en estudios de impacto ambiental en el contexto iberoamericano y su capacidad para integrar, en un solo índice, distintos atributos de cada impacto (Conesa, 2000). En su versión simplificada, esta metodología permite valorar de forma sistemática los impactos identificados y priorizar aquellos que requieren una mayor atención dentro del sistema de gestión ambiental del proyecto. En el método de CONESA, cada impacto se evalúa mediante diez criterios:

- Signo
- Intensidad (IN)
- Extensión (EX)
- Momento (MO)
- Persistencia (PE)
- Reversibilidad (RV)
- Recuperabilidad (MC)
- Sinergia (SI)
- Acumulación (AC)
- Efecto (EF)
- Periodicidad (PR)

A los cuales, se asignan valores numéricos según rangos predefinidos. Estos valores se combinan en una expresión que entrega un índice de importancia ambiental, a partir del cual el impacto se clasifica como compatible, moderado,

severo o crítico, lo que facilita concentrar el análisis y las medidas de manejo en los efectos de mayor relevancia.

Los criterios utilizados por CONESA, se resumen en la Tabla 1, donde se indica su significado, las categorías de valoración y la calificación asignada en cada caso:

Tabla 1. *Criterios y rangos de valoración del método de CONESA*

Criterio	Descripción	Categoría / Rango	Calificación
Signo	Carácter del impacto	Impacto benéfico	+
		Impacto perjudicial	-
Intensidad (IN)	Grado de incidencia o destrucción del factor afectado	Baja	1
		Media	2
		Alta	4
		Muy alta	8
		Total	12
Extensión (EX)	Área de influencia del impacto respecto al entorno de la actividad	Puntual	1
		Parcial	2
		Extensa	4

Criterio	Descripción	Categoría / Rango	Calificación
		Total	8
		Crítica (Cuando el efecto ocurre en un lugar crítico se suman 4 unidades al valor que corresponda)	(+4)
		Largo plazo	1
		Medio plazo	2
Momento (MO)	Plazo de manifestación del impacto desde que se genera la acción	Inmediato	4
		Crítico (Aparición en situación crítica)	+4
		Fugaz	1
Persistencia (PE)	Tiempo durante el cual permanece el efecto antes de que el factor pueda recuperar su condición inicial	Temporal	2
		Permanente	4

Criterio	Descripción	Categoría / Rango	Calificación
Reversibilidad (RV)	Capacidad de reconstrucción natural del factor afectado una vez cesa la acción	Corto plazo	1
		Medio plazo	2
		Irreversible	4
Sinergia (SI)	Refuerzo entre efectos cuando varias acciones actúan simultáneamente	Sin sinergismo (simple)	1
		Sinérgico	2
		Muy sinérgico	4
Acumulación (AC)	Incremento progresivo del efecto cuando la acción persiste en el tiempo	Simple	1
		Acumulativo	4
Efecto (EF)	Tipo de relación causa– efecto	Indirecto (secundario)	1
		Directo (primario)	4
Periodicidad (PR)	Regularidad con que se manifiesta el impacto en el tiempo	Irregular, aperiódico o discontinuo	1
		Periódico	2

Criterio	Descripción	Categoría / Rango	Calificación
		Continuo	4
		Recuperable inmediato	1
Recuperabilidad (MC)	Posibilidad de recuperar el factor mediante intervención humana	Recuperable a medio plazo	2
		Mitigable o compensable	4
		Irrecuperable	8

Nota. Autor (Arboleda González, 2008)

La importancia ambiental del impacto se calcula aplicando el algoritmo propuesto por CONESA (Ecuación 1):

Ecuación 1. *Cálculo para la calificación ambiental Método CONESA,*

$$Ca = 3IN + 2EX + MO + PE + RV + SI + AC + EF + PR + MC$$

Nota. Autor (Arboleda González, 2008)

De acuerdo con el valor obtenido de *I*, la significancia del impacto se interpreta así (Tabla 2):

Tabla 2. Calificación de Ecuación 2

Medición	Calificación
$Ca < 25$	impacto compatible o irrelevante con el medio
$25 \leq Ca < 50$	Impacto moderadamente
$50 \leq Ca < 75$	Impacto significativo o relevante
$Ca \geq 75$	Impacto muy significativo o grave

Nota. Autor (Arboleda González, 2008)

La información en la Tabla 2, se permite estandarizar la valoración de los criterios del método de CONESA y asegurar coherencia en la estimación de la importancia de todos los impactos evaluados. A partir de estos rangos, se diligencia la matriz de evaluación para cada impacto identificado (proveniente de la matriz matricial) y se calcula el índice Ca , lo que hace posible comparar la relevancia relativa de los impactos y priorizar aquellos que requieren medidas específicas de prevención, mitigación, corrección o compensación dentro del sistema de gestión ambiental del proyecto.

2.3.4. Categorización ambiental del proyecto

Una vez identificadas las acciones susceptibles de producir impacto (ASPI), determinados los aspectos ambientales asociados y valorados los impactos mediante las metodologías Conesa, se realiza una categorización ambiental global del proyecto.

Esta etapa busca sintetizar el conjunto de impactos individuales en un único indicador que permita clasificar el proyecto según la magnitud total de sus efectos ambientales, y así facilitar la toma de decisiones sobre su viabilidad y el alcance del plan de manejo (EPM, 2013). Para calcular la Calificación Ambiental global (CA) del proyecto, se realiza mediante la Ecuación 2:

Ecuación 2. *Cálculo para determinar la categorización ambiental del proyecto*

$$CA = \frac{(NMs \times 5) + (Ns \times 4) + (Nm \times 2) + (Ni \times 1)}{Nt}$$

En donde:

- CA: Calificación Ambiental
- NMs: Número de Impactos Muy Significativos
- Ns: Número de Impactos Significativos
- Nm: Número de Impactos Moderados
- Ni: Número de Impactos Irrelevantes
- Nt: Número total de impactos evaluados

De acuerdo con los valores obtenido se consideran los siguientes criterios relacionados en la Tabla 3:

Tabla 3. Calificación ambiental

Calificación ambiental (puntos)	Categorización ambiental del proyecto
1.0 – 1.99	Proyectos de impacto bajo
2.0 – 3.49	Proyectos de impacto medio
3.5 – 5.0	Proyectos de impacto alto

La categorización ambiental del proyecto, basada en la calificación global CA, permite sintetizar en un solo indicador el conjunto de impactos identificados y valorados durante la evaluación. Al relacionar el número de impactos según su importancia con los rangos de impacto bajo, medio y alto, se obtiene un juicio integrado sobre la magnitud ambiental del proyecto, que orienta la toma de decisiones y el diseño proporcional de las medidas de manejo dentro del sistema de gestión ambiental.

2.4. MARCO LEGAL

La Tabla 4, presenta las principales disposiciones normativas que regulan la protección de los recursos naturales y el aprovechamiento forestal en Colombia.

Tabla 4. Marco legal aplicable a la deforestación y expansión agrícola en Colombia

Norma	Descripción
Decreto 2811 de 1974 (Presidencia de la República de Colombia, 1974)	Regula el uso, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, incluyendo los bosques. Establece disposiciones para la protección forestal y el manejo racional del territorio.
Constitución Política de Colombia (Asamblea Nacional Constituyente, 1991)	Reconoce el derecho a gozar de un ambiente sano y establece la obligación estatal de planificar el manejo y aprovechamiento de los recursos naturales
Ley 99 de 1993 (Congreso de la República de Colombia, 1993)	Crea el Sistema Nacional Ambiental (SINA) y define las competencias de las autoridades ambientales.
Ley 1333 de 2009 (Congreso de la República de Colombia, 2009)	Establece el procedimiento sancionatorio ambiental frente a infracciones ambientales
Ley 1450 de 2011 (Congreso de la República de Colombia, 2011)	Incorpora lineamientos relacionados con el ordenamiento ambiental del territorio y el desarrollo sostenible
Decreto 1076 de 2015 (Presidencia de la República de Colombia, 2015)	Compila la normativa del sector Ambiente y Desarrollo Sostenible, incluyendo disposiciones sobre aprovechamiento forestal y permisos ambientales.

Norma	Descripción
Decreto 2811 de 1974 (Presidencia de la República de Colombia, 1974)	Regula el uso, conservación y aprovechamiento de los recursos naturales renovables, incluyendo los bosques. Establece disposiciones para la protección forestal y el manejo racional del territorio.
Ley 1931 de 2018 (Congreso de la Republica de Colombia, 2018)	Establece directrices para la gestión del cambio climático e integra criterios ambientales en la planificación sectorial y territorial.
Ley 1955 de 2019 (Cogreso de la Republica de Colombia, 2019)	Adopta el Plan Nacional de Desarrollo 2018–2022 e incluye estrategias para el control de la deforestación, la protección de áreas estratégicas y el fortalecimiento de la gestión ambiental.
Ley 2169 de 2021 (Cogreso de la Republica de Colombia, 2021)	Impulsa la acción climática y fortalece estrategias de reducción de la deforestación y transición hacia un desarrollo bajo en carbono.
Decreto 0116 de 2025 (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025)	Establece medidas ambientales en el marco del Estado de Conmoción Interior en la región del Catatumbo, orientadas a agilizar procesos de restauración ecológica, mediante la priorización de trámites para iniciativas que contribuyan al restablecimiento de las condiciones ambientales, económicas y sociales del territorio.
<i>Nota.</i> Fuente los autores	

El conjunto de estas disposiciones establece el marco jurídico que orienta la protección de los recursos naturales y regula las actividades productivas que pueden incidir en la cobertura forestal.

3. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. ENFOQUE Y TIPO DE INVESTIGACIÓN

La investigación se realizó bajo un enfoque mixto, con predominio cuantitativo en la recopilación y análisis de información espacial, y un componente cualitativo para comprender los factores socioambientales que impulsan la deforestación. El tipo de investigación fue descriptiva y exploratoria, es descriptiva ya que buscó caracterizar y evaluar los impactos ambientales de la deforestación por expansión agrícola; de igual forma exploratoria, por el uso de datos multitemporales y la identificación de tendencias. El razonamiento metodológico fue inductivo–deductivo, debido a que se partió de la observación de datos empíricos (imágenes satelitales, indicadores y variables socioambientales) para inducir patrones de deforestación, y posteriormente se dedujeron medidas de manejo a partir de la teoría ambiental y normativa vigente.

Es importante señalar que la presente investigación no incluyó trabajo de campo en el área de estudio. Esta decisión se fundamenta, en primer lugar, en las condiciones de seguridad de la región del Catatumbo, la cual ha sido históricamente afectada por la presencia de grupos armados al margen de la ley, lo que representa un riesgo para la integridad de los investigadores.

De igual forma, se identificaron limitaciones de acceso al territorio, asociadas a la baja conectividad vial, la dispersión geográfica de las zonas de estudio y la necesidad de contar con permisos institucionales y acompañamiento para el ingreso a ciertas áreas. Adicionalmente, se consideraron restricciones logísticas y económicas, dado que el desarrollo de trabajo de campo implicaba altos costos de desplazamiento, estadía y operación, teniendo en cuenta que los investigadores se encuentran ubicados en la ciudad de Bucaramanga.

En este contexto, se optó por un enfoque metodológico basado en la revisión de información secundaria proveniente de fuentes científicas y entidades oficiales como el IDEAM, DANE e IGAC, las cuales proporcionan datos confiables, actualizados y suficientes para el cumplimiento de los objetivos planteados.

Para dar cumplimiento a los objetivos planteados para este proyecto de investigación se plantearon en cuatro fases:

Fase I: Consistió en la identificación y análisis de los factores que inciden en la deforestación por expansión agrícola en la región del Catatumbo, considerando variables sociales, económicas y ambientales.

Fase II: Tuvo como propósito analizar los cambios en la cobertura forestal mediante la comparación de los años 2000, 2010 y 2023, estableciendo su relación con los factores socioambientales identificados.

Fase III: Priorización de los impactos ambientales asociados a la deforestación por expansión agrícola en donde se identificaron los impactos más relevantes sobre los

componentes abiótico, biótico y socioeconómico, se aplicó el método, para su valoración cualitativa y semicuantitativa, y se jerarquizaron en categorías alta, media y baja.

Fase IV: La formulación de medidas de manejo ambiental tuvo como propósito reducir los impactos identificados, para lo cual se revisaron experiencias exitosas de restauración y manejo forestal sostenible. Asimismo, se diseñaron medidas viables desde los enfoques técnico, económico y social, y se propusieron programas orientados a la reforestación, la conectividad ecológica, las prácticas agrícolas sostenibles y la gobernanza ambiental.

4. DESARROLLO DEL TRABAJO DE GRADO

El desarrollo del trabajo de grado en función del diseño metodológico y de los objetivos específicos, se soporta en la implementación de las siguientes actividades:

4.1. FASE 1. IDENTIFICACIÓN DEL ENTORNO SOCIOAMBIENTAL

La presente fase tuvo como propósito identificar las condiciones sociales y ambientales que influyen en la deforestación por expansión agrícola en la región del Catatumbo. Para ello, se estableció una línea base que permite comprender cómo las dinámicas territoriales han incidido en la pérdida de cobertura forestal durante el periodo de estudio. Para ello, se desarrollaron dos tipos de revisión. En primer lugar, se realizó una revisión bibliográfica científica orientada a reconocer los principales factores socioambientales relacionados con la deforestación y el cambio en el uso del suelo. En segundo lugar, se efectuó una revisión de fuentes institucionales oficiales, con el objetivo de recopilar información técnica, estadística y territorial que permitiera contextualizar la problemática en el ámbito regional.

La integración de ambos tipos de análisis facilitó la sistematización de información pertinente y actualizada, lo que permitió estructurar la línea base ambiental presentada en el capítulo de resultados.

4.1.1. Revisión bibliográfica científica

La revisión bibliográfica científica, tuvo como finalidad identificar los principales enfoques teóricos y hallazgos empíricos relacionados con la deforestación por expansión agrícola, así como los factores socioambientales asociados a este fenómeno en Colombia y América Latina. Este proceso permitió contextualizar el problema de estudio desde una perspectiva académica y fundamentar la construcción de la línea base ambiental.

4.1.1.1 Definición de palabras clave

Se realizó a partir del análisis de los objetivos de la investigación y de una revisión preliminar de literatura especializada. Se identificaron los conceptos centrales vinculados a la deforestación, el cambio en el uso del suelo y la expansión agrícola en el contexto territorial del Catatumbo (Tabla 5).

Tabla 5. *Palabras clave en español e inglés*

Español	Inglés
Deforestación	Deforestation
Pérdida de bosque	Forest loss
Cambio en el uso del suelo	Land use change
Expansión agrícola	Agricultural expansion

Español	Inglés
Agricultura	Agriculture
Catatumbo	Catatumbo
Colombia	Colombia

Nota. Fuente los autores

4.1.1.2 Determinación de sinónimos y descriptores controlados

Con el fin de ampliar la cobertura de la búsqueda y evitar sesgos por terminología, se incorporaron sinónimos y términos equivalentes en inglés y español. Para ello, se consultaron vocabularios controlados como el Tesouro de la UNESCO y el AGROVOC de la FAO, lo que permitió estandarizar los conceptos y fortalecer la precisión metodológica.

Por ejemplo, el término deforestation se relacionó con forest loss y land cover change, mientras que agricultural expansion se asoció con agriculture y land use change.

4.1.1.3 Construcción de la ecuación de búsqueda

La ecuación de búsqueda se estructuró mediante el uso de operadores booleanos (AND, OR), los cuales permitieron combinar los términos definidos y establecer relaciones lógicas entre las variables de interés.

El operador OR se empleó para integrar sinónimos, mientras que el operador AND permitió delimitar la búsqueda a documentos que abordaran simultáneamente la deforestación y la expansión agrícola en el contexto colombiano. La ecuación aplicada en la base de datos Scopus se presenta en la Tabla 6:

Tabla 6. *Ecuación final de búsqueda*

	(TITLE-ABS-KEY ("deforestation" OR "forest loss" OR "land cover change"))
Ecuación de búsqueda	AND TITLE-ABS-KEY ("agricultural expansion" OR "agriculture" OR "land use change") AND TITLE-ABS-KEY ("Catatumbo" OR "Colombia")

Nota. Fuente los autores

La aplicación de esta ecuación permitió recuperar un total de 138 documentos publicados entre los años 2000 y 2023.

4.1.1.4 Criterios de inclusión y exclusión

La definición de criterios de inclusión y exclusión permitió depurar los resultados obtenidos a partir de la ecuación de búsqueda, garantizando coherencia con los objetivos del estudio y fortaleciendo la transparencia metodológica (Tabla 7).

Tabla 7. Criterios de inclusión y exclusión

Elemento	Descripción
Idioma	Inglés – Español
Ventana temporal	2000–2023
Tipo de documento	Artículos científicos y revisiones
Base de datos	Scopus
Acceso	Texto completo disponible
Pertinencia temática	Relación directa con deforestación y expansión agrícola en Colombia

Tras la aplicación de estos criterios, se excluyeron 54 documentos que no cumplían con los parámetros establecidos. De los 84 documentos restantes, se realizó una revisión detallada, seleccionando finalmente 15 artículos que presentaron mayor pertinencia y aporte para el desarrollo del estudio.

4.1.2. Revisión de fuentes institucionales oficiales

Con el propósito de complementar la revisión científica y construir una línea base territorial basada en información oficial verificable, se realizó la consulta de fuentes institucionales de carácter técnico, estadístico y normativo.

Estas fuentes permiten caracterizar la dinámica de deforestación, las condiciones socioeconómicas y los patrones de uso del suelo en la región del Catatumbo. Se priorizaron documentos y sistemas de información publicados o actualizados entre 2020 y 2025, garantizando la actualidad y trazabilidad de los datos utilizados. Donde, se incluyeron entidades nacionales responsables del monitoreo ambiental, la producción estadística y la gestión territorial, así como instrumentos de planificación municipal vigentes.

4.1.3. Fuentes institucionales consultadas

Se presenta las fuentes institucionales oficiales consultadas durante el desarrollo de esta fase. En ella, se especifican las entidades responsables, los documentos o sistemas de información utilizados, el periodo de referencia, el tipo de información obtenida y la finalidad metodológica dentro del estudio. Esta sistematización permite garantizar la trazabilidad de los datos empleados y fortalecer la replicabilidad del proceso de análisis (Tabla 8).

Tabla 8. *Fuentes institucionales oficiales*

Entidad	Documento o sistema consultado	Periodo	Finalidad dentro del estudio
IDEAM – Instituto de Hidrología,	Informes <i>Monitoreo de la superficie de bosque y la</i>	2020– 2026	Identificar las tendencias recientes de deforestación y su

Entidad	Documento o sistema consultado	Periodo	Finalidad dentro del estudio
Meteorología y Estudios Ambientales	<i>deforestación en Colombia</i> y Boletines de Detección Temprana de Deforestación (ITD)		relación con la expansión agrícola en la región del Catatumbo
DANE – Departamento Administrativo Nacional de Estadística	Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 – resultados municipales actualizados y estadísticas territoriales recientes	2023–2025	Analizar las presiones socioeconómicas y demográficas que inciden en el uso del suelo y en la expansión de la frontera agrícola en el Catatumbo
IGAC – Instituto Geográfico Agustín Codazzi	Revista científica Análisis Geográficos N.º 57 y estudios técnicos relacionados con ordenamiento territorial y análisis espacial	2024	Incorporar enfoques metodológicos y conceptuales para el análisis del territorio y la relación entre dinámicas socioambientales y uso del suelo

Nota. Fuente los autores

4.1.3.1 Criterios de selección de fuentes

Con el fin de garantizar la confiabilidad y pertinencia de la información utilizada en la construcción de la línea base socioambiental, se establecieron criterios para la selección de las fuentes institucionales oficiales consultadas.

Estos criterios permitieron asegurar la calidad, actualidad y trazabilidad de los datos empleados en el estudio (Tabla 9).

Tabla 9. *Criterios de selección de fuentes institucionales*

Criterio	Descripción
Carácter oficial	Documentos emitidos por entidades estatales con competencia técnica y legal en materia ambiental, estadística o territorial.
Actualización	Publicaciones y sistemas de información actualizados en el periodo 2020–2025.
Acceso público	Información disponible en portales oficiales, garantizando verificación y transparencia.
Pertinencia temática	Relación directa con variables ambientales, sociales y territoriales vinculadas a la deforestación por expansión agrícola.

Nota. Fuente los autores

La Fase 1, permitió estructurar una base metodológica rigurosa para la identificación del entorno socioambiental asociado a la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo. La integración de la revisión bibliográfica científica y el análisis de fuentes institucionales oficiales garantizó un enfoque complementario, fundamentado tanto en evidencia académica como en información técnica verificable. Este proceso aseguró la trazabilidad, coherencia y replicabilidad del estudio, sentando las bases para el análisis presentado en el capítulo de resultados.

4.2. FASE 2. IDENTIFICACIÓN Y VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Identificar y valorar los impactos ambientales generados por la deforestación asociada a la expansión agrícola en el Catatumbo, mediante la aplicación de herramientas metodológicas que permitan determinar su nivel de afectación sobre el territorio. Una vez establecida la línea base ambiental y socioeconómica del área de estudio, esta fase se orientó a la identificación y valoración de los impactos derivados de las actividades relacionadas con la deforestación y el cambio en el uso del suelo. Las actividades desarrolladas para el cumplimiento de este objetivo fueron las siguientes:

Selección y aplicación de metodologías de evaluación: Se seleccionaron metodologías complementarias para la identificación y valoración de impactos ambientales, entre ellas el método matricial, que permitió identificar de manera estructurada los impactos directos e indirectos derivados de las acciones asociadas a la deforestación.

Identificación de impactos ambientales: A partir de la aplicación de las metodologías seleccionadas, se identificaron los impactos ambientales asociados a la deforestación por expansión agrícola.

Estos impactos fueron organizados y clasificados según su naturaleza y nivel de incidencia, considerando su afectación sobre los componentes bióticos, abióticos y socioeconómicos del territorio.

Valoración de los impactos ambientales: Posteriormente, se realizó la valoración de los impactos identificados mediante la metodología de CONESA, la cual permitió evaluar cada impacto a partir de criterios como intensidad, extensión, persistencia, reversibilidad, acumulación, entre otros. Esta valoración condujo a la obtención de un índice de importancia ambiental, a partir del cual los impactos fueron clasificados en categorías como muy significativos, significativos, moderados e irrelevantes.

4.3. FASE 3. FORMULACIÓN DE MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

La fase final del presente trabajo, se orientó a la formulación de estrategias de manejo ambiental a partir de los resultados obtenidos en la etapa de valoración de impactos. En este sentido, una vez identificados y jerarquizados los impactos según su nivel de importancia, se procedió al diseño de instrumentos de gestión ambiental que permitieran atender aquellos clasificados como muy significativos y significativos. Con fundamento en la evaluación realizada en la fase anterior, se formularon Programas de Manejo Ambiental (PMI) y Programas de Seguimiento y Monitoreo (PMS).

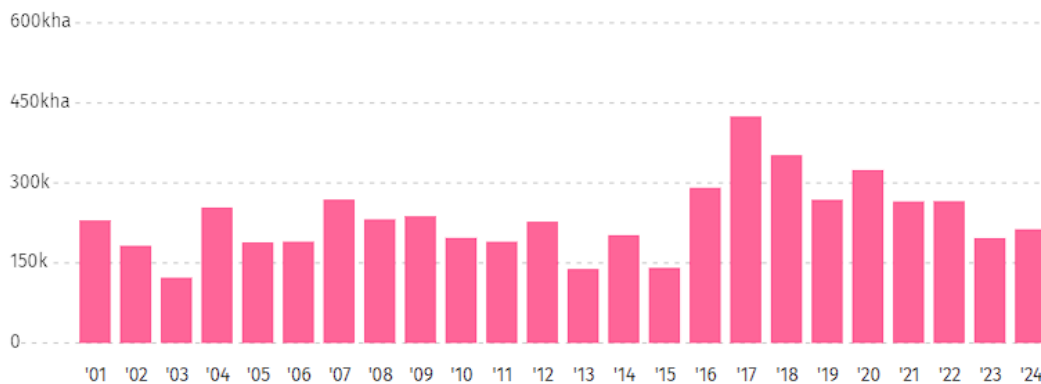
Los PMI se orientaron a establecer acciones de prevención, mitigación y control dirigidas a reducir la incidencia de los impactos asociados a la pérdida de cobertura forestal, el deterioro del recurso hídrico y las afectaciones sociales derivadas del uso del territorio. Asimismo, los PMS fueron estructurados con el fin de verificar el cumplimiento y la efectividad de las medidas propuestas, mediante la definición de indicadores de seguimiento, responsables, cronogramas y estimaciones presupuestales. De esta manera, se garantizó la articulación entre la valoración de impactos y la gestión ambiental planteada, asegurando un proceso sistemático de implementación y control en el área de influencia del proyecto.

5. RESULTADOS

5.1. ENTORNO SOCIOAMBIENTAL DE LA DEFORESTACIÓN POR EXPANSIÓN AGRÍCOLA

Para la identificación del entorno socioambiental que causa la deforestación por expansión agrícola, se parte desde un contexto país; que, con el paso de los años, presenta una tendencia estructural de pérdida de cobertura boscosa (Figura 2).

Figura 2. *Pérdida de cobertura arbórea en Colombia*



Nota. Fuente (Global Forest Watch, 2026).

Así, Global Forest Watch, menciona que, entre 2001 y 2024, el país perdió aproximadamente 5.6 millones de hectáreas de cobertura arbórea, incluyendo 2.1 millones de hectáreas de bosque primario húmedo, lo que representa el 39 % de la pérdida total.

Asimismo, el 90 % de esta transformación está asociada a procesos de deforestación directa, principalmente por la expansión de la agricultura permanente, lo que evidencia la fuerte presión antrópica sobre los ecosistemas forestales (Global Forest Watch, 2026).

De este modo, los bosques han sido reemplazados por ganadería extensiva y cultivos, aprovechando la accesibilidad y la topografía favorable. Este proceso ha generado paisajes homogéneos dominados por pasturas, con pérdida significativa de biodiversidad y reducción de servicios ecosistémicos (Armenteras, 2019).

A su vez, la disponibilidad de suelos fértiles ha sido un factor decisivo para la expansión agrícola en Colombia. En regiones con alta productividad natural, los bosques han sido reemplazados por cultivos y pasturas, ya que los agricultores buscan aprovechar las condiciones edáficas favorables. Esto se observa en el Catatumbo, donde la calidad del suelo facilita la conversión y hace más rentable la agricultura extensiva (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

Por su parte, la expansión urbana ha ocupado suelos agrícolas y áreas de regeneración forestal. Así, el crecimiento de la mancha urbana y la demanda de vivienda han desplazado actividades rurales, generando fragmentación de ecosistemas y pérdida de cobertura vegetal. Aunque en algunos casos se observa regeneración secundaria en áreas abandonadas, la urbanización sobre suelos agrícolas sigue siendo un motor de transformación del paisaje (Garrido-Rubiano, 2017).

Igualmente, la ganadería extensiva y los cultivos agrícolas tradicionales son los principales motores de deforestación en Colombia. Los pastizales y los incendios asociados a la expansión ganadera han sido identificados como los factores más críticos de pérdida de bosque (Armenteras, 2019). Por lo que, la agricultura convencional, basada en monocultivos y uso intensivo de agroquímicos, también degrada la calidad del agua y afecta los servicios hidrológicos (Ruiz-Ordóñez et al., 2023).

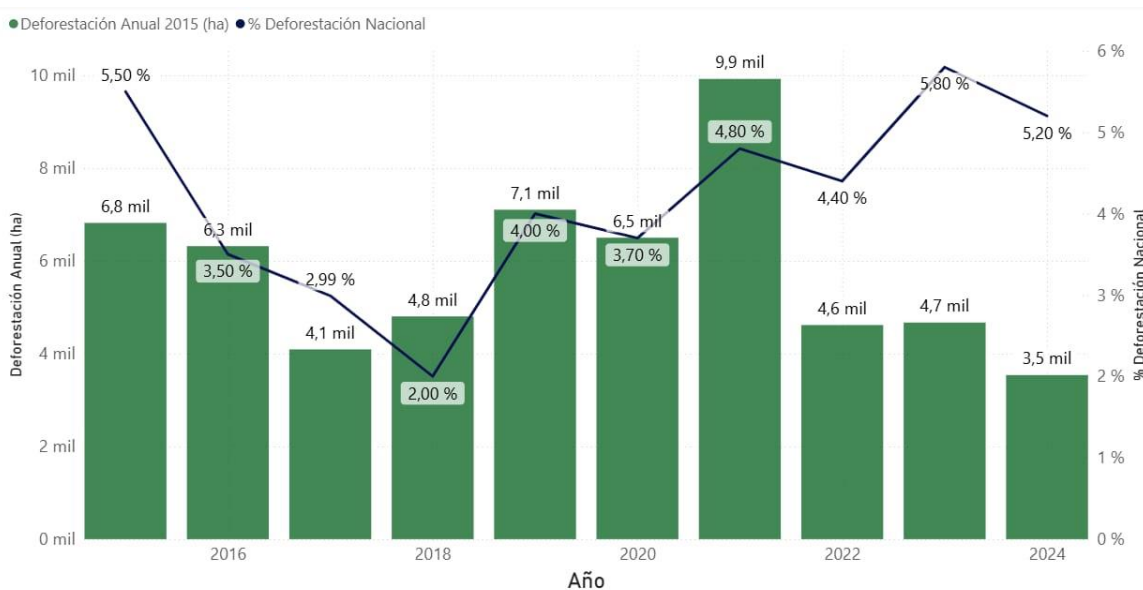
De otra parte, la accesibilidad es un factor clave en la deforestación. Los estudios demuestran que la cercanía a carreteras, pueblos y zonas con baja pendiente facilita la colonización y la expansión agrícola. La construcción de infraestructura ha permitido la llegada de colonos y el establecimiento de nuevas actividades productivas. A esto se suma el crecimiento poblacional rural, que incrementa la presión sobre los recursos naturales y acelera la conversión de bosques en tierras agrícolas (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023).

En el contexto de lo mostrado, el conflicto armado y las economías ilícitas también han generado dinámicas complejas de deforestación. En algunas zonas, el abandono forzado de tierras permitió la regeneración de bosques, mientras que en otras la expansión de cultivos de coca y la minería ilegal impulsaron la pérdida de cobertura (DavidMLandholm, 2019).

Más recientemente, la ganadería ilícita se ha consolidado como el principal motor de deforestación postconflicto, superando incluso a la coca (Murillo-Sandoval, 2023). La minería, tanto legal como ilegal, aporta cerca del 17% de la deforestación nacional, especialmente por la extracción de oro y carbón (González, 2021).

Por otra parte, en el departamento de Norte de Santander, se observa que para el año 2015 (Figura 3) se registraron 6,819 hectáreas deforestadas, equivalentes al 5.5 % del total nacional, lo que refleja una participación significativa dentro del fenómeno a escala país (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (IDEAM), 2015).

Figura 3. Análisis de deforestación por años



Sin embargo, entre 2016 y 2018 se presenta una reducción progresiva, con valores de 6,318 hectáreas (3.5 %), 4,092 hectáreas (2.99 %) y 4,803 hectáreas (2.0 %), respectivamente (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2017; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2018; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2019).

No obstante, esta tendencia descendente se revierte a partir de 2019, cuando la deforestación aumenta a 7,103 hectáreas (4.0 %), manteniéndose en niveles altos en 2020 con 6,500 hectáreas (3.7 %) (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2020; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2021).

Este comportamiento coincide con lo señalado en estudios territoriales, donde se identifica una relación directa entre la expansión de cultivos ilícitos y la transformación de la cobertura boscosa. En particular, se ha documentado la presencia de cultivos de coca en zonas estratégicas como el Parque Nacional Natural Catatumbo Barí, lo que implica procesos de tala y quema para habilitar nuevas áreas productivas (Mora, 2020).

La región del Catatumbo, ubicada en el departamento de Norte de Santander, ha sido identificada por las autoridades ambientales como uno de los principales núcleos de deforestación en Colombia. En esta zona, la pérdida de cobertura boscosa está asociada a la expansión de la frontera agropecuaria, así como a

dinámicas territoriales que facilitan la transformación del bosque hacia otros usos del suelo.

En el año 2021, se presenta el punto más crítico, año en el que la deforestación alcanza 9,924 hectáreas (4.8 %), constituyéndose en el valor más alto de los años analizados (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2022). Este incremento puede explicarse a partir de la consolidación de economías ilegales, la expansión de la frontera agrícola y la débil presencia institucional en el territorio, factores que han sido identificados como motores estructurales de la deforestación en Colombia. En este sentido, la Procuraduría General de la Nación, advierte que la deforestación está asociada a la apertura de vías ilegales, el acaparamiento de tierras, la minería ilegal y la expansión de cultivos ilícitos, fenómenos que se presentan de manera articulada en regiones como el Catatumbo (Procuraduría General de la Nación, 2025).

Entre 2022 y 2024 se observa una reducción en las hectáreas deforestadas (4,617, 4,670 y 3,538 ha, respectivamente), lo que podría interpretarse como una estabilización parcial del fenómeno (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2023; Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM), 2024). Sin embargo, el comportamiento del porcentaje frente al total nacional (4.4%, 5.8% y 5.2%) indica que la región mantiene una participación relevante, lo que sugiere que la disminución en términos absolutos no implica necesariamente una reducción proporcional en el contexto nacional.

La gestión del territorio en regiones como el Catatumbo, se caracteriza por una alta complejidad territorial, donde convergen diferentes actores sociales, institucionales y comunitarios con intereses diversos sobre el uso del suelo. Esta situación genera retos importantes para la planificación territorial y la gestión sostenible de los recursos naturales.

Los análisis territoriales desarrollados por el Instituto Geográfico Agustín Codazzi señalan que en diversas regiones del país con características similares a las del Catatumbo existen dinámicas asociadas a procesos históricos de colonización, ocupación del territorio y superposición de territorialidades, lo que puede generar tensiones en torno al uso y control del espacio (Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC], 2024). En conjunto, los factores descritos evidencian que la deforestación en el Catatumbo no responde a una única causa, sino a la interacción de múltiples dinámicas productivas, sociales e institucionales que ejercen presión sobre los ecosistemas forestales. Estas condiciones han favorecido la expansión de la frontera agrícola y la transformación progresiva del bosque, configurando un escenario complejo para la gestión ambiental y la conservación del territorio.

Se evidencia que la deforestación en el Catatumbo no es un fenómeno aislado, sino el resultado de la interacción entre factores estructurales como la ruralidad, la presencia de economías ilegales, la debilidad institucional y las limitaciones en la implementación de políticas ambientales. La comparación con el contexto nacional

muestra que el Norte de Santander, mantiene una participación significativa dentro de la deforestación del país, lo que la posiciona como un territorio prioritario para la formulación de estrategias integrales de control, restauración y desarrollo sostenible.

Una de las principales presiones sobre los ecosistemas forestales en el Catatumbo corresponde a la transformación del suelo para el desarrollo de actividades pecuarias y agrícolas. En particular, la expansión de la ganadería extensiva ha sido identificada como un factor determinante en la conversión de áreas boscosas hacia pastizales destinados al pastoreo. Los reportes técnicos del (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [IDEAM - MADS], 2023), indican que la deforestación en el núcleo de Tibú, en Norte de Santander, está asociada a la conversión de bosques en áreas de pastoreo, proceso que frecuentemente responde a prácticas de acaparamiento de tierras y a la expansión de sistemas productivos ganaderos no sostenibles.

De manera complementaria, el monitoreo realizado por el (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM], 2025) en zonas de alerta temprana, como el núcleo Caño Indio en el municipio de Tibú, confirma que la presión sobre la cobertura forestal también está relacionada con la extracción de madera y la ampliación de áreas destinadas a la actividad agropecuaria, particularmente bajo esquemas de ganadería extensiva.

En este contexto, la tala inicial del bosque no solo tiene como finalidad la producción agropecuaria, sino también la apropiación del territorio para su posterior uso económico o valorización. Otro factor relevante en la dinámica de deforestación del Catatumbo, corresponde a la presencia de cultivos de uso ilícito, principalmente de hoja de coca. Aunque estas actividades no forman parte de la agricultura formal, su establecimiento implica la eliminación total de la cobertura forestal, generando una presión directa sobre los ecosistemas boscosos.

De acuerdo con los reportes de monitoreo del (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2023; Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2024), la expansión de estos cultivos constituye una causa directa de deforestación dentro del núcleo de alerta del Catatumbo. Además, esta dinámica suele generar un proceso cíclico de transformación del uso del suelo, en el cual las áreas inicialmente deforestadas para la siembra de cultivos ilícitos pueden ser posteriormente convertidas en pastizales destinados a la ganadería una vez que los cultivos son erradicados o desplazados hacia otras zonas.

En consecuencia, los cultivos ilícitos no solo generan pérdida inmediata de bosque, sino que también contribuyen a consolidar procesos posteriores de expansión agropecuaria en el territorio.

Además de las causas directas de deforestación, existen factores que facilitan o aceleran la transformación del bosque hacia otros usos del suelo. Entre estos factores se destacan la tala ilegal y la expansión de infraestructura no planificada en zonas boscosas. El (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2023), en el marco del Plan Integral de Contención de la Deforestación, señala que estas actividades funcionan como elementos habilitantes que incrementan la presión sobre los ecosistemas forestales.

La apertura de vías informales, caminos rurales o infraestructura asociada a actividades productivas facilita el acceso de colonos, maquinaria y actores económicos a áreas previamente aisladas. En el caso del Catatumbo, estas intervenciones contribuyen a acelerar los procesos de ocupación del territorio y a facilitar la conversión de bosque en áreas destinadas a la ganadería o a otros usos agropecuarios, lo que refuerza las dinámicas de expansión de la frontera agrícola identificadas en los reportes de monitoreo del (Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [IDEAM - MADS], 2023)

Las actividades extractivas constituyen otro factor relevante dentro de las dinámicas territoriales que inciden en la transformación de los ecosistemas en regiones como el Catatumbo.

En diferentes zonas del país, la minería (tanto legal como ilegal) ha generado procesos de intervención del territorio que implican remoción de cobertura vegetal, alteración de suelos y cambios en el uso del suelo. Diversos análisis sobre dinámicas territoriales en Colombia señalan que las actividades extractivas pueden convertirse en un factor adicional de presión sobre los ecosistemas, particularmente cuando se combinan con otros procesos como la expansión agropecuaria, la colonización rural y la apertura de nuevas vías de acceso (González, 2021).

Las condiciones socioeconómicas de la población rural constituyen un elemento determinante en las dinámicas de uso del suelo en el Catatumbo. La información estadística disponible indica que gran parte de la población de Norte de Santander, se encuentra distribuida en áreas rurales o rurales dispersas, donde persisten limitaciones en el acceso a servicios básicos, infraestructura y oportunidades económicas (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2024) (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2019).

En este contexto, la dependencia de actividades agropecuarias tradicionales se convierte en uno de los principales medios de subsistencia de las comunidades rurales. Esta situación puede generar presiones sobre los recursos naturales, especialmente cuando la expansión de actividades productivas ocurre sin planificación territorial ni criterios de sostenibilidad ambiental.

De acuerdo con los resultados de la Encuesta Nacional de Calidad de Vida para población campesina, una proporción significativa de los hogares rurales presenta condiciones socioeconómicas que limitan el acceso a servicios básicos y oportunidades productivas, lo que influye en la forma en que se utiliza el territorio y los recursos naturales (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2024).

En regiones como el Catatumbo, estas condiciones pueden favorecer procesos de ampliación de la frontera agrícola y transformación de áreas boscosas hacia usos productivos. El análisis de las actividades productivas rurales permite comprender parte de las transformaciones territoriales asociadas a la deforestación. La información del Censo Nacional Agropecuario, evidencia que una proporción importante de las unidades productoras agropecuarias en Colombia, desarrolla actividades relacionadas con la agricultura y la ganadería, las cuales requieren infraestructura productiva y adecuación del suelo para su funcionamiento (Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE), 2015).

En territorios con predominio rural como el Catatumbo, estas dinámicas productivas están vinculadas a procesos de transformación del paisaje natural, especialmente cuando las actividades agropecuarias se expanden hacia áreas previamente cubiertas por bosques. Además, la presencia de infraestructura productiva, maquinaria y construcciones asociadas a la producción agropecuaria refleja un proceso de intervención progresiva del territorio rural.

Estas dinámicas productivas, sumadas a las limitaciones en planificación territorial y acceso a asistencia técnica, pueden favorecer procesos de cambio en el uso del suelo que contribuyen a la pérdida de cobertura forestal y a la expansión de la frontera agropecuaria en la región.

Por otra parte, los cambios en la tenencia de la tierra, asociados a procesos de colonización, especulación y ausencia de seguridad jurídica, han favorecido la deforestación. La presión por recursos naturales (ya sea para agricultura, ganadería o minería) se intensifica en contextos donde los propietarios buscan maximizar beneficios a corto plazo. Además, las motivaciones de los agricultores juegan un papel crucial: quienes actúan por valores intrínsecos tienden a conservar, mientras que aquellos impulsados por incentivos externos o sin motivación clara suelen deforestar más (Rueda et al., 2019).

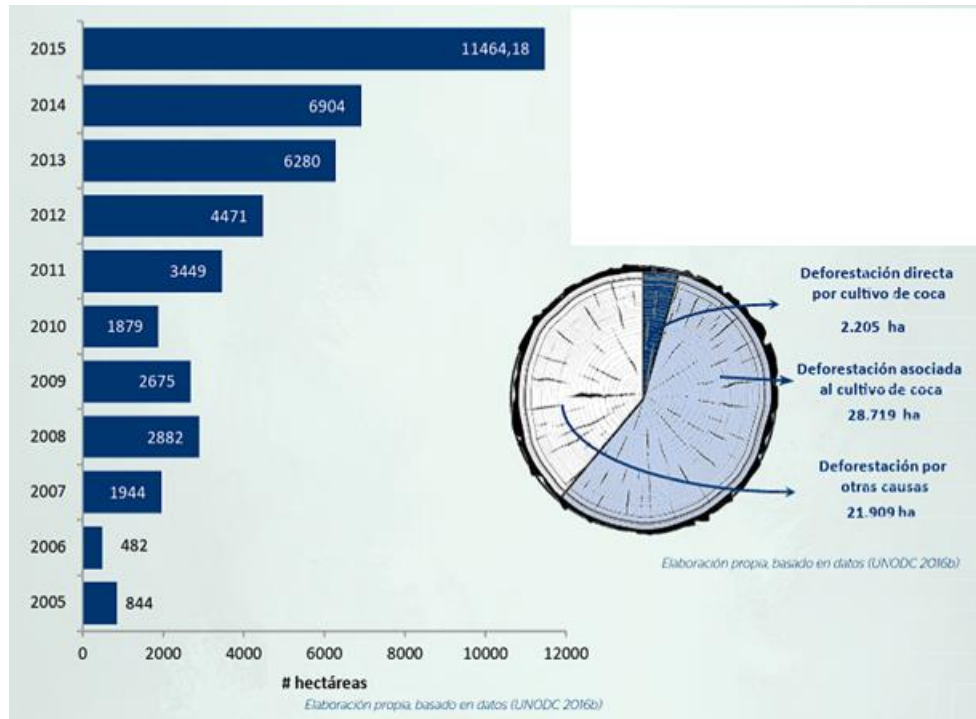
Ahora bien, revisando otras fuentes, el análisis del Catatumbo permite identificar que la deforestación en esta subregión responde a dinámicas más complejas que las observadas a nivel nacional, en las que confluyen factores sociales, económicos y de orden público. En este sentido, el Catatumbo ha sido reconocido como uno de los principales focos de pérdida forestal en Colombia, llegando a representar el 5,7 % de la deforestación nacional en 2021 y registrando una pérdida progresiva cercana a 11.000 hectáreas en las últimas dos décadas (Distintas Latitudes, 2021).

Asimismo, se ha evidenciado un incremento reciente de la deforestación asociado a actividades como la minería ilegal y el aumento de cultivos ilícitos, en un contexto marcado por conflictos territoriales entre grupos armados, lo que intensifica la presión sobre los recursos naturales (Caracol Radio, 2025). De igual forma, los cultivos ilícitos de coca se configuran como uno de los principales motores de transformación del territorio, no solo por la deforestación directa, sino por su efecto indirecto en la expansión de la frontera agropecuaria.

En el periodo 2005–2014, estos cultivos generaron aproximadamente 2,205 hectáreas deforestadas de manera directa en el Catatumbo; sin embargo, su incidencia se amplía al estar asociados a 28,719 hectáreas de bosque afectadas, equivalentes al 57 % de la deforestación total en la región. Este fenómeno presenta una concentración territorial significativa en municipios como Tibú, Sardinata y Teorama, donde se agrupa la mayor proporción de áreas deforestadas (Programa de Protección de Bosque y Clima/REDD+ de la GIZ., 2017).

La información presentada en la Figura 4, permite identificar que los municipios de Tibú, Sardinata y Teorama concentran la mayor proporción de la deforestación asociada a cultivos de coca, lo que confirma la existencia de núcleos territoriales con mayor presión sobre los recursos forestales. Este patrón también sugiere que la expansión de estas actividades no se distribuye de manera homogénea, sino que responde a condiciones específicas del territorio.

Figura 4. Deforestación por coca en Catatumbo a nivel municipal (2005–2014)



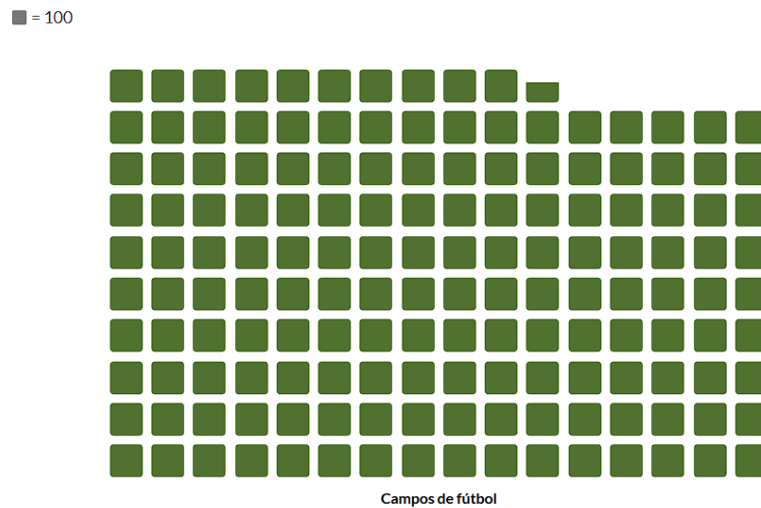
Nota. Fuente (Programa de Protección de Bosque y Clima/REDD+ de la GIZ., 2017).

Asimismo, esta problemática también involucra afectaciones sobre ecosistemas estratégicos y fuentes hídricas, especialmente por el uso de insumos químicos en los procesos asociados a los cultivos ilícitos, lo que incrementa los niveles de contaminación en cuerpos de agua y amplía los impactos ambientales en la región (Senado de la República, 2024).

En este sentido, el contexto del Catatumbo también se ve influenciado por condiciones estructurales como el aislamiento geográfico, el desplazamiento de la población y la presencia de actores armados, lo que favorece la persistencia de economías ilícitas y dificulta la implementación de estrategias de control y manejo ambiental. De manera complementaria, la magnitud de la deforestación acumulada en la subregión puede representarse de forma ilustrativa, como se muestra en la Figura 5.

Figura 5. *Equivalencia de la deforestación en Catatumbo en campos de fútbol*

La deforestación en Catatumbo equivale a la superficie de 15.458 campos de fútbol



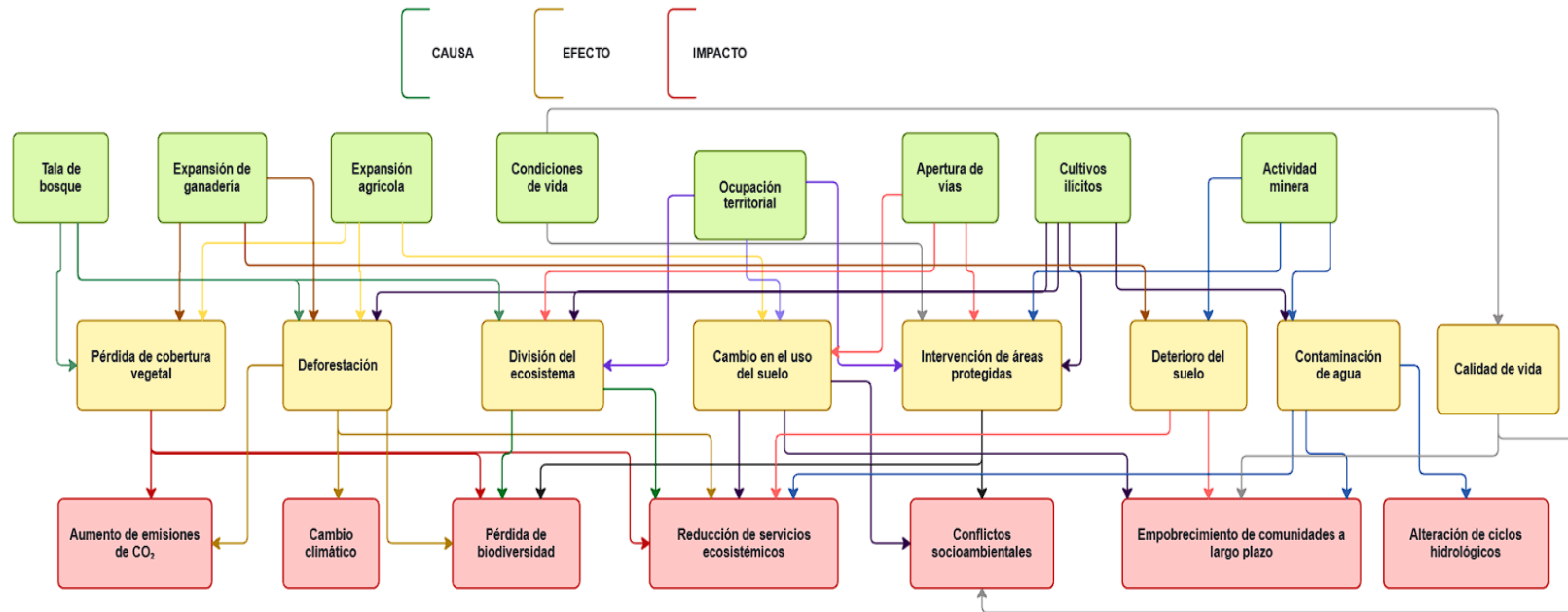
Nota. Fuente (Red LATAM de Jóvenes Periodistas & Mongabay LATAM, 2021).

La Figura 5, permite dimensionar la magnitud de la pérdida de cobertura boscosa en el Catatumbo mediante una representación visual comprensible, lo que facilita la interpretación del impacto territorial de la deforestación en la subregión. Finalmente, desde el ámbito institucional, se han planteado medidas orientadas a la recuperación ambiental y social del territorio, como el Decreto 0116 de 2025, el cual busca priorizar acciones de restauración en ecosistemas estratégicos, aunque su aplicación se desarrolla en un contexto de alta complejidad jurídica y territorial.

5.2. VALORACIÓN DE LOS IMPACTOS AMBIENTALES

Para la valoración de los impactos ambientales, a partir de la información consignada en el ítem anterior, se construyó el diagrama de causa–efecto–impacto (Figura 7), en donde se integraron los principales factores que inciden en la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo. Así, se identificaron ocho causas asociadas a dinámicas productivas, sociales y territoriales, siete efectos directos sobre los ecosistemas y siete impactos de mayor escala que reflejan las consecuencias acumulativas del fenómeno. Esta estructura permite visualizar de manera clara la relación entre los procesos que originan la deforestación, sus manifestaciones inmediatas y sus implicaciones ambientales y sociales en el territorio.

Figura 6. Diagrama de causa – efecto



ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

El diagrama de causa–efecto–impacto (Figura 7), se evidencia que la deforestación en el Catatumbo no responde a un único factor, sino a la interacción de dinámicas productivas, sociales y territoriales que actúan de manera simultánea. Entre las causas identificadas, la expansión agrícola, la expansión de la ganadería y los cultivos ilícitos se reconocen como los principales factores de transformación del bosque, debido a la remoción directa de la cobertura vegetal. De igual forma, la apertura de vías, la ocupación territorial y las condiciones de vida facilitan estos procesos al permitir el acceso a nuevas áreas y promover cambios en el uso del suelo.

En cuanto a los efectos, la deforestación se configura como un elemento central del sistema, del cual se derivan la división del ecosistema, el deterioro del suelo, la contaminación del agua y la intervención de áreas protegidas. Estos procesos reflejan una alteración progresiva en la estructura y funcionamiento de los ecosistemas, junto con la pérdida de cobertura vegetal y el cambio en el uso del suelo. Por otra parte, los impactos identificados corresponden a las implicaciones de mayor alcance, entre las que se destacan la pérdida de biodiversidad, la reducción de servicios ecosistémicos, el aumento de emisiones de CO₂ y la alteración de los ciclos hidrológicos. Asimismo, se evidencian impactos sociales, como los conflictos socioambientales y el empobrecimiento de las comunidades a largo plazo, lo que indica que esta problemática también incide en la calidad de vida de la población.

A partir de las relaciones previamente definidas entre causas, efectos e impactos, se construyó de forma ordenada según el medio afectado (abiótico, biótico y socioeconómico) y el tipo de impacto (directo e indirecto), el método matricial (Tabla 10). Esta matriz permite comprender cómo las causas de la deforestación se relacionan con los efectos observados y cómo estos se traducen en impactos sobre el territorio, sirviendo como base para su posterior evaluación.

El método matricial permitió identificar un total de 7 impactos directos y 18 impactos indirectos asociados a la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo. Estos impactos incluyen, entre otros, la pérdida de biodiversidad, la alteración de los ciclos hidrológicos, el aumento de emisiones de CO₂ y los conflictos socioambientales, así como sus efectos derivados relacionados con el deterioro de la calidad de vida, la afectación a la seguridad alimentaria y la variabilidad climática.

Tabla 10. Método matricial

Causas	Medios							Impactos		
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto	
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo			Calidad de vida
Expansión agrícola				A		A			A. Pérdida de biodiversidad	A1. Desequilibrio ecológico A2. Disminución de especies clave
		B							B. Alteración de ciclos hidrológicos	B1. Escasez de agua B2. Aumento de inundaciones o sequías B3. Afectación a actividades productivas
				C		C			C. Aumento de emisiones de CO ₂	C1. Incremento de temperatura local C2. Variabilidad climática C3. Afectación a cultivos
						D			D. Cambio climático (a escala regional/global)	D1. Alteración de ciclos hidrológicos D2. Reducción de servicios ecosistémicos

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
			E		E	E		E. Reducción de servicios ecosistémicos	E1. Disminución de la productividad del suelo E2. Pérdida de regulación hídrica E3. Afectación a la seguridad alimentaria
						F		F. Conflictos socioambientales	F1. Desplazamiento de comunidades F2. Incremento de la informalidad territorial F3. Debilitamiento institucional
						G		G. Empobrecimiento de comunidades a largo plazo	G1. Deterioro de la calidad de vida
Expansión de			A		A			A. Pérdida de biodiversidad	A1. Desequilibrio ecológico A2. Disminución de especies clave
		B						B. Alteración de ciclos hidrológicos	B1. Escasez de agua B2. Aumento de inundaciones o sequías B3. Afectación a actividades productivas

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
			C		C			C. Aumento de emisiones de CO ₂	C1. Incremento de temperatura local C2. Variabilidad climática C3. Afectación a cultivos
					D			D. Cambio climático (a escala regional/global)	D1. Alteración de ciclos hidrológicos D2. Reducción de servicios ecosistémicos
			E		E	E		E. Reducción de servicios ecosistémicos	E1. Disminución de la productividad del suelo E2. Pérdida de regulación hídrica E3. Afectación a la seguridad alimentaria
						F		F. Conflictos socioambientales	F1. Desplazamiento de comunidades F2. Incremento de la informalidad territorial F3. Debilitamiento institucional
						G		G. Empobrecimiento de comunidades a largo plazo	G1. Deterioro de la calidad de vida

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Causas	Medios							Impactos		
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto	
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo			Calidad de vida
Cultivos ilícitos			A		A	A			A. Pérdida de biodiversidad	A1. Desequilibrio ecológico A2. Disminución de especies clave
		B							B. Alteración de ciclos hidrológicos	B1. Escasez de agua B2. Aumento de inundaciones o sequías B3. Afectación a actividades productivas
						C			C. Aumento de emisiones de CO ₂	C1. Incremento de temperatura local C2. Variabilidad climática C3. Afectación a cultivos
						D			D. Cambio climático (a escala regional/global)	D1. Alteración de ciclos hidrológicos D2. Reducción de servicios ecosistémicos
		E	E			E			E. Reducción de servicios ecosistémicos	E1. Disminución de la productividad del suelo E2. Pérdida de regulación hídrica

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
									E3. Afectación a la seguridad alimentaria
				Π				F. Conflictos socioambientales	F1. Desplazamiento de comunidades F2. Incremento de la informalidad territorial F3. Debilitamiento institucional
	G							G. Empobrecimiento de comunidades a largo plazo	G1. Deterioro de la calidad de vida
Tala de bosque			A	A		A		A. Pérdida de biodiversidad	A1. Desequilibrio ecológico A2. Disminución de especies clave
		B						B. Alteración de ciclos hidrológicos	B1. Escasez de agua B2. Aumento de inundaciones o sequías B3. Afectación a actividades productivas
			C			C		C. Aumento de emisiones de CO ₂	C1. Incremento de temperatura local C2. Variabilidad climática C3. Afectación a cultivos

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
					D			D. Cambio climático (a escala regional/global)	D1. Alteración de ciclos hidrológicos D2. Reducción de servicios ecosistémicos
			E		E			E. Reducción de servicios ecosistémicos	E1. Disminución de la productividad del suelo E2. Pérdida de regulación hídrica E3. Afectación a la seguridad alimentaria
						F		F. Conflictos socioambientales	F1. Desplazamiento de comunidades F2. Incremento de la informalidad territorial F3. Debilitamiento institucional
							G	G. Empobrecimiento de comunidades a largo plazo	G1. Deterioro de la calidad de vida
Aper			A		A			A. Pérdida de biodiversidad	A1. Desequilibrio ecológico A2. Disminución de especies clave

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
		B						B. Alteración de ciclos hidrológicos	B1. Escasez de agua B2. Aumento de inundaciones o sequías B3. Afectación a actividades productivas
			C			C		C. Aumento de emisiones de CO ₂	C1. Incremento de temperatura local C2. Variabilidad climática C3. Afectación a cultivos
						D		D. Cambio climático (a escala regional/global)	D1. Alteración de ciclos hidrológicos D2. Reducción de servicios ecosistémicos
			E				E	E. Reducción de servicios ecosistémicos	E1. Disminución de la productividad del suelo E2. Pérdida de regulación hídrica E3. Afectación a la seguridad alimentaria

Causas	Medios							Impactos		
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto	
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo			Calidad de vida
					F		F		F. Conflictos socioambientales	F1. Desplazamiento de comunidades F2. Incremento de la informalidad territorial F3. Debilitamiento institucional
							G		G. Empobrecimiento de comunidades a largo plazo	G1. Deterioro de la calidad de vida
Actividad minera	A				A				A. Pérdida de biodiversidad	A1. Desequilibrio ecológico A2. Disminución de especies clave
		B							B. Alteración de ciclos hidrológicos	B1. Escasez de agua B2. Aumento de inundaciones o sequías B3. Afectación a actividades productivas
			C			C			C. Aumento de emisiones de CO ₂	C1. Incremento de temperatura local C2. Variabilidad climática C3. Afectación a cultivos

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
					D			D. Cambio climático (a escala regional/global)	D1. Alteración de ciclos hidrológicos D2. Reducción de servicios ecosistémicos
E	E							E. Reducción de servicios ecosistémicos	E1. Disminución de la productividad del suelo E2. Pérdida de regulación hídrica E3. Afectación a la seguridad alimentaria
				F				F. Conflictos socioambientales	F1. Desplazamiento de comunidades F2. Incremento de la informalidad territorial F3. Debilitamiento institucional
	G							G. Empobrecimiento de comunidades a largo plazo	G1. Deterioro de la calidad de vida
Ocu			A		A			A. Pérdida de biodiversidad	A1. Desequilibrio ecológico A2. Disminución de especies clave

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
								B. Alteración de ciclos hidrológicos	B1. Escasez de agua B2. Aumento de inundaciones o sequías B3. Afectación a actividades productivas
			C			C		C. Aumento de emisiones de CO ₂	C1. Incremento de temperatura local C2. Variabilidad climática C3. Afectación a cultivos
						D		D. Cambio climático (a escala regional/global)	D1. Alteración de ciclos hidrológicos D2. Reducción de servicios ecosistémicos
			E				E	E. Reducción de servicios ecosistémicos	E1. Disminución de la productividad del suelo E2. Pérdida de regulación hídrica E3. Afectación a la seguridad alimentaria

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
				F		F		F. Conflictos socioambientales	F1. Desplazamiento de comunidades F2. Incremento de la informalidad territorial F3. Debilitamiento institucional
						G		G. Empobrecimiento de comunidades a largo plazo	G1. Deterioro de la calidad de vida
Condiciones de vida				A				A. Pérdida de biodiversidad	A1. Desequilibrio ecológico A2. Disminución de especies clave
		B						B. Alteración de ciclos hidrológicos	B1. Escasez de agua B2. Aumento de inundaciones o sequías B3. Afectación a actividades productivas
			C			C		C. Aumento de emisiones de CO ₂	C1. Incremento de temperatura local C2. Variabilidad climática C3. Afectación a cultivos

Causas	Medios							Impactos	
	Abiótico		Biótico			Socioeconómico		Directo	Indirecto
	Degradación del suelo	Contaminación del agua	División del	Pérdida de	Intervención de	Deforestación	Cambio en el uso del suelo		
					D			D. Cambio climático (a escala regional/global)	D1. Alteración de ciclos hidrológicos D2. Reducción de servicios ecosistémicos
			E			E		E. Reducción de servicios ecosistémicos	E1. Disminución de la productividad del suelo E2. Pérdida de regulación hídrica E3. Afectación a la seguridad alimentaria
					F		F	F. Conflictos socioambientales	F1. Desplazamiento de comunidades F2. Incremento de la informalidad territorial F3. Debilitamiento institucional
							G	G. Empobrecimiento de comunidades a largo plazo	G1. Deterioro de la calidad de vida

Una vez desarrollado el método matriz matricial, se procede la valoración de los impactos ambientales mediante la aplicación del método de Conesa (Tabla 11). Para esta evaluación se consideraron los criterios definidos por dicha metodología, cuyos rangos y significados se presentan en el Marco Teórico. Con base en la ponderación de estos criterios, se calculó el valor de importancia ambiental (Ca), lo que permite clasificar los impactos según su nivel de significancia y establecer aquellos que presentan mayor relevancia ambiental dentro del análisis.

Los impactos encontrados se asocian a la pérdida de cobertura vegetal, la alteración de los ciclos hidrológicos, el deterioro del suelo, el aumento de emisiones de CO₂ y la reducción de los servicios ecosistémicos, los cuales alcanzan niveles de significancia altos y muy altos, lo que confirma su incidencia directa y acumulativa sobre el equilibrio ambiental del territorio. Por otra parte, los impactos socioambientales, aunque con valoraciones moderadas en algunos casos, mantienen una relación directa con las afectaciones biofísicas, lo que refleja la interdependencia entre el sistema natural y las dinámicas sociales.

Tabla 11. Matriz de valoración de impactos – Método Matricial

Impacto	IN	EX	MO	PER	VSI	AC	EF	PR	MC	Ca	Clasificación	
Pérdida de biodiversidad	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Significativo o relevante
Desequilibrio ecológico	4	4	2	4	4	2	2	2	4	8	48	Moderado
Disminución de especies clave	8	2	4	4	4	4	4	4	4	8	64	Significativo o relevante
Alteración de ciclos hidrológicos	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Significativo o relevante
Escasez de agua	4	4	2	2	4	2	4	2	4	8	48	Moderado
Aumento de inundaciones o sequías	4	2	2	2	4	2	4	2	2	4	38	Moderado
Afectación a actividades productivas	4	2	2	2	2	2	4	4	2	4	38	Moderado
Aumento de emisiones de CO ₂	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Significativo o relevante
Incremento de temperatura local	4	2	2	2	2	2	4	4	4	4	40	Moderado
Variabilidad climática	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Significativo o relevante
Afectación a cultivos	4	2	2	2	2	2	4	4	2	4	38	Moderado
Cambio climático (a escala regional/global)	12	8	4	4	4	4	4	4	4	8	88	Muy significativo o grave
Alteración de ciclos hidrológicos	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Significativo o relevante
Reducción de servicios ecosistémicos	4	2	2	4	2	2	4	4	2	4	40	Moderado

Impacto	IN	EX	MO	PE	RV	SI	AC	EF	PR	MC	Ca	Clasificación
Reducción de servicios ecosistémicos	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Significativo o relevante
Disminución de la productividad del suelo	4	2	2	2	2	2	4	4	2	4	38	Moderado
Pérdida de regulación hídrica	4	2	2	4	2	2	4	4	2	4	40	Moderado
Afectación a la seguridad alimentaria	4	2	2	2	2	2	2	4	2	4	36	Moderado
Conflictos socioambientales	4	2	2	4	2	2	4	4	2	4	40	Moderado
Desplazamiento de comunidades	4	2	2	4	2	2	4	4	2	4	40	Moderado
Incremento de la informalidad territorial	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Significativo o relevante
Empobrecimiento de comunidades	4	4	4	2	4	2	4	4	4	4	48	Moderado
Deterioro de la calidad de vida	8	4	4	4	4	4	4	4	4	8	68	Significativo o relevante

Ahora, tomando como guía la Guía de Manejo Socioambiental para la Construcción de Obras de Infraestructura Pública de EPM, cuyos criterios de clasificación se encuentran descritos en el marco teórico, se realizó la categorización ambiental del proyecto, la cual a continuación se detalla:

Se identificaron 23 impactos ambientales, clasificados de la siguiente manera:

- 1 impactos muy significativos
- 10 impactos significativos o relevantes
- 12 impactos moderados
- 0 impactos irrelevantes

De acuerdo con lo anterior, la calificación ambiental global se calcula mediante la Ecuación 3:

Ecuación 3. *Ecuación para la calificación ambiental – Método Matricial*

$$CA = \frac{(1 \times 5) + (10 \times 4) + (12 \times 2) + (0 \times 1)}{23}$$

$$CA = \frac{69}{26} = 3$$

Así, con los rangos establecidos el proyecto se clasifica como de Impacto medio.

Se observa que los impactos de mayor peso corresponden a aquellos relacionados con la transformación del suelo, la pérdida de cobertura vegetal, la alteración de los ciclos hidrológicos y la afectación de los servicios ecosistémicos, los cuales presentan un carácter acumulativo y persistente. Por consiguiente, aunque existen impactos moderados, estos se articulan con dinámicas de mayor complejidad que intensifican el deterioro ambiental.

La categorización obtenida permite concluir que el proyecto requiere la formulación e implementación de medidas de manejo ambiental estrictas, priorizando especialmente aquellos impactos clasificados como muy significativos y significativos, debido a su mayor incidencia, duración y capacidad de transformación del territorio.

5.3. MEDIDAS DE MANEJO AMBIENTAL

Las medidas de manejo ambiental, se formulan con el propósito de prevenir, mitigar, corregir y compensar los impactos ambientales identificados y valorados previamente mediante la metodología Conesa. Estas medidas se enfocan principalmente en aquellos impactos clasificados como significativos y muy significativos, los cuales representan mayor afectación sobre los componentes biótico, abiótico y socioeconómico del territorio. En este sentido, se estructuró un Plan de Manejo Ambiental (PMA), orientado a atender los efectos derivados de la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo. El PMA, se organiza en dos componentes principales:

- Plan de Manejo de Impactos Ambientales (PMI): donde se establecen las acciones específicas de intervención
- Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental (PMS): que permite verificar la implementación y eficacia de dichas medidas.

Esta estructura garantiza una gestión ambiental integral, articulando acciones técnicas, sociales y de seguimiento continuo, con el fin de reducir la presión sobre los recursos naturales y contribuir a la sostenibilidad del territorio.

5.3.1. Planes de Manejo de Impactos Ambientales (PMI)

A continuación se presentan las acciones formuladas para atender los impactos ambientales generados por la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo. Estas acciones, se estructuran considerando los componentes biótico, abiótico y socioeconómico, priorizando los impactos clasificados como significativos y muy significativos (Tabla 12).

Tabla 12. Definición de los PMI para los impactos generados por la deforestación en el Catatumbo

Componente	Nombre del Plan de Manejo (PMI)	Impactos que atiende
Biótico	Plan de manejo de la cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal Pérdida de biodiversidad Disminución de especies
	Plan de manejo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos	Alteración de ciclos ecológicos Reducción de servicios ecosistémicos
	Plan de manejo del suelo	Deterioro del suelo Disminución de la profundidad del suelo Cambio en el uso del suelo
	Plan de manejo del recurso hídrico	Contaminación de agua Escasez de agua

Componente	Nombre del Plan de Manejo (PMI)	Impactos que atiende
Abiótico	Plan de manejo del cambio climático y calidad del aire	Alteración de ciclos hidrológicos Aumento de emisiones de CO ₂ Aumento de emisiones de CO ₂ Incremento de temperatura Variabilidad climática Cambio climático
Socioeconómico	Plan de manejo socioeconómico y territorial	Afectación a actividades productivas Afectación a cultivos Afectación a la seguridad alimentaria Conflictos socioambientales Debilitamiento institucional Empobrecimiento de comunidades

Con el fin de atender los impactos ambientales identificados y priorizados en la etapa de valoración, se desarrollan a continuación los Planes de Manejo de Impactos Ambientales (PMI). Cada plan, establece acciones específicas orientadas a la prevención, mitigación, corrección o compensación de los efectos derivados de la deforestación por expansión agrícola en el Catatumbo.

Los PMI. se estructuran mediante fichas técnicas que incluyen objetivos, metas, impactos asociados, tipo de medida, acciones a implementar, indicadores de seguimiento, responsables y cronograma, con el propósito de garantizar una gestión ambiental organizada y técnicamente sustentada.

5.3.1.1 Plan de manejo de la cobertura vegetal

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Plan de manejo de la cobertura vegetal
Código	PMI - 01
Objetivo	Restaurar la cobertura vegetal en las áreas afectadas por la expansión agrícola, mediante acciones de reforestación y recuperación ecológica
Metas	<ul style="list-style-type: none"> Recuperar la cobertura vegetal en las zonas intervenidas. Garantizar la supervivencia de las plántulas establecidas. Promover la participación activa de la comunidad en las actividades del plan.
Impactos a los que responde	Pérdida de cobertura vegetal Pérdida de biodiversidad Disminución de especies
Tipo de medida	Prevención, mitigación y compensación
Lugar de aplicación	Zonas intervenidas por actividades de expansión agrícola en la región del Catatumbo, especialmente en áreas con alta pérdida de cobertura vegetal.
Población beneficiada	Comunidades rurales del Catatumbo, pequeños y medianos productores agrícolas, así como actores locales que dependen de los servicios ecosistémicos del territorio.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Índice de recuperación de cobertura vegetal (IRCV) $IRCV = \frac{\text{Área recuperada}}{\text{Área afectada}} \times 100$ Interpretación: Mide el porcentaje de área que ha sido restaurada respecto al total afectado. Nivel de participación comunitaria (NPC) $NPC = \frac{\# \text{ de participantes}}{\text{Población convocada}} \times 100$ Interpretación: Refleja el grado de involucramiento de la comunidad en las actividades del plan Índice de establecimiento vegetal (IEV)

Ítem	Descripción																																										
	$IRCV = \frac{\text{vegetación sobrevivientes}}{\text{Vegetación sembrada}} \times 100$ <p>Interpretación: Permite evaluar la efectividad de las jornadas de reforestación.</p>																																										
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridades ambientales regionales • Entidades territoriales (alcaldías municipales) • Organizaciones comunitarias • Productores agrícolas vinculados al área de intervención 																																										
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad ambiental competente • Entidades de control ambiental • Supervisores técnicos del proyecto 																																										
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diagnóstico de áreas afectadas</td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Socialización con la comunidad</td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Implementación de jornadas de reforestación</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Mantenimiento de áreas reforestadas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> <tr> <td>Mantenimiento de áreas reforestadas</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral.</p>	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Diagnóstico de áreas afectadas							Socialización con la comunidad							Implementación de jornadas de reforestación							Mantenimiento de áreas reforestadas							Mantenimiento de áreas reforestadas						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																																					
Diagnóstico de áreas afectadas																																											
Socialización con la comunidad																																											
Implementación de jornadas de reforestación																																											
Mantenimiento de áreas reforestadas																																											
Mantenimiento de áreas reforestadas																																											
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Jornadas de reforestación y mantenimiento</td> <td>\$8.000.000</td> </tr> <tr> <td>Compra de plántulas y semillas</td> <td>\$6.000.000</td> </tr> <tr> <td>Herramientas, abonos, transporte</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Talleres comunitarios</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Monitoreo técnico</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMI-01</td> <td>\$23.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota.</i> Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Jornadas de reforestación y mantenimiento	\$8.000.000	Compra de plántulas y semillas	\$6.000.000	Herramientas, abonos, transporte	\$4.000.000	Talleres comunitarios	\$2.000.000	Monitoreo técnico	\$3.000.000	Total, estimado PMI-01	\$23.000.000																												
Componente	Costo (COP 2026)																																										
Jornadas de reforestación y mantenimiento	\$8.000.000																																										
Compra de plántulas y semillas	\$6.000.000																																										
Herramientas, abonos, transporte	\$4.000.000																																										
Talleres comunitarios	\$2.000.000																																										
Monitoreo técnico	\$3.000.000																																										
Total, estimado PMI-01	\$23.000.000																																										

5.3.1.2 Plan de manejo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Plan de manejo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos
Código	PMI – 02
Objetivo	Conservar la biodiversidad y mantener los servicios ecosistémicos en las áreas afectadas por la expansión agrícola.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Proteger la diversidad de especies en las zonas intervenidas. • Mantener el funcionamiento de los servicios ecosistémicos. • Promover acciones de conservación en el territorio.
Impactos a los que responde	<ul style="list-style-type: none"> • Alteración de ciclos ecológicos • Reducción de servicios ecosistémicos
Tipo de medida	Prevención, mitigación y compensación
Lugar de aplicación	Áreas con afectación ecológica por expansión agrícola en la región del Catatumbo.
Población beneficiada	Comunidades rurales, productores agrícolas y actores locales dependientes de los servicios ecosistémicos.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de conservación de biodiversidad (ICB) $ICB = \frac{\text{Especies conservadas}}{\text{Especies registradas inicialmente}} \times 100$ • Estado de los servicios ecosistémicos (ESE) $ESE = \frac{\text{Servicios ecosistémicos funcionales}}{\text{Servicios identificados}} \times 100$
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridades ambientales regionales • Entidades territoriales (alcaldías municipales) • Organizaciones comunitarias • Productores agrícolas vinculados al área de intervención
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad ambiental competente • Supervisores técnicos del proyecto

Ítem	Descripción																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación de áreas prioritarias</td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Socialización y sensibilización</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Implementación de acciones de conservación</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seguimiento ecológico</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral.</p>	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Identificación de áreas prioritarias							Socialización y sensibilización							Implementación de acciones de conservación							Seguimiento ecológico						
	Acción	Mes	1	2	3	4	5																													
	Identificación de áreas prioritarias																																			
	Socialización y sensibilización																																			
	Implementación de acciones de conservación																																			
Seguimiento ecológico																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actividades de conservación</td> <td>\$6.000.000</td> </tr> <tr> <td>Materiales y herramientas</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Talleres comunitarios</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Monitoreo ecológico</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMI-02</td> <td>\$15.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota.</i> Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Actividades de conservación	\$6.000.000	Materiales y herramientas	\$4.000.000	Talleres comunitarios	\$2.000.000	Monitoreo ecológico	\$3.000.000	Total, estimado PMI-02	\$15.000.000																							
	Componente	Costo (COP 2026)																																		
	Actividades de conservación	\$6.000.000																																		
	Materiales y herramientas	\$4.000.000																																		
	Talleres comunitarios	\$2.000.000																																		
	Monitoreo ecológico	\$3.000.000																																		
Total, estimado PMI-02	\$15.000.000																																			

5.3.1.3 Plan de manejo del suelo

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Plan de manejo del suelo
Código	PMI – 03
Objetivo	Prevenir y mitigar el deterioro del suelo en las áreas intervenidas mediante prácticas de manejo y conservación.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir el deterioro del suelo en las zonas intervenidas. • Mantener las condiciones físicas del suelo. • Promover prácticas adecuadas de uso del suelo.
Impactos a los que responde	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación de agua • Escasez de agua • Alteración de ciclos hidrológicos
Tipo de medida	Prevención y mitigación
Lugar de aplicación	Fuentes hídricas y áreas de influencia afectadas por la expansión agrícola en la región del Catatumbo.

Ítem	Descripción																																			
Población beneficiada	Comunidades rurales, productores agrícolas y población que depende del recurso hídrico																																			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Índice de conservación del recurso hídrico (ICRH) $ICRH = \frac{\text{Fuentes hídricas protegidas}}{\text{Fuentes hídricas protegidas identificadas}} \times 100$ Nivel de uso adecuado del agua (NUA) $NUA = \frac{\text{Usuarios que aplican buenas prácticas}}{\text{Total de usuarios}} \times 100$ 																																			
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Autoridades ambientales Entidades territoriales Comunidades locales Productores agrícolas 																																			
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto 																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación de fuentes hídricas</td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Socialización y sensibilización</td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Implementación de medidas de protección</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seguimiento y control</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral.</p>	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Identificación de fuentes hídricas							Socialización y sensibilización							Implementación de medidas de protección							Seguimiento y control						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																														
Identificación de fuentes hídricas																																				
Socialización y sensibilización																																				
Implementación de medidas de protección																																				
Seguimiento y control																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actividades de protección hídrica</td> <td>\$6.000.000</td> </tr> <tr> <td>Materiales y herramientas</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Talleres comunitarios</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Monitoreo del recurso hídrico</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMI-03</td> <td>\$15.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota.</i> Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Actividades de protección hídrica	\$6.000.000	Materiales y herramientas	\$4.000.000	Talleres comunitarios	\$2.000.000	Monitoreo del recurso hídrico	\$3.000.000	Total, estimado PMI-03	\$15.000.000																							
Componente	Costo (COP 2026)																																			
Actividades de protección hídrica	\$6.000.000																																			
Materiales y herramientas	\$4.000.000																																			
Talleres comunitarios	\$2.000.000																																			
Monitoreo del recurso hídrico	\$3.000.000																																			
Total, estimado PMI-03	\$15.000.000																																			

5.3.1.4 Plan de manejo del recurso hídrico

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Plan de manejo del recurso hídrico
Código	PMI – 04
Objetivo	Proteger y conservar el recurso hídrico en las áreas intervenidas, mediante acciones de manejo y control.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Disminuir la afectación del recurso hídrico en las zonas intervenidas. • Mantener la disponibilidad y calidad del agua. • Promover el uso adecuado del recurso hídrico
Impactos a los que responde	<ul style="list-style-type: none"> • Deterioro del suelo • Disminución de la profundidad del suelo • Cambio en el uso del suelo
Tipo de medida	Prevención y mitigación
Lugar de aplicación	Áreas intervenidas por expansión agrícola en la región del Catatumbo.
Población beneficiada	Productores agrícolas y comunidades rurales del área de influencia.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Índice de conservación del suelo (ICS) $ICS = \frac{\text{Áreas con prácticas de conservación}}{\text{Área intervenida}} \times 100$ • Nivel de adopción de buenas prácticas (NABP) $NABP = \frac{\text{Productores que aplican prácticas}}{\text{Total de productores}} \times 100$ • Estabilidad del suelo (ES) $NABP = \frac{\text{Áreas sin erosión}}{\text{Áreas evaluadas}} \times 100$
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridades ambientales • Entidades territoriales • Productores agrícolas • Organizaciones comunitarias

Ítem	Descripción																																			
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> • Autoridad ambiental competente • Supervisores técnicos del proyecto 																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diagnóstico del estado del suelo</td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Capacitación en manejo del suelo</td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Implementación de prácticas de conservación</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seguimiento y control</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral.</p>	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Diagnóstico del estado del suelo							Capacitación en manejo del suelo							Implementación de prácticas de conservación							Seguimiento y control						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																														
Diagnóstico del estado del suelo																																				
Capacitación en manejo del suelo																																				
Implementación de prácticas de conservación																																				
Seguimiento y control																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Implementación de prácticas</td> <td>\$7.000.000</td> </tr> <tr> <td>Materiales y herramientas</td> <td>\$5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Talleres a productores</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Monitoreo técnico</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMI-04</td> <td>\$17.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota.</i> Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Implementación de prácticas	\$7.000.000	Materiales y herramientas	\$5.000.000	Talleres a productores	\$2.000.000	Monitoreo técnico	\$3.000.000	Total, estimado PMI-04	\$17.000.000																							
Componente	Costo (COP 2026)																																			
Implementación de prácticas	\$7.000.000																																			
Materiales y herramientas	\$5.000.000																																			
Talleres a productores	\$2.000.000																																			
Monitoreo técnico	\$3.000.000																																			
Total, estimado PMI-04	\$17.000.000																																			

5.3.1.5 Plan de manejo del cambio climático y calidad del aire

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Plan de manejo del cambio climático y calidad del aire
Código	PMI – 05
Objetivo	Prevenir y mitigar los efectos sobre la calidad del aire y el cambio climático derivados de la expansión agrícola.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Reducir las afectaciones a la calidad del aire. • Disminuir las emisiones generadas por las actividades agrícolas. • Promover prácticas que contribuyan a la protección del clima
Impactos a los que responde	<ul style="list-style-type: none"> • Aumento de emisiones de CO₂ (Matriz Aumento de emisiones de CO₂) • Incremento de temperatura • Variabilidad climática

Ítem	Descripción																																			
	<ul style="list-style-type: none"> Cambio climático 																																			
Tipo de medida	Prevención y mitigación																																			
Lugar de aplicación	Áreas intervenidas por expansión agrícola en la región del Catatumbo.																																			
Población beneficiada	Comunidades rurales y población del área de influencia																																			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Índice de control de emisiones (ICE) $ICE = \frac{\text{Fuentes con control de emisiones}}{\text{Fuentes identificadas}} \times 100$ Nivel de implementación de buenas prácticas (NIBP) $NIBP = \frac{\text{Prácticas implementadas}}{\text{Prácticas planificadas}} \times 100$ Estado de la calidad del aire (ECA) $eca = \frac{\text{Puntos sin afectación visible}}{\text{Puntos evaluados}} \times 100$ 																																			
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Autoridades ambientales Entidades territoriales Productores agrícolas Comunidades locales 																																			
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto 																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Identificación de fuentes de emisión</td> <td></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Capacitación en prácticas sostenibles</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Implementación de medidas de control</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seguimiento y control</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> <td style="background-color: #f2f2f2;"></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral.</p>	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Identificación de fuentes de emisión							Capacitación en prácticas sostenibles							Implementación de medidas de control							Seguimiento y control						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																														
Identificación de fuentes de emisión																																				
Capacitación en prácticas sostenibles																																				
Implementación de medidas de control																																				
Seguimiento y control																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Implementación de prácticas</td> <td>\$6.000.000</td> </tr> <tr> <td>Materiales y herramientas</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> </tbody> </table>	Componente	Costo (COP 2026)	Implementación de prácticas	\$6.000.000	Materiales y herramientas	\$4.000.000																													
Componente	Costo (COP 2026)																																			
Implementación de prácticas	\$6.000.000																																			
Materiales y herramientas	\$4.000.000																																			

Ítem	Descripción	
	Talleres comunitarios	\$2.000.000
	Monitoreo ambiental	\$3.000.000
	Total, estimado PMI-05	\$15.000.000
<p><i>Nota.</i> Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>		

5.3.1.6 Plan de manejo socioeconómico y territorial

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Plan de manejo socioeconómico y territorial
Código	PMI – 06
Objetivo	Fortalecer las condiciones socioeconómicas y el ordenamiento territorial en las áreas afectadas por la expansión agrícola.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> • Mejorar las condiciones socioeconómicas de la población. • Promover el uso adecuado del territorio. • Fortalecer la participación comunitaria en la gestión ambiental.
Impactos a los que responde	<ul style="list-style-type: none"> • Afectación a actividades productivas • Afectación a cultivos • Afectación a la seguridad alimentaria • Conflictos socioambientales • Debilitamiento institucional • Empobrecimiento de comunidades
Tipo de medida	Prevención y mitigación
Lugar de aplicación	Comunidades y áreas rurales afectadas por la expansión agrícola en la región del Catatumbo.
Población beneficiada	Comunidades locales, productores agrícolas y actores territoriales.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> • Nivel de participación comunitaria (NPC) $NPC = \frac{\text{Personas participantes}}{\text{Población convocada}} \times 100$ • Índice de fortalecimiento socioeconómico (IFSE) $IFSE = \frac{\text{Iniciativas productivas implementadas}}{\text{iniciativas planificadas}} \times 100$

Ítem	Descripción																																			
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Entidades territoriales Autoridades ambientales Organizaciones comunitarias Productores agrícolas 																																			
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto 																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Diagnóstico socioeconómico</td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Socialización y participación comunitaria</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Implementación de acciones territoriales</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Seguimiento y control</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral.</p>	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Diagnóstico socioeconómico							Socialización y participación comunitaria							Implementación de acciones territoriales							Seguimiento y control						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																														
Diagnóstico socioeconómico																																				
Socialización y participación comunitaria																																				
Implementación de acciones territoriales																																				
Seguimiento y control																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Implementación de acciones territoriales</td> <td>\$6.000.000</td> </tr> <tr> <td>Materiales y logística</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Talleres y formación</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Evaluación y control</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMI-06</td> <td>\$15.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota:</i> Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Implementación de acciones territoriales	\$6.000.000	Materiales y logística	\$4.000.000	Talleres y formación	\$2.000.000	Evaluación y control	\$3.000.000	Total, estimado PMI-06	\$15.000.000																							
Componente	Costo (COP 2026)																																			
Implementación de acciones territoriales	\$6.000.000																																			
Materiales y logística	\$4.000.000																																			
Talleres y formación	\$2.000.000																																			
Evaluación y control	\$3.000.000																																			
Total, estimado PMI-06	\$15.000.000																																			

5.3.2. Planes de Monitoreo y Seguimiento Ambiental (PMS)

Con el fin de garantizar la adecuada implementación y efectividad de las medidas establecidas en los Planes de Manejo de Impactos Ambientales (PMI), se formularon los correspondientes Planes de Monitoreo y Seguimiento Ambiental (PMS). Estos programas permiten evaluar periódicamente el desempeño ambiental del proyecto y verificar el cumplimiento de los objetivos propuestos.

Componente	Nombre del Plan de Manejo (PMI)	Impactos que atiende
Biótico	Seguimiento y monitoreo de la cobertura vegetal	Pérdida de cobertura vegetal Pérdida de biodiversidad Disminución de especies
	Seguimiento y monitoreo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos	Alteración de ciclos ecológicos Reducción de servicios ecosistémicos
Abiótico	Seguimiento y monitoreo del suelo	Deterioro del suelo Disminución de la profundidad del suelo Cambio en el uso del suelo
	Seguimiento y monitoreo del recurso hídrico	Contaminación de agua Escasez de agua Alteración de ciclos hidrológicos
	Seguimiento y monitoreo del cambio climático y calidad del aire	Aumento de emisiones de CO ₂ Incremento de temperatura Variabilidad climática Cambio climático
		Afectación a actividades productivas Afectación a cultivos Afectación a la seguridad alimentaria Conflictos socioambientales Debilitamiento institucional Empobrecimiento de comunidades
Socioeconómico	Seguimiento y monitoreo socioeconómico y territorial	

Es importante señalar que los Planes de Monitoreo y Seguimiento Ambiental (PMS), no establecen nuevas medidas de intervención, sino que constituyen instrumentos de control orientados a evaluar la eficacia de las acciones definidas en los Planes de Manejo de Impactos Ambientales (PMI).

El Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental (PMS), tiene como finalidad verificar la eficacia de las medidas establecidas en los Planes de Manejo de Impactos Ambientales (PMI), mediante el seguimiento periódico de indicadores ambientales y sociales. Este plan permite evaluar el cumplimiento de los objetivos ambientales del proyecto, identificar desviaciones y aplicar acciones correctivas cuando sea necesario.

5.3.2.1 Seguimiento y monitoreo de la cobertura vegetal

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Seguimiento y monitoreo de la cobertura vegetal
Código	PMS - 01
Objetivo	Verificar la implementación y efectividad de las acciones orientadas a la recuperación de la cobertura vegetal.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> Realizar seguimiento periódico a las áreas intervenidas. Evaluar la ejecución de las acciones establecidas. Generar información para la mejora del proceso.
Tipo de medida	Seguimiento y control
Lugar de aplicación	Áreas intervenidas por expansión agrícola en la región del Catatumbo.
Población beneficiada	Comunidades rurales y actores locales del área de influencia.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento del monitoreo programado (CMP) $CMP = \frac{\text{Monitoreo Realizados}}{\text{Monitoreos programados}} \times 100$ Cumplimiento del monitoreo programado (CMP) $CM = \frac{\text{Área monitoreadas}}{\text{Áreas definidad para monitoreo}} \times 100$

Ítem	Descripción																																			
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Equipos técnicos del proyecto Autoridades ambientales 																																			
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto 																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Definición de puntos de monitoreo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Programación de actividades</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ejecución de monitoreo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ejecución de monitoreo</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Nota: Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral. 	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Definición de puntos de monitoreo							Programación de actividades							Ejecución de monitoreo							Ejecución de monitoreo						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																														
Definición de puntos de monitoreo																																				
Programación de actividades																																				
Ejecución de monitoreo																																				
Ejecución de monitoreo																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Actividades de monitoreo</td> <td>\$5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Equipos y materiales</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Análisis de dato</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Elaboración de informes</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMS-01</td> <td>\$14.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota. Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Actividades de monitoreo	\$5.000.000	Equipos y materiales	\$4.000.000	Análisis de dato	\$3.000.000	Elaboración de informes	\$2.000.000	Total, estimado PMS-01	\$14.000.000																							
Componente	Costo (COP 2026)																																			
Actividades de monitoreo	\$5.000.000																																			
Equipos y materiales	\$4.000.000																																			
Análisis de dato	\$3.000.000																																			
Elaboración de informes	\$2.000.000																																			
Total, estimado PMS-01	\$14.000.000																																			

5.3.2.2 Seguimiento y monitoreo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Seguimiento y monitoreo de la biodiversidad y servicios ecosistémicos
Código	PMS – 02
Objetivo	Verificar la implementación y eficacia de las medidas establecidas en el PMI-02 para la protección de la biodiversidad y los servicios ecosistémicos
Metas	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar la ejecución de las acciones de conservación de biodiversidad. Evaluar la eficacia de las medidas implementadas.

Ítem	Descripción																																			
	<ul style="list-style-type: none"> Identificar desviaciones y proponer ajustes. 																																			
Tipo de medida	Seguimiento, evaluación y control																																			
Lugar de aplicación	Áreas intervenidas y zonas de conservación definidas en el PMI-02, en la región del Catatumbo.																																			
Población beneficiada	Comunidades locales, actores territoriales y ecosistemas intervenidos.																																			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de acciones del PMI-02 $CAP = \frac{\text{Acciones ejecutadas}}{\text{Acciones establecidas en el pmi - 02}} \times 100$ Eficacia de medidas de conservación (EMC) $EMC = \frac{\text{Acciones con resultados positivos}}{\text{Acciones implementadas}} \times 100$ 																																			
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Equipos técnicos del proyecto Autoridades ambientales 																																			
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto 																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Revisión de acciones del PMI-02</td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificación de implementación</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Evaluación de eficacia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> <tr> <td>Ajustes y retroalimentación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> Nota: Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral. 	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Revisión de acciones del PMI-02							Verificación de implementación							Evaluación de eficacia							Ajustes y retroalimentación						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																														
Revisión de acciones del PMI-02																																				
Verificación de implementación																																				
Evaluación de eficacia																																				
Ajustes y retroalimentación																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Evaluación técnica</td> <td>\$5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Herramientas de monitoreo</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Evaluación de resultados</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Informes y ajustes</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMS-02</td> <td>\$14.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota. Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Evaluación técnica	\$5.000.000	Herramientas de monitoreo	\$4.000.000	Evaluación de resultados	\$3.000.000	Informes y ajustes	\$2.000.000	Total, estimado PMS-02	\$14.000.000																							
Componente	Costo (COP 2026)																																			
Evaluación técnica	\$5.000.000																																			
Herramientas de monitoreo	\$4.000.000																																			
Evaluación de resultados	\$3.000.000																																			
Informes y ajustes	\$2.000.000																																			
Total, estimado PMS-02	\$14.000.000																																			

5.3.2.3 Seguimiento y monitoreo del suelo

Ítem	Descripción																								
Nombre del programa	Seguimiento y monitoreo del suelo																								
Código	PMS – 03																								
Objetivo	Verificar la implementación y eficacia de las medidas establecidas en el PMI–03 para la protección y manejo del suelo.																								
Metas	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar la ejecución de las acciones de manejo del suelo. Evaluar la eficacia de las medidas implementadas. Identificar desviaciones y establecer acciones de mejora. 																								
Tipo de medida	Seguimiento, evaluación y control																								
Lugar de aplicación	Áreas intervenidas por expansión agrícola según lo establecido en el PMI–03, en la región del Catatumbo																								
Población beneficiada	Comunidades rurales, productores agrícolas y áreas productivas.																								
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de acciones del PMI–03 (CAPS) $CAPS = \frac{\text{Acciones ejecutadas}}{\text{Acciones establecidas en el pmi – 03}} \times 100$ Eficacia de medidas de conservación (EMS) $EMS = \frac{\text{Acciones con resultados positivos}}{\text{Acciones implementadas}} \times 100$ Cumplimiento de acciones del PMI–03 (CAPS) $NVMS = \frac{\text{Variables evaluadas}}{\text{Variables de finidas en el PMI – 03}} \times 100$ 																								
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Equipos técnicos del proyecto Especialistas en manejo de suelos 																								
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto 																								
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th colspan="5">Mes</th> </tr> <tr> <th></th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Revisión de acciones del PMI–03</td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificación de implementación</td> <td></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td style="background-color: #f4cccc;"></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Acción	Mes						1	2	3	4	5	Revisión de acciones del PMI–03						Verificación de implementación					
Acción	Mes																								
	1	2	3	4	5																				
Revisión de acciones del PMI–03																									
Verificación de implementación																									

Ítem	Descripción												
	<table border="1"> <tr> <td>Evaluación de eficacia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ajustes y mejora</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </table> <ul style="list-style-type: none"> Nota: Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral. 	Evaluación de eficacia						Ajustes y mejora					
Evaluación de eficacia													
Ajustes y mejora													
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Evaluación técnica</td> <td>\$5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Herramientas de monitoreo</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Evaluación de resultados</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Informes y ajustes</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMS-03</td> <td>\$14.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p>Nota. Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Evaluación técnica	\$5.000.000	Herramientas de monitoreo	\$4.000.000	Evaluación de resultados	\$3.000.000	Informes y ajustes	\$2.000.000	Total, estimado PMS-03	\$14.000.000
Componente	Costo (COP 2026)												
Evaluación técnica	\$5.000.000												
Herramientas de monitoreo	\$4.000.000												
Evaluación de resultados	\$3.000.000												
Informes y ajustes	\$2.000.000												
Total, estimado PMS-03	\$14.000.000												

5.3.2.4 Seguimiento y monitoreo del recurso hídrico

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Seguimiento y monitoreo del recurso hídrico
Código	PMS – 04
Objetivo	Verificar la implementación y eficacia de las medidas establecidas en el PMI correspondiente al manejo del recurso hídrico.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar la ejecución de las acciones de manejo del recurso hídrico. Evaluar la eficacia de las medidas implementadas. Identificar desviaciones y establecer acciones correctivas.
Tipo de medida	Seguimiento, evaluación y control
Lugar de aplicación	Fuentes hídricas y áreas de influencia definidas en el PMI, en la región del Catatumbo
Población beneficiada	Comunidades locales, usuarios del recurso hídrico y sectores productivos.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de acciones del PMI-04 (CAH) $CAH = \frac{\text{Acciones ejecutadas}}{\text{Acciones establecidas en el pmi} - 04} \times 100$

Ítem	Descripción																																			
	<ul style="list-style-type: none"> Eficacia de medidas de conservación (EMH) $EMH = \frac{\text{Acciones con resultados favorable}}{\text{Ácciones implementadas}} \times 100$ Nivel de verificación del recurso hídrico (NVRH) $NVRH = \frac{\text{Variables evaluadas}}{\text{Variables de finidas en el PMI - 04}} \times 100$ 																																			
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Equipos técnicos del proyecto Especialistas en manejo de suelos 																																			
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto 																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Revisión de acciones del PMI-04</td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificación de implementación</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Evaluación de eficacia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> <tr> <td>Ajustes y mejora</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <i>Nota:</i> Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral. 	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Revisión de acciones del PMI-04							Verificación de implementación							Evaluación de eficacia							Ajustes y mejora						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																														
Revisión de acciones del PMI-04																																				
Verificación de implementación																																				
Evaluación de eficacia																																				
Ajustes y mejora																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Evaluación técnica</td> <td>\$5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Herramientas de monitoreo</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Evaluación de resultados</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Informes y ajustes</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMS-04</td> <td>\$14.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota.</i> Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Evaluación técnica	\$5.000.000	Herramientas de monitoreo	\$4.000.000	Evaluación de resultados	\$3.000.000	Informes y ajustes	\$2.000.000	Total, estimado PMS-04	\$14.000.000																							
Componente	Costo (COP 2026)																																			
Evaluación técnica	\$5.000.000																																			
Herramientas de monitoreo	\$4.000.000																																			
Evaluación de resultados	\$3.000.000																																			
Informes y ajustes	\$2.000.000																																			
Total, estimado PMS-04	\$14.000.000																																			

5.3.2.5 Seguimiento y monitoreo del cambio climático y calidad del aire

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Seguimiento y monitoreo del cambio climático y calidad del aire
Código	PMS – 05
Objetivo	Verificar la implementación y eficacia de las medidas establecidas en el PMI – 5 relacionadas con la mitigación de emisiones, la calidad del aire y la gestión del cambio climático.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar la ejecución de las acciones de manejo del recurso hídrico. Evaluar la eficacia de las medidas implementadas. Identificar desviaciones y establecer acciones correctivas.
Tipo de medida	Seguimiento, evaluación y control
Lugar de aplicación	Áreas de intervención definidas en el PMI – 5, donde se generan emisiones y se presentan impactos asociados al cambio climático.
Población beneficiada	Comunidades del área de influencia, actores territoriales y entorno ambiental.
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de acciones del PMI climático (CAC) $CAC = \frac{\text{Acciones ejecutadas}}{\text{Acciones establecidas en el PMI – 05}} \times 100$ Eficacia de medidas de reducción de emisiones (EMRE) $EMRE = \frac{\text{Acciones con resultados favorable}}{\text{Acciones implementadas}} \times 100$ Nivel de verificación de variables climáticas y de calidad del aire (NVCA) $NVCA = \frac{\text{Variables evaluadas}}{\text{Variables de finidas en el PMI – 05}} \times 100$
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Equipos técnicos del proyecto Especialistas en manejo de suelos
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto

Ítem	Descripción																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Revisión de acciones del PMI-05</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificación de implementación</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Evaluación de eficacia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ajustes y mejora</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Revisión de acciones del PMI-05							Verificación de implementación							Evaluación de eficacia							Ajustes y mejora						
	Acción	Mes	1	2	3	4	5																													
	Revisión de acciones del PMI-05																																			
	Verificación de implementación																																			
	Evaluación de eficacia																																			
Ajustes y mejora																																				
<ul style="list-style-type: none"> Nota: Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral. 																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Evaluación técnica</td> <td>\$5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Herramientas de monitoreo</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Evaluación de resultados</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Informes y ajustes</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMS-05</td> <td>\$14.000.000</td> </tr> </tbody> </table>	Componente	Costo (COP 2026)	Evaluación técnica	\$5.000.000	Herramientas de monitoreo	\$4.000.000	Evaluación de resultados	\$3.000.000	Informes y ajustes	\$2.000.000	Total, estimado PMS-05	\$14.000.000																							
	Componente	Costo (COP 2026)																																		
	Evaluación técnica	\$5.000.000																																		
	Herramientas de monitoreo	\$4.000.000																																		
	Evaluación de resultados	\$3.000.000																																		
	Informes y ajustes	\$2.000.000																																		
Total, estimado PMS-05	\$14.000.000																																			
<p>Nota. Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>																																				

5.3.2.6 Seguimiento y monitoreo socioeconómico y territorial

Ítem	Descripción
Nombre del programa	Seguimiento y monitoreo socioeconómico y territorial
Código	PMS – 06
Objetivo	Verificar la implementación y eficacia de las medidas establecidas en el PMI-06 orientadas a la gestión de los impactos socioeconómicos y territoriales.
Metas	<ul style="list-style-type: none"> Comprobar la ejecución de las acciones de manejo del recurso hídrico. Evaluar la eficacia de las medidas implementadas. Identificar desviaciones y establecer acciones correctivas.
Tipo de medida	Seguimiento, evaluación y control
Lugar de aplicación	Área de influencia social y territorial definida en el PMI-06, en la región del Catatumbo
Población beneficiada	Comunidades locales, actores sociales y población del área de influencia.

Ítem	Descripción																																			
Indicadores	<ul style="list-style-type: none"> Cumplimiento de acciones del PMI climático (CAS) $CAS = \frac{\text{Acciones ejecutadas}}{\text{Acciones establecidas en el PMI} - 06} \times 100$ Eficacia de medidas de reducción de emisiones (EMSOS) $EMSOC = \frac{\text{Acciones con resultados favorable}}{\text{Acciones implementadas}} \times 100$ Nivel de verificación territorial y social (NVTs) $NVTs = \frac{\text{Variables evaluadas}}{\text{Variables de finidas en el PMI} - 06} \times 100$ 																																			
Responsables de ejecución	<ul style="list-style-type: none"> Equipos técnicos del proyecto Especialistas en manejo de suelos 																																			
Responsables de seguimiento	<ul style="list-style-type: none"> Autoridad ambiental competente Supervisores técnicos del proyecto 																																			
Cronograma	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Acción</th> <th>Mes</th> <th>1</th> <th>2</th> <th>3</th> <th>4</th> <th>5</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Revisión de acciones del PMI-06</td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Verificación de implementación</td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Evaluación de eficacia</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Ajustes y mejora</td> <td></td> <td></td> <td></td> <td></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> <td style="background-color: #f4a460;"></td> </tr> </tbody> </table> <ul style="list-style-type: none"> <i>Nota:</i> Posterior a los cinco meses iniciales, el seguimiento técnico se realizará de manera semestral. 	Acción	Mes	1	2	3	4	5	Revisión de acciones del PMI-06							Verificación de implementación							Evaluación de eficacia							Ajustes y mejora						
Acción	Mes	1	2	3	4	5																														
Revisión de acciones del PMI-06																																				
Verificación de implementación																																				
Evaluación de eficacia																																				
Ajustes y mejora																																				
Presupuesto	<table border="1"> <thead> <tr> <th>Componente</th> <th>Costo (COP 2026)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Evaluación técnica</td> <td>\$5.000.000</td> </tr> <tr> <td>Herramientas de monitoreo</td> <td>\$4.000.000</td> </tr> <tr> <td>Evaluación de resultados</td> <td>\$3.000.000</td> </tr> <tr> <td>Informes y ajustes</td> <td>\$2.000.000</td> </tr> <tr> <td>Total, estimado PMS-06</td> <td>\$14.000.000</td> </tr> </tbody> </table> <p><i>Nota.</i> Los valores corresponden a una estimación proyectada a precios del año 2026</p>	Componente	Costo (COP 2026)	Evaluación técnica	\$5.000.000	Herramientas de monitoreo	\$4.000.000	Evaluación de resultados	\$3.000.000	Informes y ajustes	\$2.000.000	Total, estimado PMS-06	\$14.000.000																							
Componente	Costo (COP 2026)																																			
Evaluación técnica	\$5.000.000																																			
Herramientas de monitoreo	\$4.000.000																																			
Evaluación de resultados	\$3.000.000																																			
Informes y ajustes	\$2.000.000																																			
Total, estimado PMS-06	\$14.000.000																																			

El Plan de Monitoreo y Seguimiento Ambiental (PMS) se consolida como un instrumento fundamental para verificar la adecuada implementación y eficacia de

las medidas establecidas en los Planes de Manejo de Impactos Ambientales (PMI). En este sentido, los programas formulados permiten no solo evidenciar el cumplimiento de las acciones propuestas en los componentes de biodiversidad, suelo, recurso hídrico, cambio climático, calidad del aire y ámbito socioeconómico y territorial, sino también identificar oportunamente desviaciones y establecer acciones de mejora. Asimismo, el PMS garantiza la generación de información sistemática y confiable para la toma de decisiones, fortaleciendo la gestión ambiental del proyecto y asegurando su coherencia con los objetivos de prevención, mitigación y control de los impactos identificados.

6. CONCLUSIONES

El presente trabajo tuvo como propósito formular medidas de manejo ambiental para los impactos generados por la deforestación asociada a la expansión agrícola en la región del Catatumbo durante el periodo 2000–2025, integrando el análisis de las dinámicas socioambientales con la planificación del territorio. En este sentido, se logró una comprensión integral del problema, orientada a la toma de decisiones en el manejo de los recursos forestales.

En relación con el cumplimiento de los objetivos, se identificó el entorno socioambiental mediante la construcción de una línea base, reconociendo factores asociados al uso del suelo, actividades productivas y condiciones de vida, lo que permitió entender las dinámicas que inciden en la deforestación. Se evaluaron un total de 23 impactos mediante el método CONESA, de los cuales 3 fueron muy significativos y 16 significativos, evidenciando una alta afectación sobre el territorio, especialmente en la biodiversidad, los ciclos hidrológicos y el suelo. Esto permitió priorizar los impactos más críticos y orientar su intervención.

En conjunto, los resultados evidencian que la deforestación en el Catatumbo responde a un sistema de interacciones complejas que afectan los componentes biótico, abiótico y socioeconómico, concentradas en 6 actividades generadoras de impacto. A partir de ello, se formuló un Plan de Manejo Ambiental (PMA), estructurado en un Plan de Manejo de Impactos (PMI) y un Plan de Monitoreo y Seguimiento (PMS), como instrumento orientado a la mitigación, control y sostenibilidad del territorio.

7. RECOMENDACIONES

El presente trabajo abre la posibilidad de desarrollar futuras investigaciones orientadas a profundizar en el análisis de la deforestación por expansión agrícola en la región del Catatumbo, mediante la incorporación de nuevas variables socioambientales y el uso de enfoques metodológicos complementarios que permitan comprender con mayor precisión la dinámica del territorio. En este sentido, se recomienda ampliar el alcance del estudio a través de análisis temporales más detallados, el uso de herramientas geoespaciales y la realización de trabajo de campo, con el fin de validar en territorio las condiciones identificadas y fortalecer la formulación de medidas de manejo ambiental. La integración de información primaria, a partir de la interacción directa con comunidades y actores locales, permitiría obtener datos más específicos sobre las dinámicas actuales del uso del suelo, enriqueciendo la aplicabilidad y pertinencia de los resultados.

De igual forma, se recomienda la implementación de las medidas de manejo ambiental formuladas en el Plan de Manejo Ambiental (PMA), con el fin de validar su efectividad en la mitigación y control de los impactos identificados, especialmente aquellos clasificados como significativos y muy significativos. La aplicación de estas medidas permitiría no solo evaluar su viabilidad en el territorio, sino también generar

ajustes que optimicen su alcance y contribuyan a una gestión ambiental más eficiente.

Por otra parte, se sugiere replicar la metodología aplicada en este estudio en otras regiones de Colombia que presenten diferentes niveles de deforestación, tanto altos como bajos, con el propósito de comparar dinámicas territoriales y fortalecer la formulación de estrategias de intervención a escala nacional. Esto permitiría consolidar un enfoque metodológico adaptable a distintos contextos, aportando a la planificación ambiental del país.

En consecuencia, aunque el presente trabajo se centró en la formulación de medidas de manejo ambiental, constituye una base técnica sólida que puede ser utilizada y ajustada en futuros estudios, contribuyendo al desarrollo de estrategias más integrales para la conservación de los recursos forestales y el manejo sostenible del territorio.

8. BIBLIOGRAFÍA

- Amador , D. A., Bravo, A. J., & Pavón, S. (2022). *Diagrama Matricial*. Retrieved from <https://es.scribd.com/document/596214970/Diagrama-matricial>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2021). *COP26 – La expansión agrícola causa cerca del 90 % de la deforestación mundial [Informe]*. [FAO]. Obtenido de https://www.fao.org/newsroom/detail/cop26-agricultural-expansion-drives-almost-90-percent-of-global-deforestation/es?utm_source=chatgpt.com
- Aponte, C. E. (2022). *Dinámicas de deforestación y conflicto socioambiental en la región del Catatumbo*. Revista Colombiana de Geografía. Obtenido de <https://rgsa.openaccesspublications.org/rgsa/article/view/10069>
- Arboleda González, J. A. (2008). Generalidades de la evaluación de impacto ambiental. *En Manual para la evaluación de impacto ambiental de proyectos, obras o actividades*, (pp. 1-16).
- Armenteras, D. M. (2019). Scenarios of land use and land cover change for NW Amazonia: Impact on forest conservation. *Global Ecology and Conservation*,. Obtenido de <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989418304876?via%3Dihub>
- Armenteras, D. M. (2019). Scenarios of land use and land cover change for NW Amazonia: Impact on forest conservation. *Global Ecology and Conservation*,. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989418304876?via%3Dihub>
- Asamblea Nacional Constituyente. (1991). *Constitución Política de Colombia*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=4125>
- Basilio dos Santos, G. A. (2021). El uso del diagrama de Ishikawa para identificar las causas de contaminación en la línea de producción de matanza de ganado. *La Técnica*.
- Cabral, V. N. (2015). *Análisis de la vulnerabilidad socioambiental en áreas del periurbano de Mar del Plata (Argentina) expuestas a agroquímicos*. Multiciencias. Obtenido de www.redalyc.org/pdf/904/90443048005.pdf
- Canton, H. (2021). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO)*. Directorio Europa de Organizaciones Internacionales 2021. Obtenido de <https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9781003179900-41/food-agriculture-organization-united-nations%E2%80%9494fao-helen-canton>
- Caracol Radio. (2025). *Autoridades ambientales alertan por aumento de deforestación en el Catatumbo*. Obtenido de <https://caracol.com.co/2025/10/04/autoridades-ambientales-alertan-por-aumento-de-deforestacion-en-el-catumbo/>
- Castro Torres, A. S. (2020). *Herramientas de gestión ambiental para reducir el impacto de los costos ambientales en una empresa de construcción*. Revista Universidad y Sociedad. Retrieved from <http://scielo.sld.cu/pdf/rus/v12n6/2218-3620-rus-12-06-82.pdf>
- Centro Nacional de Memoria Histórica. (2018). *Catumbo: memorias de vida y dignidad*. Bogotá: Centro Nacional de Memoria Histórica. Obtenido de https://www.bibliotecadigitaldebogota.gov.co/resources/2871805/?utm_source=chatgpt.com

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

- Congreso de la Republica de Colombia. (2019). *Ley 1955 de 2019, POR EL CUAL SE EXPIDE EL PLAN NACIONAL DE DESARROLLO 2018-2022 PACTO POR COLOMBIA, PACTO POR LA EQUIDAD*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=93970>
- Congreso de la Republica de Colombia. (2021). *LEY 2169 DE 2021, Por medio de la cual se impulsa el desarrollo bajo en carbono del país mediante el establecimiento de metas y medidas mínimas en materia de carbono neutralidad y resiliencia climática y se dictan otras disposiciones*. Obtenido de <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=30043747>
- Colombia., C. d. (2011). *Ley 1450 de 2011, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo (2010–2014)*.
- Conesa, V. (2000). Guía metodológica para la evaluación del impacto ambiental (. Obtenido de <https://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6830/04Lagl04de09.pdf>
- Congreso de la República de Colombia. (1993). *Ley 99 de 1993*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=297>
- Congreso de la República de Colombia. (2009). *Ley 1333 de 2009, por la cual se establece el procedimiento sancionatorio ambiental*.
- Congreso de la República de Colombia. (2011). *Ley 1450 de 2011, por la cual se expide el Plan Nacional de Desarrollo 2010–2014*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=43101>
- Congreso de la Republica de Colombia. (2018). *LEY 1931 DE 2018, POR LA CUAL SE ESTABLECEN DIRECTRICES PARA LA GESTIÓN DEL CAMBIO CLIMÁTICO*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=87765>
- Congreso de la República de Colombia. (2021). *LEY 2111 DE 2021*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=167988>
- Chandrappa, R. D. (2021). Evaluación de Impacto Ambiental. En: Salud Ambiental - Teoría y Práctica. *Springer, Cham*. Obtenido de https://doi.org/10.1007/978-3-030-64484-0_3
- DavidMLandholm, P. P. (2019). *Reducción de la deforestación y mejora de la productividad ganadera: potencial de mitigación de gases de efecto invernadero de los sistemas silvopastoriles en Caquetá*. Cartas de investigación ambiental. Obtenido de https://www.researchgate.net/publication/335338823_Reducing_deforestation_and_improving_livestock_productivity_greenhouse_gas_mitigation_potential_of_silvopastoral_systems_in_Caqueta
- Defensoría del Pueblo de Colombia. (2025). *El Catatumbo después de la crisis: Desafíos en derechos humanos y derecho internacional humanitario [Informe]*. Obtenido de <https://www.defensoria.gov.co/documents/20123/3136595/Informe-Catatumbo-Web.pdf>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2015). *Censo Nacional Agropecuario – Sexta entrega de resultados 2014 – Cifras definitivas*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2017). *Monitoreo de la deforestación en Colombia 2016*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10963>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2019). *Censo Nacional de Población y Vivienda (CNPV) 2018 - Información para todos / Resultados*.

ELABORADO POR:
Docencia

REVISADO POR:
Sistema Integrado de Gestión

APROBADO POR: Líder del Sistema Integrado de Gestión
FECHA APROBACIÓN: Octubre de 2023

- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2023). *Demografía Rural Colombia 2023*".
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE). (2024). *Resultados para población campesina. Encuesta Nacional de Calidad de Vida (ECV) 2023*.
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística (IDEAN). (2015). *Censo Nacional Agropecuario (CNA)*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10962>
- Departamento Administrativo Nacional de Estadística [DANE]. (2020). *Censo Nacional de Población y Vivienda 2018 – Resultados municipales*.
- Departamento Nacional de Planeación. (2021). *POLÍTICA NACIONAL PARA EL CONTROL DE LA DEFORESTACIÓN Y LA GESTIÓN SOSTENIBLE DE LOS BOSQUES*. Obtenido de <chrome-extension://efaidnbmninnibpcapjpcglclefindmkaj/https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Conpes/Econ%C3%B3micos/4021.pdf>
- Díaz-Molina, M. I.-N.-R.-M. (2011). Evaluación de impacto ambiental y propuesta de indicadores ambientales en el taller de obtención del 2-(2 nitrovinil) furano del Centro de Bioactivos Químicos. *Tecnología Química*,. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/4455/445543773002.pdf>
- Distintas Latitudes. (2021). *Casos emblemáticos de deforestación en Colombia*. Obtenido de <https://bosqueslatam.distintaslatitudes.net/colombia/>
- FAO. (2022). *The State of the World's Forests 2022: Forest pathways for green recovery and building inclusive, resilient and sustainable economies. Food and Agriculture Organization of the United Nations*. Obtenido de <https://openknowledge.fao.org/items/4c8bd12f-d6b8-4755-a82f-1284c41bf012>
- Food and Agriculture Organization of the United Nations [FAO]. (2018). *El estado mundial de la agricultura y la alimentación 2018*. Obtenido de <https://www.fao.org/agrifood-economics/publications/detail/es/c/1476317/>
- 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*. Obtenido de <https://www.fao.org/3/cb6562en/cb6562en.pdf>
- Garrido-Rubiano, M. F.-M.-B.-C.-M. (2017). *Pequeños productores de maíz en el Caribe colombiano: estudio de sus atributos y prácticas agrícolas*. Corpoica Ciencia y Tecnología Agropecuaria,.
- Global Forest Watch. (2026). *Dashboard Colombia: pérdida de cobertura arbórea*. Obtenido de <https://www.globalforestwatch.org/dashboards/country/COL/>
- González, A. C. (2021). *Growing mining contribution to Colombian deforestation*. *Environmental Research Letters*, 16(6). Retrieved from <https://doi.org/10.1088/1748-9326/abfcf8>
- IDEAM. (2021). *Monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación en Colombia 2020*. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - IDEAM. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/>
- IDEAM. (2023). *Resultados de monitoreo de la deforestación en Colombia 2022. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales - Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [IDEAM - MADS]. (2023). *Actualización de cifras de monitoreo*

- de la superficie de bosque y la deforestación - Año 2022*. Ideam - MADS. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10969>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales – Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [IDEAM - MADS]. (2025). *Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque*. IDEAM -MADS. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2018). *Monitoreo de la deforestación en Colombia 2017*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10964>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2019). *Monitoreo de la deforestación en Colombia 2018*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10965>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2020). *Monitoreo de la deforestación en Colombia 2019*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10966>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2021). *Monitoreo de la deforestación en Colombia 2020*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10967>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2022). *Monitoreo de la deforestación en Colombia 2021*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10968>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2023). *Monitoreo de la deforestación en Colombia 2022*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10969>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2024). *Informe Técnico Diario de Condiciones Hidrometeorológicas, Alertas y Pronósticos 2023*. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co/file-download/download/public/10970>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (IDEAM). (2026). *Informe Técnico Diario de Condiciones Hidrometeorológicas, Alertas y Pronósticos (ITD)*. Bogotá, Colombia: IDEAM. Obtenido de <https://www.ideam.gov.co>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales [IDEAM]. (2025). *Informe Técnico Diario de Condiciones Hidrometeorológicas, Alertas y Pronósticos (ITD)*. Bogotá, Colombia: IDEAM. Obtenido de <http://www.ideam.gov.co>
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales, & Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [IDEAM - MADS]. (2024). *Monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación en Colombia - 2023 (Resumen de resultados)*. IDEAM.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible [IDEAM - MADS]. (2023). *Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación - Año 2022 (Versión 1.0)*. Ideam - MADS. Obtenido de <https://smbyc.ideam.gov.co/>
- Instituto Geográfico Agustín Codazzi [IGAC]. (2024). *Revista Análisis Geográficos No. 57. Dirección de Investigación y Prospectiva*. municipio de Puerto Gaitán, Meta. Revista de Análisis Geográficos (57), 64–73. Obtenido de https://www.igac.gov.co/sites/default/files/2024-10/Revista_Analisis_Geograficos_57_Dig.pdf
- Mateus, Y. S. (2019). *La deforestación en Colombia - propuestas para la mitigación de sus efectos*. Obtenido de <https://hdl.handle.net/10654/35851>

- Medellín, A. d. (2013). *Guía de manejo socioambiental para la construcción de obras de infraestructura pública*. Medellín, Colombia. ISBN: 978-958-8888-07-. Obtenido de https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_13/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2014/GuiaSociAmbiental2014.pdf
- Medellín, A. d. (2013). *Guía de manejo socioambiental para la construcción de obras de infraestructura pública*. Medellín, Colombia. ISBN: 978-958-8888-07-. Obtenido de chrome-extension://efaidnbnmnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.medellin.gov.co/irj/go/km/docs/pccdesign/SubportaldelCiudadano_2/PlandeDesarrollo_0_13/Publicaciones/Shared%20Content/Documentos/2014/GuiaSociAmbiental2014.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Actualización de cifras de monitoreo de la superficie de bosque y la deforestación – Año 2022*. Retrieved from <https://bart.ideam.gov.co/smbyc/Resultados%20Monitoreo%20de%20Bosques%20y%20Deforestacion/Cifras%20de%20monitoreo%20de%20la%20superficie%20de%20bosque%20y%20la%20deforestaci%C3%B3n%202022.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2023). *Informe de Gestión*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Informe de Gestión institucional*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2024/01/Informe-de-Gestion_Sector-Ambiente_2023_-VF..pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Informe de Gestión institucional Sostenible*. Bogotá. Obtenido de <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/01/Informe-de-Gestion-2024-VF.pdf>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2025). *DECRETO 116 DE 2025*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=257876>
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible., . (2020). *Informe de Gestión 2019*. Obtenido de https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Informe_gestio%CC%81n_MINAMBIENTE_2019-2.pdf
- Montaje, E., Esteves, A., & Vanclay, F. (2024). *Manual de evaluación y gestión del impacto social*. Retrieved from https://www.researchgate.net/publication/379083886_Handbook_of_Social_Impact_Assessment_and_Management_Open_Access
- Mora, R. (2020). *En Colombia, los cultivos ilícitos acaban con el bosque del Parque Nacional Natural Catatumbo Barí*. Obtenido de Mongabay Latam: <https://es.mongabay.com/2020/12/cultivos-ilegales-y-deforestacion-asfixian-al-parque-nacional-catatumbo-bari-en-colombia/>
- Murillo-Sandoval, P. K. (2023). *La expansión del cultivo de coca y la ganadería ilícita en Colombia después del conflicto*. *Sci Rep* 13 , 1965. Obtenido de <https://doi.org/10.1038/s41598-023-28918-0>
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2025). *Parque Nacional Natural Catatumbo Barí*. Obtenido de <https://www.parquesnacionales.gov.co/>
- Peña Villamil, D., Ríos Rodríguez, R., & Madariaga. (2024). *Estrategias de intervención de enfermería para el afrontamiento familiar en ECNT*. [Tesis de pregrado, Universidad Cooperativa de Colombia]. Repositorio Institucional UCC. Retrieved from <https://repository.ucc.edu.co/entities/publication/7837ce3a-7093-48f1-b26d-813dc73bb826>

F-DC-125

 INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPRENDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

- Presidencia de la República de Colombia. (1974). *Decreto 2811 de 1974, Por el cual se dicta el Código Nacional de Recursos Naturales Renovables y de Protección al Medio Ambiente*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=1551>
- Presidencia de la República de Colombia. (2015). *Decreto 1076 de 2015, Decreto Único Reglamentario del Sector Ambiente y Desarrollo Sostenible*. Obtenido de <https://www.funcionpublica.gov.co/eva/gestornormativo/norma.php?i=78153>
- Procuraduría General de la Nación. (2025). *II Informe de seguimiento y monitoreo a la deforestación en Colombia*. Obtenido de <https://fcds.org.co/wp-content/uploads/2025/05/informe-deforestacion-2.pdf>
- Programa de Protección de Bosque y Clima/REDD+ de la GIZ. (2017). *Coca y deforestación: Mensajes de acción para la planeación del desarrollo [Informe]*. Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Obtenido de https://danet.unodc.org.co/assets/giz_map/documentos/Policy_Brief_Coca_deforestacion.pdf
- Red LATAM de Jóvenes Periodistas & Mongabay LATAM. (2021). *Los bosques perdidos*. Obtenido de <https://bosqueslatam.distintaslatitudes.net/colombia/>
- Rodríguez Restrepo, V. J. (2017). ¿Cómo gerenciar un proyecto social a través de la matriz Vester en planificación estratégica? Caso: explotación minera en Timbiquí (Cauca). *Punto de Vista*, 11(17), 63–84. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/9020141.pdf>
- Rodríguez, G. E. (2021). Deforestación y transformación del paisaje en Colombia: Tendencias recientes y retos para la gestión ambiental. *Revista de Estudios Sociales*. Obtenido de <https://revistas.uniandes.edu.co/index.php/res/article/view/6163>
- Rozo López, D. (2020). *América Latina y el Caribe: a medio camino en el cumplimiento de los Objetivos de Desarrollo Sostenibles*. Observatorio Regional ODS. Obtenido de <https://hdl.handle.net/1992/47763>
- Rozo López, L. (2018). *Análisis de los impactos ambientales asociados a la deforestación en el Catatumbo [Trabajo de grado]*. Universidad Francisco de Paula Santander.
- Sánchez, L. E. (2020). *Avaliação de impacto ambiental: conceitos e métodos (3rd ed.)*. Oficina de Textos. Obtenido de https://s3-sa-east-1.amazonaws.com/ofitexto.arquivos/degustacao/avaliacao-de-impacto-ambiental-3ed_deg.pdf
- Silva de Jesus, M. G. (2021). *Métodos de avaliação de impactos ambientais: uma revisão bibliográfica*. Brazilian Journal of Development. Retrieved from https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/97837011/22273-libre.pdf?1674756783=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DMetodos_de_avaliacao_de_impactos_ambient.pdf&Expires=1772081549&Signature=Glgq
- Solano, D. (2024). *Análisis de los factores que han generado impacto ambiental a partir de la tala indiscriminada de árboles en el municipio de Tibú Norte de Santander*. Bogotá - Colombia.: (Tesis de Maestría). Corporación Universitaria Minuto de Dios,. Obtenido de <https://repository.uniminuto.edu/items/435f95f9-0a11-47d5-a6bc-ed4a7f0478e6>

F-DC-125

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADO EN MODALIDAD DE PROYECTO
DE INVESTIGACIÓN, DESARROLLO TECNOLÓGICO, MONOGRAFÍA,
EMPREDIMIENTO Y SEMINARIO

VERSIÓN: 2.0

Soler, N. Y. (2021). *Estado del arte de la deforestación actual del departamento del Caquetá.. [Monografía]*. Repositorio Institucional UNAD. Obtenido de <https://repository.unad.edu.co/handle/10596/40466>

9. APÉNDICES

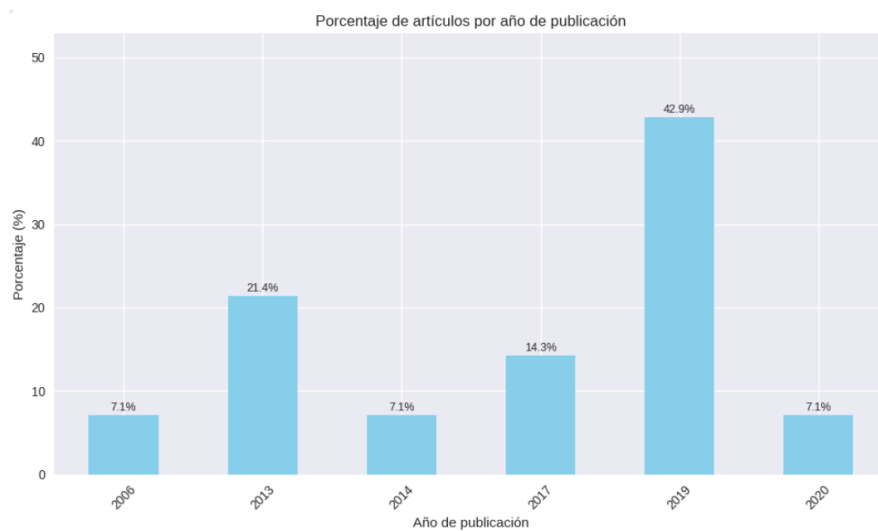
Apéndice A. Revisión sistemática de literatura

A los artículos revisados se les efectuó un análisis cuantitativo con el fin de conocer el porcentaje de artículos por año, país y por tema, los cuales se aprecian a continuación:

Porcentaje de artículos por año de publicación:

En la Figura A1 se evidenció que el porcentaje de artículos por año de publicación en donde los años 2013 y 2019 concentran la mayor proporción de publicaciones con 21.4 % y 42.9% respectivamente, lo que refleja picos de interés académico en torno a la deforestación y la expansión agrícola, en contraste los años 2006, 2014, 2017 y 2020 aparecen con menor frecuencia, mostrando aportes más puntuales.

Figura A1. *Porcentaje de artículos por año de publicación*

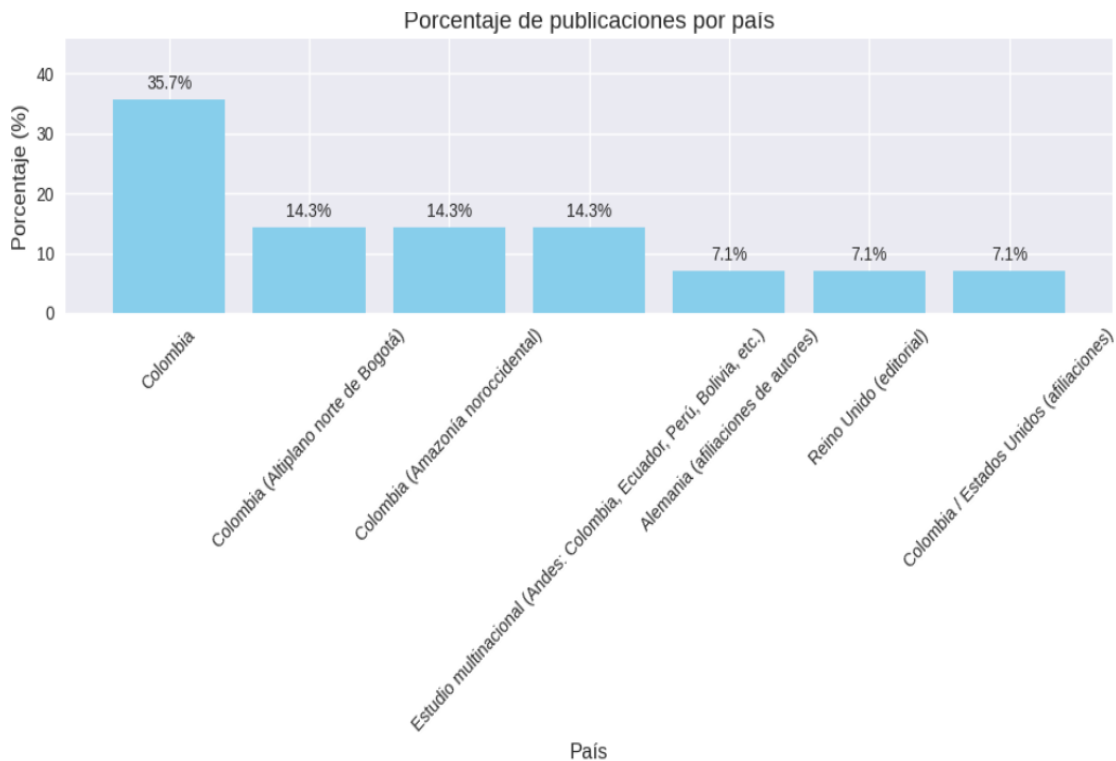


Nota. Fuente los autores.

Porcentaje de publicaciones por país:

En la Figura A2, se evidencia el porcentaje de publicaciones por país Colombia concentra la mayoría de los artículos con el 35.7%, lo que refleja la centralidad del caso colombiano en estudios de deforestación y expansión agrícola. Así mismo Otros países como Alemania y Reino Unido aparecen vinculados principalmente por afiliaciones de autores o publicaciones editoriales como es el caso particular del estudio multinacional andino que aporta datos de varios países (Colombia, Ecuador, Perú, Bolivia), lo que diversifica la muestra.

Figura A2. Porcentaje de publicaciones por país

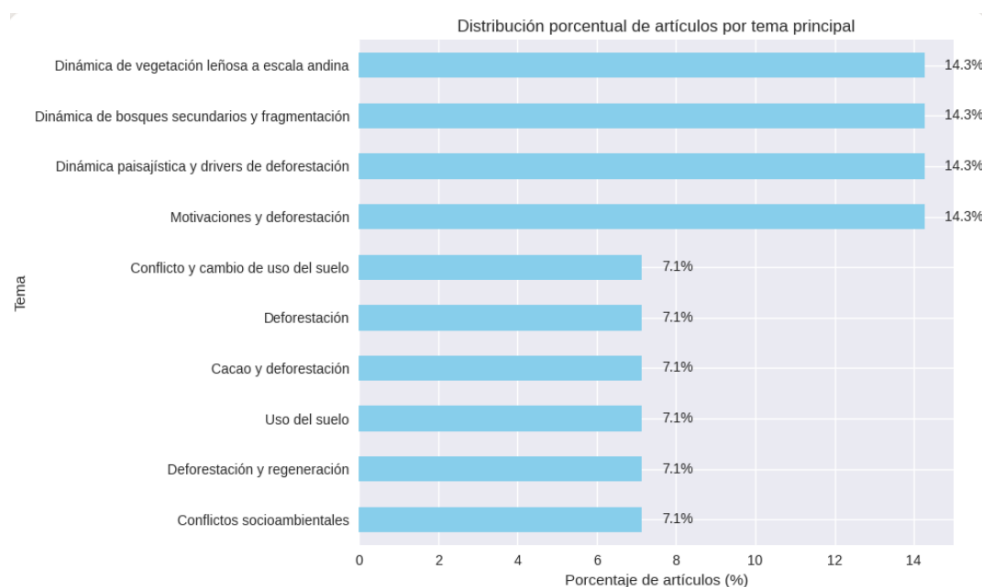


Nota. Fuente los autores

Porcentaje de artículos por tema principal:

En la Figura A3 se observa que el uso del suelo y deforestación concentran aproximadamente el 35% de las publicaciones, seguidos por dinámicas de vegetación leñosa y bosques secundarios con cerca del 28%. Los estudios sobre conflicto y cambio de uso del suelo representan alrededor del 14%, mientras que las investigaciones sobre motivaciones individuales y deforestación alcanzan un 14%. Finalmente, el tema de cacao y deforestación aporta cerca del 7%. Esta distribución evidencia que la literatura se enfoca principalmente en los factores agrícolas y de uso del suelo, aunque también incorpora dimensiones sociales y productivas que enriquecen el análisis de la deforestación en Colombia.

Figura A3. *Porcentaje de artículos por tema principal*



Nota. Fuente los autores