



**UNIVERSIDAD
DE ANTIOQUIA**

**Conflicto entre conservación y producción: Los monocultivos como amenaza para la
integridad de los bosques altoandinos en Colombia**

Katherine Andrea Soriano Hoyos

Monografía presentada para optar al título de Especialista en Gestión Ambiental

Asesora

Yesica María Gómez Jaramillo, Magíster (MSc) en ingeniería ambiental

Universidad de Antioquia
Facultad de Ingeniería
Especialización en Gestión Ambiental
Medellín, Antioquia, Colombia
2025



UNIVERSIDAD DE ANTIOQUIA

Cita

(Soriano Hoyos, 2025)

Referencia

Estilo APA 7 (2020)

Soriano Hoyos, K. A. (2025). *Conflicto entre conservación y producción: Los Monocultivos como Amenaza para la integridad de los Bosques Altoandinos en Colombia* [Trabajo de grado especialización]. Universidad de Antioquia, Medellín, Colombia.



Especialización en Gestión Ambiental, Cohorte XVII.



Repositorio Institucional: <http://bibliotecadigital.udea.edu.co>

Universidad de Antioquia - www.udea.edu.co

El contenido de esta obra corresponde al derecho de expresión de los autores y no compromete el pensamiento institucional de la Universidad de Antioquia ni desata su responsabilidad frente a terceros. Los autores asumen la responsabilidad por los derechos de autor y conexos.

Resumen

Colombia alberga regiones estratégicas como las zonas altoandinas, que contienen ecosistemas fundamentales para la regulación hídrica y climática. Sin embargo, la expansión de cultivos intensivos como papa, aguacate Hass, pino y eucalipto, ha generado profundas transformaciones socioambientales. Este estudio analizó estos impactos e identificó estrategias de mitigación mediante una revisión sistemática de 34 estudios publicados entre 2008 y 2025, a partir de una matriz documental construida con literatura científica indexada y documentos técnicos oficiales relacionados con la región altoandina. Los hallazgos evidencian deterioro progresivo del suelo, presión hídrica derivada del uso intensivo del agua por cultivo intensivos, pérdida de biodiversidad incluida la fauna edáfica y polinizadores, y conflictos sociales asociados al desplazamiento de comunidades y la pérdida de prácticas agrícolas tradicionales. Si bien Colombia cuenta con un marco normativo ambiental sólido, persisten vacíos en su implementación, particularmente para bosques altoandinos. Se resalta la necesidad de adoptar un enfoque socioecológico que articule conservación, producción sostenible y equidad territorial, evidenciando que es posible avanzar hacia un modelo de desarrollo sostenible en los Andes colombianos. Entre las estrategias destacadas se encuentran la restauración ecológica con especies nativas, sistemas agroforestales integrados, la planificación territorial participativa y certificaciones ambientales. Esta investigación aporta herramientas útiles para comunidades locales, productores en transición hacia modelos sostenibles y autoridades ambientales encargadas del diseño de políticas públicas.

Palabras clave: Bosques altoandino, monocultivos, estrategias de mitigación, conflictos socioambientales, restauración ecológica, gobernanza territorial.

Abstract

Colombia is home to strategic regions such as the high-Andean zones, which harbor critical ecosystems for water and climate regulation. However, the expansion of intensive crops like potatoes, Hass avocado, pine, and eucalyptus has led to profound socio-environmental transformations. This study analyzed these impacts and identified mitigation strategies through a systematic review of 34 studies published between 2008 and 2025, based on a documentary matrix built with indexed scientific literature and official technical documents related to the high-Andean region. The findings reveal progressive soil degradation, water stress due to intensive agricultural water use, biodiversity loss (including soil fauna and pollinators), and social conflicts linked to community displacement and the decline of traditional farming practices. Although Colombia has a robust environmental regulatory framework, gaps persist in its implementation, particularly for high-Andean forests. The study highlights the need for a socio-ecological approach that integrates conservation, sustainable production, and territorial equity, demonstrating the feasibility of transitioning toward a sustainable development model in the Colombian Andes. Promising strategies include ecological restoration with native species, integrated agroforestry systems, participatory land-use planning, and environmental certifications. This research provides useful tools for local communities, producers transitioning to sustainable models, and environmental authorities responsible for public policy design.

Keywords: High Andean forests, Monocultures, mitigation strategies, socio-environmental conflicts, ecological restoration, territorial governance.

Tabla de contenido

Resumen	3
Abstract	4
1. Introducción	6
2. Objetivos	8
2.1 Objetivo general	8
2.2 Objetivos específicos.....	8
3. Marco teórico	9
3.2 Contexto colombiano: Expansión de monocultivos en zonas altoandinas.....	9
3.3 Marco legal.....	11
4. Metodología	13
5. Resultados y análisis	15
5.1 Revisión y selección de información	15
5.2 Análisis e interpretación de la información.....	16
5.3 Propuestas de recomendaciones de gestión.....	18
4 Conclusiones y recomendaciones	24
5 Referencias.....	27

1. Introducción

Los ecosistemas de alta montaña en Colombia, situados entre los 2.800 y 3.400 m.s.n.m., son ecosistemas estratégicos debido a su capacidad de regulación hídrica y climática, su biodiversidad endémica incluyendo especies clave como el oso de anteojos (*Tremarctos ornatus*) y el roble andino (*Quercus humboldtii*); y su rol como corredores ecológicos. Su dinámica funcional depende de condiciones climáticas únicas, como la vegetación estratificada y la alta humedad atmosférica generada por nieblas persistentes (Alvarado-Reyes y Rosero-Lasprilla, 2024; Romero Rincón, 2012; Mora et al., 2008). No obstante, estos ecosistemas enfrentan una creciente presión antrópica, particularmente por la expansión acelerada de monocultivos como la papa, el aguacate y el café, impulsados por modelos agrícolas intensivos que priorizan la rentabilidad económica sobre la sostenibilidad ecológica (Fernández Cortés et al., 2020).

Esta transformación socioambiental ha desencadenado procesos críticos: deforestación, degradación del suelo, incluyendo pérdida de materia orgánica y compactación, alteración de ciclos hidrológicos locales, y pérdida de biodiversidad (Del Rio Rivera, 2023). Proyecciones recientes señalan que, de mantenerse esta tendencia, el 25% de las especies asociadas a estos bosques podrían desaparecer en los próximos cincuenta años (Reyes Palomino & Cano Ccoa, 2022). Además, el avance de los monocultivos vulnera los derechos bioculturales de comunidades campesinas e indígenas, cuyos sistemas productivos tradicionales (como los huertos policultivos y la agricultura de rotación) están siendo desplazadas por modelos agroindustriales (Marún Uparela et al., 2024; Cordero- Rivera, 2011). Esta problemática refleja una contradicción global entre modelos de desarrollo agrícolas y conservación (Borras Jr y otros, 2015; Perfecto & Vandermeer, 2010), agravada en Colombia por la ausencia de políticas integradas que integren las dimensiones ecológicas, económicas y culturales en estos territorios.

Frente a este escenario, se realizó una revisión bibliográfica y documental de fuentes académicas, normativas y gubernamentales que abordan estrategias de mitigación basadas en la gestión territorial y restauración socioecológica. El estudio busca resolver la pregunta ¿Qué estrategias de mitigación, fundamentadas en la gestión del territorio y el enfoque socioecológico, pueden implementarse para reducir los impactos socioambientales causados por la expansión de los monocultivos en los bosques altoandinos colombianos? Por ende, esta monografía tiene como objetivo identificar estrategias de mitigación que permitan reducir los impactos generados por las

transformaciones territoriales derivadas de la expansión de cultivos homogéneos en ecosistemas de alta montaña colombianos.

Este trabajo recopila y analiza evidencias académicas sobre los impactos socioambientales generados por los monocultivos en los bosques altoandinos de Colombia, así como las estrategias de mitigación propuestas por diversos autores, sistematizando los hallazgos clave en torno a degradación de suelos, pérdida de biodiversidad y afectaciones a comunidades locales, junto con las alternativas de manejo territorial y conservación ambiental discutidas en la literatura. Se espera que los resultados sirvan como herramienta de referencia para comprender el conflicto entre producción agrícola y sostenibilidad en estos ecosistemas vulnerables.

2. Objetivos

2.1 Objetivo general

Identificar estrategias de mitigación que permitan reducir los impactos generados por las transformaciones socioambientales derivadas de la expansión de monocultivos en los bosques altoandinos de Colombia.

2.2 Objetivos específicos

- 1.** Realizar una revisión bibliográfica y documental de estudios científicos, normativos y gubernamentales relacionados con estrategias de mitigación en casos similares, para comprender las transformaciones socioambientales derivadas de la expansión de monocultivos en los bosques altoandinos de Colombia.
- 2.** Analizar la información bibliográfica y documental recopilada, identificando las estrategias de gestión del uso del suelo y sus impactos socioecológicos.
- 3.** Proponer recomendaciones de estrategias de gestión adaptadas a contextos específicos de las transformaciones socioambientales resultantes de la expansión de monocultivos en los bosques altoandinos de Colombia.

3. Marco teórico

3.1 Conceptualización de los monocultivos

Los monocultivos son sistemas agrícolas o forestales basados en el cultivo intensivo de una sola especie vegetal en grandes extensiones de tierra, caracterizada por prácticas estandarizadas de siembra, manejo y cosecha. Este modelo productivo, prioriza la eficiencia económica y la estandarización de procesos (Altieri, 2009). Desde una perspectiva crítica, este modelo se enmarca en el paradigma de la revolución verde, que promueve el uso intensivo de insumos externos (fertilizantes sintéticos, y pesticidas) y de tecnologías asociadas a la mecanización y el mejoramiento genético, generando dependencia de mercados globales (Suárez y Gwozdz, 2023).

3.2 Contexto colombiano: Expansión de monocultivos en zonas altoandinas

En Colombia, los monocultivos se han expandido hacia ecosistemas estratégicos como los bosques altoandinos y páramos, impulsado tanto por la demanda del mercado global (aguacate Hass, especies forestales como el pino y el eucalipto) como por el consumo interno (papa). Aunque existen marcos regulatorios como la ley 1930 de 2018, que establece directrices para la gestión integral de los páramos, persisten contradicciones entre la política agroexportadoras y los objetivos de conservación, lo cual ha dado lugar a crecientes conflictos socioambientales (Del Rio Rivera, 2023; Congreso de Colombia, 2018)

En el país, el sector agropecuario contribuye una base fundamental para la economía nacional, con un crecimiento del 5,1% en el segundo trimestre del 2024 (UPRA, 2024). Sin embargo, este crecimiento económico ha intensificado la expansión acelerada de las zonas de producción agrícola- industrial hacia ecosistemas estratégicos como los bosques altoandinos, y páramos. Esta transformación el territorio responde, en términos teóricos, a dos factores principales:

Presiones del mercado global, derivada de la creciente demanda de productos como el aguacate Hass y la madera, que han impulsado la reestructuración del uso del suelo hacia monocultivos orientados a la exportación (Suárez & Gwozdz, 2023). Y ha Contradicciones normativas, ya que, aunque Colombia cuenta con marcos legales para la protección ambiental, su implementación efectiva es limitada frente a los intereses económicos y las dinámicas del mercado (Del Rio Rivera, 2023).

3.2.1 Cultivos con mayor impacto en los bosques altoandinos colombianos

Los bosques altoandinos colombianos, enfrentan crecientes presiones debido a la expansión de monocultivos (papa, aguacate Hass, pino y eucalipto), reemplazan sistemas ecológicos complejos por matrices homogéneas, reduciendo la biodiversidad, la resiliencia climática y otros servicios ecosistémicos (Suárez & Gwozdz, 2023; Altieri, 2009). Estos cultivos aceleran los procesos de deforestación y degradación del suelo debido al uso intensivo de agroquímicos, generando erosión, pérdida de materia orgánica (Martínez Merchán, 2023), y alteración de los ciclos biogeoquímicos, que incluyen la acidificación de suelos, la contaminación de cuerpos hídricos y la ecotoxicidad en los ecosistemas acuáticos (Martínez Rosas, 2023; Llorens et al., 2021).

Aunque Costanza et al. (2017) argumenta que estos monocultivos representan un equilibrio entre rentabilidad económica y sostenibilidad. Sin embargo, es importante analizar críticamente esta afirmación, ya que los monocultivos también generan impactos socioambientales claves:

1. Fragmentación socioecológica: homogeneización del paisaje, ruptura de corredores biológicos, conflictos por recursos: competencia por agua y tierra en territorios con alta vulnerabilidad social.
2. Resistencia comunitaria: movimientos rurales que defienden modelos alternativos como la agroecología, soberanía alimentaria.
3. Impactos sociales: pérdida de diversidad agrícola: compromete la seguridad alimentaria y afecta los medios de vida tradicionales, deteriorando prácticas agroecológicas tradicionales (CDB, 2008), y al acaparamiento de tierras: generando desplazamientos de comunidades, pérdida de autonomía territorial y conflictos sociales (Roberto Ripper, 2021).

3.2.2 Cultivos específicos y sus efectos

El cultivo de papa (*Solanum tuberosum L.*) es una actividad agrícola clave en los Andes colombianos (2.500 y 3.500 msnm), principalmente en Boyacá, Cundinamarca, Nariño y Antioquia. Su expansión ha reemplazado bosques altoandinos, convirtiéndolos en suelos agrícolas (Rodríguez-Alarcón, 2018; Velasco-Linares & Vargas, 2008), causando erosión hídrica, pérdida de nutrientes (N y P) por escorrentía y contaminación en fuentes hídricas por agroquímicos (Uribe y otros, 2018; Alvarado Narváez y otros, 2010). Esto reduce la biodiversidad, incluyendo

polinizadores como las abejas (Sepúlveda Cano, 2013), aumentando la presión sobre estos ecosistemas, muchas veces sin planes de restauración ni manejo ambiental.

El monocultivo de aguacate Hass (*Persea americana*), genera gran relevancia económica en Colombia debido a la demanda internacional, expandiéndose en zonas frágiles entre los (1.800 y 2.800 msnm), como páramos y bosques nativos. Ubicados principalmente en departamentos como Antioquia, Caldas, Valle del Cauca, Risaralda, Tolima y Quindío (Martínez Rosas, 2023). Su expansión implica una transformación profunda del paisaje, que incluye deforestación en zonas de ladera, apertura de vías terciarias, cambio del uso del suelo y presión hídrica especialmente por el uso intensivo de agroquímicos (Anaconda Mopan y otros, 2023; Martínez Rosas, 2023). Además de la existencia de brechas tecnológicas en el manejo agronómico y postcosecha, así como limitaciones de mercado, restringiendo la adopción de prácticas más sostenibles por parte de los productores locales (Díaz Ramírez y otros, 2021).

Las plantaciones de pino (*Pinus patula*) y eucalipto (*Eucalyptus globulus* y *Eucalyptus grandis*), se concretan en zonas altoandinas entre los (2.200 y 3.200 msnm), en o Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Nariño y Risaralda. Introducidas para reforestación comercial y recuperación de áreas degradadas; sin embargo, con el tiempo han ocupado extensas áreas de antiguos bosques nativos e incluso zonas de alta montaña, generando precaución por su impacto ecológico (Ballén Ramírez, 2021). Estos cultivos generan efectos negativos como la modificación de la composición de la hojarasca, la generación de compuestos alelopáticos, la alteración de microclima, reducen la disponibilidad hídrica, y afectan la flora y fauna nativa. Asimismo, homogenizan el paisaje, limitado los procesos de regeneración natural (Panca-Jevera y otros, 2023). Estudios recientes han evidenciado disminución significativa en la diversidad de artrópodos del suelo en comparación con bosques nativos, lo que indica un empobrecimiento funcional del ecosistema (León-Gamboa y otros, 2010).

3.3 Marco legal

En Colombia, los monocultivos han ganado relevancia en el modelo agroindustrial, impulsados por políticas de competitividad e inserción en mercados internacionales. Sin embargo, su expansión en ecosistemas estratégicos (bosques altoandinos, páramos) ha generado diversos

conflictos socioambientales. El país ha desarrollado un marco normativo para la conservación de estos ecosistemas y a la regulación del uso del suelo.

Tabla 1
Legislación Ambiental Aplicable

<i>Normatividad</i>	<i>Definiciones</i>	<i>Referencia</i>
<i>Normas estructurales del sistema Ambiental</i>		
<i>Constitución política de 1991</i>	Art. 8: Obliga al estado y a los ciudadanos a proteger las riquezas naturales. Art 79. Garantiza el derecho a un ambiente sano y la participación ciudadana en decisiones ambientales.	Colombia. CR, (1991)
<i>Decreto 1076 (2015)</i>	Decreto único Reglamentario del Sector Ambiente, Compila y actualiza toda la normativa ambiental dispersa.	Colombia.PR, (2015)
<i>Legislación Ambiental Aplicable</i>		
<i>Ley 1930 (2018)</i>	Regula la gestión integral de los páramos Prohíbe actividades como la agricultura intensiva, la minería y la introducción de especies exóticas que afecten su integridad ecológica	Colombia. CR, (2018)
<i>Ley 99 (1993)</i>	Crea el Ministerio de Ambiente y el Sistema Nacional Ambiental (SINA) Define mecanismos de articulación institucional para la protección de los recursos naturales.	Colombia. CR, (1993)
<i>Decreto 2811 (1974)</i>	Código Nacional de Recursos Naturales Establece normas generales para el uso racional del ambiente y la planificación ambiental	Colombia. PR, (1974)
<i>Ley 1021 (2006)</i>	Ley General Forestal Regula el uso y manejo de los bosques naturales y plantaciones forestales, promoviendo su ordenación, restauración y aprovechamiento sostenible	Colombia. CR, (2006)
<i>Resolución 0769 (2002)</i>	Establece lineamientos para la protección y uso sostenible de los páramos, promueve acciones de restauración ecológica como medida de compensación ambiental	Colombia. MADS (2002)
<i>Políticas Públicas Relevantes</i>		
<i>Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques (CONPES 4021 de 2020).</i>	Busca reducir la deforestación mediante ordenamiento territorial, gestión del riesgo, y control de actividades productivas	Colombia. DNP, (2020)
<i>Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad (2022)</i>	Incorporar la biodiversidad en los procesos de planificación territorial y sectorial, con énfasis en la resiliencia y la gobernanza participativa (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2012).	Colombia. MADS, (2022)

<i>Normatividad</i>	<i>Definiciones</i>	<i>Referencia</i>
<i>Política Nacional para la Gestión del Recurso Hídrico (2010)</i>	Promueve el uso sostenible del agua, con enfoque en cuencas hidrográficas, con principios de equidad y restauración.	Colombia. Minambiente, (2010)
<i>Sistema de información sobre Biodiversidad (SIB Colombia)</i>	Coordinado por el Instituto Humboldt en el marco de la Ley 99 de 1993, (Art. 5, núm. 20 y art. 31, núm. 22), promueve la generación y disposición de datos técnicos y científicos para la toma de decisiones ambientales	Colombia. MADS, (2022), pag.18
Licenciamiento y control ambiental		
<i>Ley 1333 (2009)</i>	Código penal ambiental Establece procedimientos y sanciones aplicables a infractores ambientales (ej. Tala ilegal, contaminación)	Colombia. CR, (2009)
<i>Decreto 2041 de (2014)</i>	Reglamento licencias ambientales Detalla procedimientos para autorizaciones en proyectos con impacto ambiental	Colombia. PR, (2014)

CR: Congreso de la República. PR: Presidencia de la República. DNP: Departamento Nacional de Planeación. MADS: Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. CONPES: Consejo Nacional de Política Económica y Social.

4. Metodología

La investigación adoptó un enfoque cualitativo - descriptivo, basado en una revisión sistemática de literatura para analizar estudios relevantes sobre la expansión de los monocultivos en los bosques altoandinos. Se empleó un diseño metodológico orientado a la construcción del conocimiento siguiendo un proceso riguroso de identificación, selección de fuentes, inspirado en el enfoque Proknow-C (*Knowledge Development Process-Constructivist*); el cual permitió organizar de manera rigurosa el proceso de rastreo, filtrado, caracterización y análisis de la literatura, facilitando la construcción del portafolio bibliográfico, la justificación de las fuentes seleccionadas y el diseño de matrices de análisis. Además, se priorizó la consulta de documentos publicados los últimos diecisiete años. La construcción de la información se realizó a través de tres etapas:

Etapas 1: Revisión y selección de información

Se realizó la búsqueda de fuentes en bases de datos académicas como: *SciELO*, *Sciencedirect*, *Scopus*, *Redalyc* y *Google Scholar*, complementada con documentación institucionales emitidos por entidades como el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, el instituto Humboldt, el IDEAM, y repositorios de universidades nacionales. Además, se consultaron bases de datos legales como *Suin-Juriscol* y *Leyex.info*.

Los términos de búsqueda incluyeron ecuaciones de búsqueda tales como: “*monoculture AND South Andean forests AND Colombia*”, “*monoculture AND impact environmental AND Colombia*” “*impact AND monoculture AND Colombia*”, “aguacate Hass AND conflictos hídricos”, “pino OR eucalipto AND degradación del suelo”.

Se tuvieron en cuenta los siguientes criterios de inclusión/exclusión.

Tabla 2.

Criterios de inclusión/exclusión

<i>Criterio</i>	<i>Inclusión</i>	<i>Exclusión</i>
<i>Enfoque geográfico</i>	Colombia (bosques altoandinos)	Otras regiones
<i>Temporalidad</i>	2008 -2025	Estudios anteriores a 2008
<i>Rigor metodológico</i>	Disponibilidad del texto completo y actualidad	Estudios duplicados o que no abordaron directamente el objetivo de la investigación
<i>Tipo de documento</i>	Artículos científicos, informes técnicos	Noticias/blogs no académicos
<i>Tipos de cultivo</i>	Papa, aguacate Hass, pino y eucalipto	Otros cultivos

Etapa 2. Análisis e interpretación de la información

Los documentos seleccionados en la primera fase fueron organizados mediante una matriz de análisis documental, diseñada específicamente para sistematizar y comparar la información relevante, la cual permitió clasificar cada fuente según variables clave como: tipo de monocultivo, ecosistema afectado, impactos ecológicos, dimensión normativa y estrategias de mitigación propuestas. Para facilitar el análisis, se definió una estructura temática y comparativa, la cual permitió extraer patrones comunes, tensiones y vacíos de información. La matriz se construyó incluyendo los siguientes campos, mencionados en la Tabla 3.

Tabla 3.

Estructura de información documental

<i>Información</i>	<i>Descripción</i>
<i>Título y Año</i>	Título principal del documento y su año de publicación. Permite identificar cronológicamente la fuente
<i>Tipo de documento</i>	Clasificación del material: artículo científico, tesis, informe técnico, normativa, política pública, entre otros)
<i>Enlace</i>	Dirección URL, DOI o fuentes digitales consultada. También se incluye si proviene de bases institucionales como la UdeA o repositorios universitarios.
<i>Palabras claves</i>	Términos que sintetizan los temas abordados en el documento.
<i>Resumen</i>	Describe el propósito y los hallazgos principales, redactado por el lector.
<i>Análisis</i>	Comentarios interpretativos sobre el documento, su utilidad para la investigación, limitaciones o fortalezas.

<i>Información</i>	<i>Descripción</i>
Relevancia (1-5)	Valoración del documento según su nivel de aporte a los objetivos de la investigación, 1 es poco relevante, 5 es altamente pertinente.
Observaciones	Información adicional relevante: contexto del caso, elementos destacados o razones para seleccionar el documento
País	Identifica el país o región. Indica si el análisis es local, nacional o internacional
Monocultivo	Tipos de cultivos analizados en el documento

Etapa 3. Propuestas de recomendaciones de gestión

A partir del análisis documental y comparativo de las fuentes bibliográficas, se desarrolló un proceso comparativo y crítico para identificar impactos recurrentes y estrategias de mitigación asociadas a los monocultivos en los bosques altoandinos, a partir de:

1. La clasificación y agrupación de la documentación por: tipo de monocultivos y medidas de mitigación o compensación en los bosques altoandinos; de modo que permita un análisis más específico de los impactos socioambientales, estableciendo relaciones directas entre problemáticas y las propuestas de manejo documentadas en estudios de caso.
2. El análisis comparativo entre diferentes enfoques de gestión ambiental, destacando las estrategias de mitigación registradas en las fuentes revisadas.
3. El análisis crítico, con base en la información sistematizada en la etapa anterior, orientado a formular estrategias de mitigación de los impactos identificados. Para ello, se identificaron patrones comunes (ej.: deforestación asociada a los monocultivos), estrategias de mitigación documentadas (ej.: agroecología, restauración con especies nativas). Para garantizar la validez de la información, se elaboró una triangulación metodológica, cruzando múltiples fuentes de información para confirmar: Hallazgos científicos relevantes, normativa ambiental vigente en Colombia y estudios de caso nacionales e internacionales con contexto ecológicos similares.

5. Resultados y análisis

5.1 Revisión y selección de información

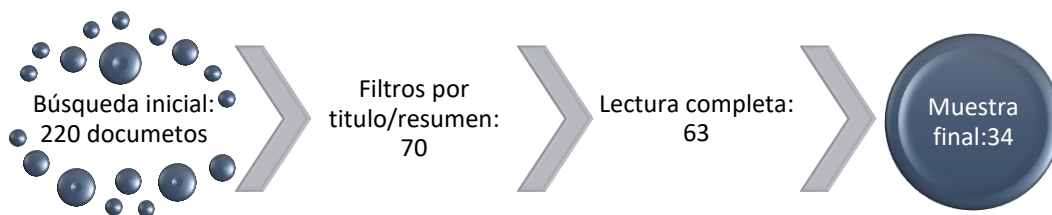
El proceso de revisión documental se estructuró en varias fases sistemáticas, para garantizar la calidad, pertinencia temática y actualidad de las fuentes seleccionadas. Se revisaron 220 documentos preliminares, los cuales se filtraron mediante la revisión de títulos y/o resúmenes, descartando documentos duplicados, fuentes no académicas y estudios no alineados con el enfoque

geográfico de la investigación. Tras este filtro, se seleccionaron 63 documentos para lectura completa, de los cuales 34 cumplieron con los criterios metodológicos y contenido detallado en la Tabla 3. de la metodología. Estos documentos, publicados entre 2008 y 2025, abordan los impactos socioambientales de monocultivo (aguacate Hass, papa, pino y eucalipto) y proponen estrategias de gestión territorial y restauración ecológica.

De acuerdo con el análisis bibliométrico, los documentos seleccionados se clasificaron en las siguientes categorías: artículos científicos: 20 (59%), trabajos de grado y tesis académicas 9 (25%), normatividad ambiental relevante 5 (16%). La Figura 1 ilustra el flujo del proceso de selección documental.

Figura 1.

Distribución documental



5.2 Análisis e interpretación de la información

Con el fin de organizar y sistematizar la información recopilada, los artículos fueron clasificados en cinco ejes temáticos claves (impactos ambientales, conflictos socioambientales, políticas, alternativas, sostenibilidad y biodiversidad), destacando la frecuencia de documentos asociados a cada tema y ejemplos concretos de hallazgos. Su objetivo fue sintetizar los patrones generales identificados en la literatura, proporcionando una visión panorámica de las problemáticas y soluciones vinculadas a los monocultivos en bosques altoandinos.

Tabla 4.

Selección por ejes temáticos

<i>Tema</i>	<i>N° Documentos</i>	<i>Efectos</i>	<i>Referencias</i>
<i>Impactos ambientales</i>	11	Degradación de suelos: Transformación del paisaje y pérdida de cobertura vegetal por cultivos de aguacate y papa. Alteración y consumo del ciclo hidrológico: Mayor evapotranspiración, alelopatía y reducción de fuente de agua	Del Rio Rivera, (2023); Pinzón Pinto, (2016); Triana Gasca et al., (2023) Gutiérrez, (2011) Van Wesenbeeck y otros,

<i>Tema</i>	<i>N° Documentos</i>	<i>Efectos</i>	<i>Referencias</i>
<i>Conflictos socioambientales</i>		superficial, principalmente en Tolima y Huila.	(2023) Martínez Rosas, (2023).
	7	Conflictos por agua y la tierra: Expansión de cultivos comerciales (como aguacate) genera competencia por el recurso hídrico, afectando comunidades rurales y sistemas locales. Desplazamientos y pérdida de prácticas agroecológicas tradicionales: Sustitución de cultivos diversificados por monocultivos de exportación desplaza comunidades y erosiona conocimientos agroecológicos. Fragmentación del hábitat: Bosques altoandinos transformados en mosaicos de potrero y fragmentos de bosques debido a la agricultura y ganadería intensiva.	Del Rio Rivera, (2023); Esquerra & Guarín Cardona, (2016). Marún Uparela y otros, (2024); Cordero- Rivera, (2011). Velasco-Linares & Vargas, (2008)
	6	La Ley 1930 de 2018 (protección de páramos), el Código de Recursos Naturales (Decreto 2811 de 1974), la Ley 99 de 1993 (SINA), que fundamentan la protección de ecosistemas afectados por monocultivos.	Colombia MADS, (2022); Colombia. CR, (2018); Colombia. CR, (2009) Colombia. PR, (2014); Colombia. PR, (1974)
<i>Alternativas sostenibles</i>	5	Se identificaron experiencias como el manejo agroecológico de aguacate en Tolima (barreras vivas, cercas con especies nativas) y la restauración en Cogua-Cundinamarca (especies pioneras, bancos de semillas), que aportan modelos para mitigar impactos de monocultivos	Esquerra Yara & Guarín Cardona, (2016), Mora y otros, (2008).
<i>Biodiversidad y servicios ecosistémicos</i>	5	La fragmentación por cultivo de aguacate (Caldas- Risaralda) reduce la avifauna, mientras en bosques altoandinos (Boyacá- Caldas) la homogenización afecta polinización y agroecología como los propuestos en el estudio	Velásquez Restrepo y otros, (2023), Alvarado-Reyes & Rosero-Lasprilla, (2024); Sánchez Arias & Esteban Martínez, (2025)

El análisis temático demuestra que los impactos ambientales son el eje más abordado por la literatura, destacándose la degradación edáfica, pérdida de biodiversidad funcional y la fragmentación ecológica derivada de los monocultivos. Esto indica que existe una preocupación científica consolidada sobre los efectos biofísicos. Sin embargo, temas como los conflictos

se identificaron patrones recurrentes en la degradación de servicios ecosistémicos, abordados por distintas categorías temáticas: impactos ambientales (11 documentos), alteración del ciclo hídrico (14), pérdida de biodiversidad y servicios ecosistémicos (5), conflictos socioambientales como el uso y acceso a la tierra (7) y desplazamiento o pérdidas de prácticas tradicionales (2), junto con propuestas de alternativas sostenibles (3). Estos hallazgos se contrastaron con soluciones validadas en estudios de caso, lo cual permitió estructurar dos herramientas analíticas presentadas en las Tabla 5. y **Tabla 6.**

Estrategias de mitigación.

La Tabla 5. compara los impactos socioambientales claves en los bosques altoandinos, integrando dimensiones ecológicas y sociales. Se destacan alteraciones críticas como el deterioro edáfico, pérdida de biodiversidad, estrés hídrico y conflictos socioeconómicos, con datos concretos que evidencian su magnitud. Además, se señalan consecuencias sociales como desplazamientos, pérdida de saberes tradicionales y problemas de salud. Esta comparación permite identificar patrones claves para orientar estrategias de mitigación específicas por cultivo.

Tabla 5.

Impactos de los monocultivos en bosques altoandinos de Colombia

<i>Monocultivo</i>	<i>Papa (Solanum tuberosum)</i>	<i>Aguacate Hass (Persea americana)</i>	<i>Pino (Pinus spp.)</i>	<i>Eucalipto (Eucalyptus spp.)</i>
<i>Ecosistema afectado</i>	Páramos, bosques altoandinos	Bosques altoandinos	Bosques altoandinos, subpáramos	Bosques altoandinos
<i>Servicios ecosistémicos comprometidos</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Regulación hídrica •Fertilidad del suelo •Captura de carbono 	<ul style="list-style-type: none"> •Provisión de agua •Polinización •Conectividad ecológica 	<ul style="list-style-type: none"> •Ciclo hidrológico •Biodiversidad endémica •Estabilidad estructural del suelo 	<ul style="list-style-type: none"> •Retención de suelos •Almacenamiento de carbono •Hábitat fauna
<i>Impactos ambientales</i>	<ul style="list-style-type: none"> •Degradación del suelo: Pérdida del 35% de porosidad en el horizonte O (Páramo de Guerrero) •Pérdida de biodiversidad: Reducción del 60% en fauna edáfica (PNN Nevados) •Alteración microclima: 	<ul style="list-style-type: none"> •Deforestación: 1.200 ha/año en Caldas. •Estrés hídrico: Consumo de 1.000 L/planta /Día (vs 200 L de cafetos) •Fragmentación: Corredores biológicos rotos en 8 municipios de Risaralda. 	<ul style="list-style-type: none"> •Alelopatía: Inhibición del 80% de regeneración nativa (Antioquia) •Incendios: Aumento de 40% en frecuencias por hojarasca resinosa •Erosión: Pérdida de 5 ton/ha/año de suelos en pendientes (Cauca) 	<ul style="list-style-type: none"> •Reducción de agua: 20% menos recarga en acuíferos (Valle de Cauca) •Pérdida de carbono: 15% menos almacenamiento vs. Bosque nativo •Especies invasoras: 12 plantas nativas

<i>Monocultivo</i>	<i>Papa (Solanum tuberosum)</i>	<i>Aguacate Hass (Persea americana)</i>	<i>Pino (Pinus spp.)</i>	<i>Eucalipto (Eucalyptus spp.)</i>
	<p>Aumento de 2° C en temperaturas superficiales vs. Áreas naturales</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida del 70% de cobertura boscosa • Erosión severa 	<ul style="list-style-type: none"> • Contaminación: Acumulación de fosfatos y agroquímicos en el suelo • Acidificación de suelos (pH 5.0) 	<ul style="list-style-type: none"> • Seguía: Reducción del 30% en caudales de quebradas • Reducción del 55% en abundancia de artrópodos vs. bosque nativo 	<p>desplazadas (Quindío)</p> <ul style="list-style-type: none"> • Compactación: Aumento de 25% en densidad aparente del suelo
<i>Impactos sociales</i>	<p>Conflictos por tierra: 32 veredas en Cundinamarca con disputas por expansión de cultivos</p> <ul style="list-style-type: none"> • Pérdida de saberes: Abandono de 18 variedades nativas de tubérculos (Boyacá) • Salud pública: Intoxicación por agroquímicos en Gámeza (12 casos/año) 	<ul style="list-style-type: none"> • Desplazamiento: 120 familias cafeteras reubicadas (Norte de Caldas). • Conflictos hídricos: 15 acueductos comunitarios afectados (Quindío) • Cambio laboral: Jornaleros con enfermedades respiratorias por pesticidas 	<ul style="list-style-type: none"> • Exclusión indígena: 3 resguardos en Cauca sin acceso a plantas medicinales • Trabajo precario: Salario 50% menores vs agricultura tradicional • Migración: 200 jóvenes/año abandona territorios (Huila) 	<ul style="list-style-type: none"> • Acaparamiento: 8.000 ha en Antioquia con títulos irregulares • Salud pública: Infecciones respiratorias en trabajadores (Polvillo) • Cultura: Desaparición de 5 rituales asociados a bosques originales
<i>Métodos de muestreo implementados</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Trampa de caída • Comparación áreas cultivadas vs. naturales • Muestreo de suelos en parcelas agrícolas • Parcelas sistemáticas (500 m²) en transectos 	<ul style="list-style-type: none"> • Monitoreo calidad agua (OD, pH) en veredas • Revisión bibliográfica comparativa (Colombia, México, Perú) 	<ul style="list-style-type: none"> • Trampas de caída y embudos Berlese (horizontes O y A) • Núcleos de restauración 	<ul style="list-style-type: none"> • Inspección fitosanitaria en campo
<i>Referencias</i>	<p>Triana Gasca et al. (2023); Rey-Romero y otros, (2022); Pinzón Pinto (2016); Avellaneda-Torres et al., (2018)</p>	<p>Del Río Rivera (2023); Velásquez Restrepo y otros, (2023); Velásquez Restrepo et al. (2023); ICA (2020); Esquerra & Guarín (2016); Hincapié Granada H. L., (2008)</p>	<p>ICA (2020); Gutiérrez (2011); (Velasco-Linares & Vargas, 2008)</p>	<p>Cordero Rivera (2011); Zapata Duque et al. (2007)</p>

Se identificaron estrategias de mitigación para contrarrestar los impactos de los monocultivos en bosques altoandinos, agrupados en cinco categorías principales que integraron lecciones de estudios de caso nacionales y experiencias internacionales validadas en regiones con desafíos similares (ej. Conflictos por agroexportación). Cada estrategia especificó los impactos específicos que abordó, las ventajas teóricas y su aplicabilidad en el contexto colombiano, evaluándose mediante criterios de viabilidad, alineación con normativas ambientales y adaptabilidad a zonas afectadas por conflictos socioambientales.

La **Tabla 6.** representa una herramienta estratégica para la priorización de intervenciones, al facilitar la adaptación de soluciones contextualizadas a los diferentes tipos de monocultivos presentes en los bosques altoandinos de Colombia. Este instrumento complementa los hallazgos de la tabla anterior y orienta propuestas concretas hacia la sostenibilidad de estos frágiles ecosistemas.

Tabla 6.
Estrategias de mitigación

<i>Tipo de estrategia</i>	<i>Impactos mitigados</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Aplicabilidad /territorio</i>	<i>Referencias</i>
Restauración ecológica activa	- Degradación del suelo -Alteración del ciclo hidrológico -Pérdida de biodiversidad.	-Recupera cobertura vegetal en 5-10 años, -Mejora infiltración hídrica, -Favorece conectividad ecológica -+40% diversidad con nucleación	Alta. -Áreas con participación comunitaria -Sitios piloto (Belmira, Cagua) -Zonas degradadas por papa y pino.	Van Wesenbeeck y otros, (2023) Rodríguez-González, (2022); Quintero Vallejo, (2018); Vargas Ríos y otros, (2013) Mora et al. (2008); Gide, (2007);
Agroecología (sistemas agroforestales /silvopastoriles)	-Erosión de suelos -Estrés hídrico -Perdida de diversidad agrícola.	-Combina producción y conservación -Mejora seguridad alimentaria -Reduce uso de agroquímicos -Barreras vivas reducen escorrentía en 30% -Reducen insumos externos	Media -Alta en: - Áreas con tradiciones agrícolas - Pequeñas propiedades -Zonas cafeteras (Tolima, Caldas).	Marún Uparela et al., (2024); Martínez Rosas, (2023); Esquerria & Cardona Guarín, (2016); Esteve-Llorens y otros, (2022) Rodríguez-González, (2022)
Planificación participativa del uso del suelo	-Conflictos por uso de la tierra/agua -Fragmentación de hábitats	- Fortalece la gobernanza local	Media en: -Municipios con POT rural	Marún Uparela et al., (2024); Roa Peña et al., (2023);

<i>Tipo de estrategia</i>	<i>Impactos mitigados</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Aplicabilidad /territorio</i>	<i>Referencias</i>
	-Avance frontera agrícola	-Ordena territorio según capacidades ecológicas -Reduce presiones antrópicas	-Comunidades organizadas -Áreas protegidas buffer	Van Wesenbeeck et al., (2023) Mora et al., (2008) (Murcia & Guariguata, s.f)
<i>Manejo sostenible de suelos</i>	-Compactación -Pérdida de nutrientes -Acumulación de acículas (pino) -Alelopatía (pino), reducción de recarga hídrica	-Aumenta fertilidad -Reduce erosión -Mejora retención de agua -Regeneración nativa	Alta -Media en: -Áreas con monocultivos históricos (papa, aguacate) -Zonas pendientes	ICA, (2020); Velasco-Linares & Vargas, (2008)
<i>Control de especies invasoras</i>	-Inhibición regeneración nativa -Propagación de incendios (retamo espinoso)	-Recupera diversidad florística -Reduce riesgos de incendios -Remoción de pinos y recuperación de flora nativa	Alta en: -Plantaciones de pino/eucalipto -Áreas invadidas (Sumapaz, Chisacá, Antioquia)	Quintero Vallejo, (2018); Gide, (2007); Rodríguez González, (2022); Velasco-Linares y Vargas, (2008)
<i>Certificaciones ambientales</i>	-Deforestación -Uso indiscriminado de agroquímicos -Conflictos hídricos	-Acceso de mercados premium -Reduce presiones legales -Incentiva buenas prácticas agrícolas	Alta en: -Agroexportadores (aguacate Hass) -Zonas con sellos internacionales (Rainforest Alliance)	Martínez Rosas, (2023) Esquerra Yara y Guarín Cardona, (2016)
<i>Pagos por servicios Ecosistémicos (PSE)</i>	-Degradación de cobertura boscosa -Degradación de fuentes hídricas	-Ingresos adicionales para comunidades -Conservación a largo plazo	Media en: -Áreas de nacimientos de agua -Municipios con esquemas PSE (ej. Cuencas hidrográficas)	Van Wesenbeeck et al., (2023) Colombia. Congreso de la República, (2018)
<i>Educación ambiental comunitaria</i>	-Prácticas agrícolas insostenibles -Pérdida de saberes tradicionales	-Empodera a las comunidades -Reduce costos de implementación de buenas prácticas	Alta en: -Territorios indígenas/campesinos -Áreas con conflictos socioambientales	Marún Uparela et al., (2024) Ospina Rodríguez, (2023)
<i>Corredores biológicos</i>	-Fragmentación de hábitat	-Facilita movimiento de especies	Alta:	Rodríguez-González, (2022);

<i>Tipo de estrategia</i>	<i>Impactos mitigados</i>	<i>Ventajas</i>	<i>Aplicabilidad /territorio</i>	<i>Referencias</i>
<i>interconectados</i>	-Pérdida de conectividad ecológica	-Mitiga efectos del cambio climático	-áreas entre fragmentos de bosque nativo	Van Wesenbeeck y otros, (2023)

Los resultados de esta investigación permiten identificar la dinámica entre la expansión agroindustrial y los esfuerzos de conservación en los bosques altoandinos colombianos, evidenciando un conflicto socioecológico que trasciende lo ambiental para convertirse en un desafío de gobernanza territorial. A través de un análisis sistemático de fuentes académicas, normativas y casos territoriales, se desarrolló una triangulación metodológica que integró evidencia científica, normatividad vigente y experiencias locales. Este enfoque permitió:

1. Identifica patrones críticos:

Degradación acelerada de servicios ecosistémicos (hídricos, edáficos y bióticos).

Brechas legislativas ambientales (Ley 1930/2018, CONPES 4021/2020) y su aplicación efectiva en territorios con alta presión agrícola.

2. Propone soluciones contextualizadas:

Estrategias que combinan restauración ecológica con gobernanza participativa, basadas en lecciones aprendidas de casos documentados.

Este enfoque multidimensional no solo identifica contradicciones entre políticas públicas y realidades territoriales, sino que también prioriza estrategias de mitigación. La Tabla 7. sintetiza los hallazgos clave de esta triangulación.

Tabla 7.

Triangulación metodológica

<i>Dimensión</i>	<i>Hallazgos claves</i>	<i>Brechas identificadas</i>	<i>Oportunidades de acción</i>	<i>Referencias</i>
Científica	<ul style="list-style-type: none"> • Reducción del 55% en artrópodos en plantaciones de pino vs. Bosque nativo • Consumo hídrico de 1,000 L/planta/día en aguacate Hass • Disminución del 60% en fauna edáfica y alteración micro climática por monocultivo 	<ul style="list-style-type: none"> • Escasos estudios a largo plazo sobre recuperación ecológica • Falta de indicadores de sostenibilidad por cultivo • Subestimación de impactos sinérgicos en zonas de transición altitudinal 	<ul style="list-style-type: none"> • Restauración con especies nativas pioneras • Sistemas agroforestales para reducir demanda hídrica • Creación de corredores biológicos interconectados 	(León-Gamboa y otros, 2010; Del Rio Rivera, 2023; Van Wesenbeeck y otros, 2023; Martínez Rosas, 2023)

Normativa	<ul style="list-style-type: none"> • Ley 1930 (2018) protege páramos, pero excluye bosques altoandinos adyacentes • CONPES 4021 (2020) no aborda monocultivos específicamente • Decreto 1076 (2015) unifica normativa pero no soluciona contraindicaciones 	<ul style="list-style-type: none"> • Inconsistencia en demarcaciones de áreas protegidas • Débil articulación interinstitucional <ul style="list-style-type: none"> • Falta de seguimiento a licencias y cumplimiento ambiental 	<ul style="list-style-type: none"> • Reformular políticas para incluir corredores ecológicos • Vincular certificaciones ambientales a incentivos • Fortalecer licenciamiento ambiental en zonas sensibles 	<p>(Colombia. Congreso de la República, 2018; Colombia. DNP, 2020; Colombia. PR, 2015</p>
Local	<ul style="list-style-type: none"> • 15 acueductos comunitarios afectados en Quindío • Pérdida de 18 variedades nativas de papa en Boyacá • Desplazamiento familias cafeteras por monocultivo de aguacate Hass • Exclusión indígena - Cauca 	<ul style="list-style-type: none"> • Comunidades excluidas de decisiones territoriales • Saberes tradicionales en riesgo • Acaparamiento de tierras con títulos irregulares 	<ul style="list-style-type: none"> • Planificación participativa del suelo • Bancos comunitarios de semillas nativas • Educación ambiental para fortalecimiento de identidad territorial y agroecológica 	<p>(Marún Uparela y otros, 2024; Triana Gasca y otros, 2023; Velasco-Linares & Vargas, 2008)</p>

4 Conclusiones y recomendaciones

Esta investigación evidencia de manera rigurosa que la expansión de cultivos intensivos está generando transformaciones irreversibles en los ecosistemas de alta montaña en Colombia, cuyas consecuencias trascienden lo ambiental y reflejan profundas crisis de gobernanza, inequidad social y modelos económicos insostenibles. Entre los impactos más relevantes se encuentran la degradación acelerada y acidificación de suelos, así como la pérdida progresiva de biodiversidad debido a la fragmentación de corredores biológicos y el desplazamiento de especies polinizadores. Asimismo, se registra un notable incremento en el consumo del agua por parte de los monocultivos, lo que genera estrés hídrico y afecta el funcionamiento de los acueductos veredales en las regiones intervenidas.

Además de los impactos ecológicos, esta investigación identifica conflictos socioeconómicos significativos. Entre ellos destacan el desplazamiento de comunidades campesinas por la expansión de cultivos de aguacate Hass, acompañando por la pérdida de tierras y saberes ancestrales, como lo evidencia la desaparición de al menos 18 variedades nativas de papa en Boyacá (Triana Gasca et al., 2023). Estos procesos se ven agravados por contradicciones

normativas: aunque Colombia cuenta con un marco normativo sólido, que protege a estos territorios como la Ley 1930 (2018), y el CONPES 4021 (2020); persisten desafíos operativos en su implementación, específicamente en lo referente a la falta de regulación de actividades productivas en los bosques altoandinos. Esta problemática deriva de dos factores interrelacionados: por un lado, la coordinación limitada entre entidades gubernamentales con competencias ambientales y agropecuarias; y por otro, la dificultad para armonizar los incentivos a la producción agrícola comercial con las metas de conservación ecosistémica.

No obstante, la triangulación metodológica permitió identificar oportunidades claves para mitigar estos conflictos. Entre ellas se destacan las experiencias exitosas de restauración ecológica con especies nativas en Cogua (Cundinamarca), que han mejorado la infiltración hídrica en 40% la infiltración hídrica, y los sistemas agroforestales implementados en el Tolima, los cuales han logrado reducir las escorrentías de nutrientes en un 30% al integrar árboles nativos con cultivos. Asimismo, los esquemas de pagos por servicios ecosistémicos (PSE) aplicados en cuencas hidrográficas están demostrando que es posible combinar conservación ambiental con medios de vida sostenible, mediante procesos de gobernanza participativa liderados por las comunidades locales.

Para enfrentar estos desafíos, se proponen las siguientes acciones estratégicas orientadas a fortalecer la gobernanza ambiental, promoviendo modelos sostenibles de producción y garantizar la participación de las comunidades locales:

1. Fortalecimiento normativo e institucional: Es fundamental actualizar y ajustar el marco legal existente, incluyendo la revisión del CONPES 4021, con el fin de incorporar una regulación específica para los monocultivos en zonas de bosques altoandinos, y no limitarse exclusivamente a los páramos. Se recomienda también complementar la Ley 1333 de 2009 mediante la creación de un sistema de compensación ambiental proporcionales, que contemple procedimientos claros y sanciones efectivas para infractores ambientales, tales como la tala ilegal y la contaminación de fuentes hídricas. Además, se propone la implementación obligatoria de estudios de impacto ambiental rigurosos para el otorgamiento de licencias agrícolas en zonas sensibles, ej. áreas de recarga hídrica, así como el monitoreo estricto de cumplimiento. De manera complementaria, deben establecer incentivos económicos como

subsidios o accesos a mercados para agricultores que adopten certificaciones ambientales o transiten hacia modelos agroecológicos sostenibles.

2. Ordenamiento territorial participativo: Mediante la implementación de procesos de zonificación ecológica con participación de las comunitaria locales, con el objetivo de delimitar de manera clara las áreas destinadas a conservación, amortiguamiento y producción sostenible. Para ello, se propone la creación de mesas de trabajo interdisciplinarias que integren criterios ecológicos, sociales y productivos en la planificación del uso del suelo, garantizando un equilibrio entre protección ambiental y las dinámicas socioeconómicas del territorio.
3. Restauración ecológica y conectividad: Se recomienda priorizar la nucleación en áreas degradadas por plantación de pino/eucalipto, utilizando especies nativas pioneras como *Quercus Humboldtii*. Esta medida debe complementarse con el establecimiento de corredores biológicos interconectados para contrarrestar la fragmentación del hábitat. Asimismo, se plantea financiar proyectos que integren conservación y medios de vida, como los esquemas por Pagos por Servicios Ecosistémicos (PSE), especialmente en cuencas hidrográficas críticas.
4. Transición agroecológica: Se propone fortalecer las redes de monitoreo comunitario para detectar impactos ambientales tempranos y promover sistemas agroecológicos y agroforestales en pequeñas propiedades y zonas de amortiguamiento. Estos modelos representan una alternativa productiva que combina conservación, seguridad alimentaria y resiliencia frente al cambio climático. Además, es fundamental garantizar la participación plena y efectiva de las comunidades locales en las decisiones sobre el uso del suelo, especialmente en territorios afectados por la expansión agroindustrial, asegurando mecanismos de consulta previa y gobernanza ambiental incluyente.
5. Investigación y educación: Se recomienda profundizar en estudios sobre los efectos sinérgicos entre monocultivos y cambio climático, así como sistematizar y replicar experiencias exitosas (ej. sistemas silvopastoriles en Tolima o los corredores biológicos en Antioquia), que han demostrado impactos positivos. Finalmente, se debe desarrollar material pedagógico sobre agroecología y restauración dirigido a los agricultores, con enfoque intercultural y lenguaje accesibles que facilite su apropiación en los territorios.

En síntesis, este trabajo ofrece un marco analítico integral que permite abordar el conflicto ambiental desde una perspectiva socioecológica, reconociendo que la interacción entre saberes científicos, normativos y locales es fundamental para comprender y enfrentar las transformaciones que atraviesan los ecosistemas de alta montaña en Colombia. La evidencia muestra con claridad la urgencia de actuar: si persiste la tendencia actual, se acelerará la pérdida irreversible de servicios ecosistémicos clave como la regulación hídrica y la biodiversidad, y se profundizarán las desigualdades sociales en los territorios rurales. Revertir esta dinámica exige una acción coordinada, en la que el estado asuma un rol protagónico liderando políticas integrales y coherentes; las comunidades ejerzan su derecho a decidir sobre sus territorios; y la academia aporte conocimientos que fundamenten la toma de decisiones. De esta forma se podría contribuir a revertir las dinámicas actuales y construir un modelo de desarrollo sostenible en los Andes colombianos, en el que la conservación ambiental y la equidad social sean pilares fundamentales e inseparables.

5 Referencias

- Borras Jr, S. M., Franco, J. C., & Monsalve Suárez, S. (27 de 04 de 2015). *Land and food sovereignty*. Retrieved 08 de 05 de 2025, from <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01436597.2015.1029225?scroll=top&needAccess=true>
- Altieri, M. A. (11 de 2009). *Agroecología: Bases científicas para una agricultura sustentable*. (N.-C. (Uruguay)., Editor) Agroeco.org: <https://agroeco.org/wp-content/uploads/2010/10/Libro-Agroecologia.pdf>
- Alvarado Narváez, K., López Peñafiel, V., & Castillo Franco, J. (15 de 03 de 2010). *Pérdida de suelo por erosión hídrica en diferentes sistemas de producción con papa Solanum tuberosum L.* Retrieved 04 de 2025, from <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5104125>
- Alvarado-Reyes, A. J., & Rosero-Lasprilla, L. (11 de 3 de 2024). *Estructura y composición florística de un bosque subandino en Toguiú (Boyacá, Colombia)*. Retrieved 04 de 04 de 2025, from Revista Humboldt -Biota Colombiana: <https://revistas.humboldt.org.co/index.php/biota/article/view/1202/1210>

-
- Anaconda Mopan, Y. E., Solis Pino, A. F., Rubiano-Ovalle, O., Paz, H., & Ramirez Mejia, I. (2023). *Análisis espacial de la idoneidad del cultivo de aguacate Hass en el departamento del Cauca, Colombia, mediante análisis de decisiones multicriterio y sistemas de información geográfica*. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/ijgi12040136>
- Ballén Ramírez, M. J. (03 de 2021). *Descomposición con potencial de aprovechamiento de las Acículas del Pinus patula l. Provenientes de plantaciones establecidas en el páramo Rabanal, Colombia*. Retrieved 04 de 2025, from <https://repository.udca.edu.co/handle/11158/3837>
- CDB. (2008). *La Biodiversidad y la Agricultura: Salvaguardando la biodiversidad y asegurando alimentación para el mundo*. <https://www.cbd.int/doc/bioday/2008/ibd-2008-booklet-es.pdf>
- Colombia Congreso de la República. (7 de 06 de 1991). *Constitución Política de Colombia Artículo 8 y 79*. Retrieved 13 de April de 2025, from Sistema único de información Normativa: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Constitucion/1687988>
- Colombia. Congreso de la República. (22 de 12 de 1993). *Ley 99, Diario Oficial No. 41.146*. Retrieved 14 de 04 de 2025, from Sistema Único de información de Normativa: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1635523>
- Colombia. Congreso de la República. (25 de 04 de 2006). *Ley 1021, Diario Oficial No. 46.237*. Retrieved 13 de April de 2025, from Sistema Único de información Normativa: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/1695810>
- Colombia. Congreso de la República. (21 de 06 de 2009). *Ley 1333, Diario Oficial No. 47.417*. Retrieved 2025, from Ministerio de ambiente, vivienda y Desarrollo Territorial: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?id=1677544>
- Colombia. Congreso de la República. (27 de 07 de 2018). *Ley 1930, Diario Oficial No. 50.653*. Retrieved 13 de April de 2025, from Sistema Único de Información Normativa: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Leyes/30035750>
- Colombia. Departamento Nacional de Planeación. (21 de 12 de 2020). *CONPES 4021: Política Nacional para el Control de la Deforestación y la Gestión Sostenible de los Bosques*. Retrieved 13 de April de 2025, from subdirección de Gestión y Desarrollo del Talento

-
- Humano: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/07/5.-Politica-nacional-control-de-la-deforestacion-Conpes-4021.pdf>
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (5 de 07 de 2002). *Resolución 0769, Diario Oficial No. 44.893*. Retrieved 13 de April de 2025, from https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemicos/pdf/Paramos/res_0769_050802.pdf
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2010). *Política Nacional para la Gestión Integral del Recurso Hídrico*. Retrieved 12 de 04 de 2024, from Minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Politica-nacional-Gestion-integral-de-recurso-Hidrico-web.pdf>
- Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2022). *Política Nacional para la Gestión Integral de la Biodiversidad y sus Servicios Ecosistémicos (PNGIBSE)*. Retrieved 13 de April de 2025, from Minambiente: <https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2021/10/Poli%CC%81tica-Nacional-de-Gestio%CC%81n-Integral-de-la-Biodiver.pdf>
- Colombia. Presidencia de la República. (18 de 12 de 1974). *Decreto Ley 2811, Diario Oficial No. 34.243*. Retrieved 13 de April de 2025, from Sistema Único de información Normativa: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30019314>
- Colombia. Presidencia de la República. (15 de 10 de 2014). *Decreto 2041, Diario Oficial No. 49.334*. <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/1389917>
- Colombia. Presidencia de la República. (26 de 05 de 2015). *Decreto 1076 de 2015, Diario Oficial No. 49.523*. Retrieved 20 de April de 2025, from Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible: <https://www.suin-juriscol.gov.co/viewDocument.asp?ruta=Decretos/30019960>
- Corantioquia. (06 de 2009). *Estructuración del plan integral de manejo de sistema de páramos y bosques altoandinos del noroccidente medio Antioqueño (SPBANMA)*. Retrieved 2 de 04 de 2025, from Corporación Autónoma regional del centro de Antioquia: https://cia.corantioquia.gov.co/ciadoc/AREAS_PROTEGIDAS/AIRNR_AREAS_PROTEGIDAS_TOMO_1_2011_DMI_SPBANMA.pdf
- Cordero- Rivera, A. (08 de 2011). *Cuando los árboles no dejan ver el bosque: Efecto de los monocultivos forestales en la conservación de la biodiversidad*. Retrieved 12 de 03 de

-
- 2025, from SciELO, Acta Biológica Colombiana:
http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0120-548X2011000200018
- Costanza, R., de Groot, R., Braat, L., Kubiszewski, I., Fioramonti, L., Sutton, P., . . . Grasso, M. (2017). *Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?* <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>
- Del Rio Rivera, Y. A. (2023). *Conflictos Socioambientales Asociados al Sistema de Cultivo de Aguacate Hass en el Departamento de Caldas*. Retrieved 28 de 03 de 2025, from Repositorio de la Universidad tecnológica de Pereira: <https://hdl.handle.net/11059/14915>
- Díaz Ramírez, L., Hurtado, J. J., Charry, A., & Jäger, M. (08 de 2021). *Brechas tecnológicas de la cadena productiva del aguacate Hass en el Valle del Cauca y descripción del estado del arte*. Retrieved 11 de 04 de 2024, from Universidad Nacional de Colombia.: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/80835>
- El sector agropecuario impulsa el crecimiento del PIB en el segundo trimestre de 2024*. (22 de 08 de 2024). Retrieved 30 de 03 de 2025, from Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA): <https://upra.gov.co/es-co/saladeprensa/Paginas/El-sector-agropecuario-impulsa-el-crecimiento-del-PIB-en-el-segundo-trimestre-de-2024.aspx#:~:text=El%20valor%20agregado%20de%20la,el%20bienestar%20social%20del%20pa%C3%ADs.>
- Esquerria Yara , C. N., & Guarín Cardona, D. (2016). *Guía técnica ambiental para la producción de aguacate "persea americana" en sus variedades lorena y choquette, bajo un sistema de Silvopastoreo en la Vereda Cerro Gordo del municipio de Mariquita en el Departamento del Tolima*. Retrieved 11 de 04 de 2025, from Universidad Distrital Francisco José de Caldas: <http://hdl.handle.net/11349/3335>
- Esteve-Llorens, X., Ita-Nagy, D., Parodi, E., González-García, S., Teresa Moreira, M., Feijoo, G., & Vázquez-Rowe, I. (20 de 04 de 2022). *Environmental footprint of critical agro-export products in the Peruvian hyper-arid coast: A case study for green asparagus and avocado*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.151686>
- Estupiñán Bravo, L. H., & Casasbuenas Poveda, L. H. (2007). *Efecto del cultivo de papa sobre la fauna edáfica en el Páramo de Guerrero*. <https://doi.org/https://doi.org/10.31910/rudca.v10.n2.2007.582>

-
- Fahrig, L. (2017). *Ecological Responses to Habitat Fragmentation Per Se*. Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-ecolsys-110316-022612>
- Fernández Cortés, Y., Sotto Rodríguez, K. D., & Vargas Marín, L. A. (20 de 11 de 2020). *Impactos ambientales de la producción del café, y el aprovechamiento sustentable de los residuos generados*. Retrieved 21 de 03 de 2025, from SciELO, Revista Producción + Limpia: <https://revistas.unilasallista.edu.co/index.php/pl/article/view/2333>
- Gutiérrez, F. A. (1 de 12 de 2011). *Efectos negativos de las plantas exóticas maderables sobre el bosque nativo andino*. Retrieved 12 de April de 2025, from Redalyc Revista Logos, Ciencia & Tecnología ISSN: 2145-549X revistalogoscyt@gmail.com Policía Nacional de Colombia Colombia Gutié: <https://www.redalyc.org/pdf/5177/517751801007.pdf>
- Haddad, N. M., Brudvig, L. A., Townshend, J. R., Clobert, J., Davies, K. F., & González, A. (20 de 05 de 2015). *Habitat fragmentation and its lasting impact on Earth's ecosystems*. <https://doi.org/DOI: 10.1126/sciadv.1500052>
- Hincapié Granada, H. L. (09 de 09 de 2008). *Efectos ambientales (deforestación y calidad del agua) de la expansión del cultivo intensivo de aguacate en las veredas las cabañas y campo alegre del municipio de Apia Risaralda (Colombia)*. Retrieved 11 de 04 de 2025, from Universidad Nacional de Quilmes: https://ridaa.unq.edu.ar/bitstream/handle/20.500.11807/4782/TM_2008_hincapie_002.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Hincapié Granada, H. L. (09 de 09 de 2008). *Efectos ambientales (deforestación y calidad del agua) de la expansión del cultivo intensivo de aguacate en las veredas las cabañas y campo alegre del municipio de Apia Risaralda (Colombia)*. Retrieved 02 de 2025, from RIDAA-UNQ Repositorio Institucional Digital de Acceso Abierto de la Universidad Nacional de Quilmes: <https://ridaa.unq.edu.ar/handle/20.500.11807/4782>
- ICA. (10 de 08 de 2020). *En Cauca, el ICA le pone la lupa a las plagas de las plantaciones de pino y eucalipto*. Retrieved 1 de 04 de 2025, from Instituto Colombiano Agropecuario (ICA): <https://www.ica.gov.co/noticias/ica-visita-plantacion-pino-eucalipto-plagas->

-
- Mora, F., Velasco Linares, P., Montenegro, A., González, A. L., Solorza, J. H., Torrijos Otero, P., . . . Vargas Ríos, O. (2008). *Estrategias para la restauración ecológica del bosque altoandino : el caso de la Reserva Forestal Municipal de Cogua, Cundinamarca*. Orlando Vargas. Universidad Nacional de Colombia: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/79849>
- Murcia, C., & Guariguata, M. R. (s.f). *La restauración ecológica en Colombia, Tendencias, necesidades y oportunidades*. Documentos Ocasionales 107. Bogor, Indonesia: CIFOR.: https://www.cifor-icraf.org/publications/pdf_files/OccPapers/OP-107.pdf
- Ospina Rodríguez, M. (2023). *El Páramo de Sumapaz: Un Ecosistema Estratégico para Bogotá*. Retrieved 03 de 2025, from Sociedad geográfica de colombia: <https://www.sogeocol.edu.co/documentos/Paramos.pdf>
- Panca-Jevera, M. P., Villanueva-Mamani, D. C., & Gutierrez-Flores, I. R.-F. (02 de 12 de 2023). *Efecto alelopático de hojarascas de Eucalyptus globulus y Pinus halepensis en plantas silvestres Altoandinas, Perú* . <https://doi.org/https://doi.org/10.19136/era.a11n1.3505>
- Perfecto, I., & Vandermeer, J. (25 de 03 de 2010). *The agroecological matrix as alternative to the land-sparing/agriculture intensification model*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1073/pnas.0905455107>
- Pinzón Pinto, A. (24 de 09 de 2016). *Efecto en las propiedades físicas de un suelo de páramo por la acción antrópica. Suelos Ecuatoriales, 46, 51-58*. Retrieved 05 de 04 de 2025, from Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7831494>
- Quintero Vallejo, E. B. (2018). *Bosques Andino, Estado actual y retos para su conservación en Antioquia* . Fundación Jardín Botánico de Medellín Joaquín Antonio Uribe Programa Bosques Andinos (COSUDE).: https://www.bosquesandinos.org/wp-content/uploads/2018/01/Libro_Bosques_Andinos_Interactivo.pdf
- Reyes Palomino, S. E., & Cano Ccoa, D. M. (21 de 02 de 2022). *Efectos de la agricultura intensiva y el cambio climático sobre la biodiversidad*. Retrieved 20 de 03 de 2025, from SciELO Perú, Revista de Investigaciones Altoandinas: http://www.scielo.org.pe/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2313-29572022000100053#B54

-
- Rey-Romero, D., Domínguez, I., & Oviedo-Ocaña, E. (28 de 06 de 2022). *Efecto de las actividades agrícolas en la calidad de las aguas superficiales de los ecosistemas de páramo*. <https://doi.org/https://doi.org/10.1007/s11356-022-21709-6>
- Roa Peña, D. E., Parada Rodríguez, N., & Rodríguez Vásquez, R. A. (22 de 08 de 2023). *Lineamientos estratégicos para una gestión agropecuaria sostenible en el marco del cambio climático en el páramo de Guerrero, Cagua, Cundinamarca, Colombia*. <https://doi.org/https://doi.org/10.53010/nys6.07>
- Roberto Ripper, J. (7 de 10 de 2021). *La falta de diversidad biológica entorpece la lucha contra el hambre*. Retrieved 29 de 05 de 2025, from Naciones Unidas -ONU: https://news.un.org/es/story/2021/10/1498042?utm_source=chatgpt.com
- Rodríguez-Alarcón, S. J. (2018). *Efectos de la fragmentación sobre la diversidad funcional asociada a biomasa aérea en un bosque alto andino de Cundinamarca*. Retrieved 2025, from Repositorio Universidad distrital Francisco José de Caldas: <https://repository.udistrital.edu.co/items/bddf5b0f-8660-48b2-8f04-748a08e70ba8>
- Rodríguez-González, I. C. (26 de 04 de 2022). *Investigación de restauración ecológica en bosques Andinos Colombianos: un análisis bibliométrico y vacíos de información*. <https://doi.org/https://doi.org/10.17533/udea.acbi.v44n117a02>
- Romero Rincón, J. J. (2012). *El bosque Alto-Andino: una oportunidad para llevar al educando al aprendizaje significativo y a las estrategias de conservación*. Retrieved 15 de April de 2025, from Repositorio Universidad Nacional: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/10805>
- Sánchez Arias, C. E., & Esteban Martínez, K. J. (10 de 02 de 2025). *Caracterización florística y estructural de bosques altoandinos en Riosucio, Caldas*. Retrieved 31 de 03 de 2025, from Universidad Industrial de Santander (UIS): <https://noesis.uis.edu.co/items/5208d201-d497-4f5c-b20c-f7defda87f9e>
- Sepúlveda Cano, P. A. (2013). *Diversidad de abejas (Hymenoptera: Apoidea: Anthophila) en cultivos de papa (Solanum tuberosum L.) y su efecto en la polinización*. Retrieved 04 de 2025, from https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/11904?locale-attribute=pt_BR
- Suárez, A., & Gwozdz, W. (1 de 02 de 2023). *On the relation between monocultures and ecosystem services in the Global South: A review*. Retrieved 30 de 03 de 2024, from Revista:

- Biological Conservation, Vol. 278, 2023:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0006320722004232?via%3Dihub>
- Triana Gasca, I. A., Díaz Ramírez, D. M., & Vallejo Quintero, V. (30 de 06 de 2023). *Evaluación del impacto del monocultivo de papa sobre la calidad edáfica en el Páramo de Guerrero (Cundinamarca, Colombia)*. Retrieved 05 de 04 de 2024, from Portal de revistas Universidad Nacional de Colombia, Acta Agronómica, 71(3), 280–286.:
<https://doi.org/10.15446/acag.v71n3.96989>
- Triviño P, J. S. (s.f). *Impacto ambiental por el uso excesivo de monocultivo*. Retrieved 28 de 03 de 2025, from Academia.edu:
https://www.academia.edu/31290903/Impacto_ambiental_por_el_uso_excesivo_de_monocultivo_Environmental_impact_from_overuse_of_monoculture?utm_source=chatgpt.com
- Universidad del Valle. (2015). *Impactos ambientales de los monocultivos*. Retrieved 28 de 03 de 2025, from Universidad del valle: <https://www.univalle.edu.co/medio-ambiente/impactos-ambientales-de-los-monocultivos#:~:text=Se%20conoce%20como%20Monocultivo%20a,producto%20a%20muy%20bajo%20costo.>
- Uribe, N., Corzo, G., Quintero, M., Griensven, A. V., & Solomatine, D. (30 de 10 de 2018). *Impacto de la labranza de conservación en las pérdidas de nitrógeno y fósforo por escorrentía en un sistema de cultivo de papa en la cuenca hidrográfica de Fúquene, Colombia*. Retrieved 04 de 2025, from Gestión del agua agrícola:
<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S037837741831000X>
- Van Wesenbeeck, B., Van Mourik, T., Duivenvoorden, J. F., & Cleef, A. M. (2023). *Strong effects of a plantation with Pinus patula on Andean subpáramo vegetation: a case study from Colombia*. Retrieved 12 de 04 de 2025, from ScienceDirect Conservación Biológica, vol. 114, número 2: [https://doi.org/10.1016/S0006-3207\(03\)00025-9](https://doi.org/10.1016/S0006-3207(03)00025-9)
- Vargas Ríos, O., Rodríguez, A., Franco, L., & León, O. (04 de 2013). *Plan de restauración ecológica participativa en la microcuenca del río Chisacá (Colombia)*. Retrieved 04 de 2025, from Empresa de Acueducto de Bogotá (EAAB-ESP):
https://www.researchgate.net/publication/262935456_Plan_de_restauracion_ecologica_participativa_en_la_microcuenca_del_rio_Chisaca_Colombia

- Velasco-Linares, P., & Vargas, O. (01 de 2008). *Problemática de los Bosques Altoandinos*. Retrieved 04 de 2025, from https://www.researchgate.net/publication/260640030_Problematica_de_los_bosques_altoandinos
- Velásquez Restrepo, S., Giraldo Amaya, M., Saavedra Porras, S., & Díaz Nieto, J. F. (1 de 01 de 2023). *Avifauna asociada a bosques nativos inmersos en agroecosistemas de aguacate Hass en Caldas y Risaralda (Colombia)*. <https://doi.org/https://doi.org/10.21068/2539200X.1070>
- Zapata Duque, C. M., Ramírez, J. A., León Peláe, J. D., & González Hernández, M. I. (2007). *Producción de hojarasca fina en bosques altoandinos de Antioquia, Colombia*. Retrieved 12 de 04 de 2024, from Universidad Nacional de Colombia - Sede Medellín.: <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/36656>