



Ambiente



IDEAM

Lineamientos técnicos

para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia



Implementado por
giz



Secretaría de
Turismo y Ambiente
Jefatura de Gabinete de Ministros

Subsecretaría
de Ambiente

Lineamientos técnicos

para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia

Presidencia de la República de Colombia

Jennifer Dorado Delgado

Jefa de Oficina del Servicio de Pronóstico y Alertas

Gustavo Francisco Petro Urrego

Presidente de la República de Colombia

Francia Elena Márquez Mina

Vicepresidenta de la República de Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Irene Vélez Torres

Ministra (e) de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Edith Bastidas Calderón

Viceministra de Políticas y Normalización Ambiental

Luz Dary Carmona Moreno

Viceministra (e) de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Consejo Directivo Ideam

Luz Dary Carmona Moreno

Viceministra (e) de Ordenamiento Ambiental del Territorio

Paola Ricaurte Ayala

Asesora de la Dirección de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Departamento Nacional de Planeación (DNP)

Elkin Ernesto Ramírez Niño

Director técnico de la Dirección Técnica Geoestadística - Departamento Administrativo Nacional de Estadística (DANE)

Giovannys Medrano Martínez

Director general - Corporación para el Desarrollo Sostenible de La Mojana y el San Jorge (Corpomojana)

Liliana María Ospina Arias

Viceministra de Infraestructura (representación de la ministra de Transporte)

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)

Ghisliane Echeverry Prieto

Directora general

Juan Fernando Acosta Mirkow

Secretario general

Fabio Andrés Bernal Quiroga

Subdirector de Hidrología

Elizabeth Patiño Correa

Subdirectora de Estudios Ambientales

Julio César León Luquez

Subdirector (e) de Ecosistemas e Información Ambiental

Diana Carolina Rueda Dimate

Subdirectora de Meteorología

Coordinación institucional - Ideam

Julio César León Luquez

Subdirector (e) de Ecosistemas e Información Ambiental - Ideam

Nidia Cristina Mayorga Ulloa

Coordinadora del Grupo de Suelos y Tierras, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental - Ideam

Paola Bernal Cortés

Oficina de Cooperación y Asuntos Internacionales - Ideam

Wilmer Espitia Muñoz

Jefe de Oficina de Informática

Gilberto Antonio Ramos Suárez

Jefe de Oficina Asesora Jurídica

Adriana María Ocampo Loaiza

Jefa de Oficina de Control Interno

Miguel Ángel Ayala Tovar

Coordinador del Grupo de Comunicaciones y Prensa

Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular Colombia - Unión Europea - Alemania

Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC Colombia)

Unión Europea, Programa de Cooperación Triangular Adelante 2

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, implementadora del Fondo Regional para la Cooperación Triangular con Socios de América Latina y el Caribe

Proyecto “Monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y la desertificación en Colombia y Argentina, con el apoyo técnico de España para contribuir con la seguridad alimentaria en un contexto de pospandemia”

Instituciones ejecutoras

Colombia

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de Suelos y Tierras

Argentina

Subsecretaría de Ambiente de la Secretaría de Turismo y Ambiente, Coordinación de Ecosistemas

España

Agencia Estatal Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC), a través de su Centro de Edafología y Biología Aplicada del Segura (CEBAS-CSIC)

Coordinación institucional - Ideam

Julio César León Luquez

Subdirector (e) de Ecosistemas e Información Ambiental - Ideam

Nidia Cristina Mayorga Ulloa

Coordinadora del Grupo de Suelos y Tierras, Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental - Ideam

Paola Bernal Cortés

Oficina de Cooperación y Asuntos Internacionales - Ideam

Coordinación institucional - Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular APC Colombia/GIZ/UE

Sandra Viviana Zamora Rivera

DV - proyecto “Monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y la desertificación en Colombia y Argentina, con el apoyo técnico de España para contribuir con la seguridad alimentaria en un contexto de pospandemia”, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Laura Sofía García Velásquez

Asesora técnica - proyecto “Monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y la desertificación en Colombia y Argentina, con el apoyo técnico de España para contribuir con la seguridad alimentaria en un contexto de pospandemia”, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Sebastián Sánchez Guerrero

Encargado de Cooperación Triangular y Alianzas Estratégicas, Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC Colombia)

Dirección y coordinación técnica

Reinaldo Sánchez López

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de Suelos y Tierras

Sandra Viviana Zamora Rivera

DV - proyecto “Monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y la desertificación en Colombia y Argentina, con el apoyo técnico de España para contribuir con la seguridad alimentaria en un contexto de pospandemia”, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Laura Sofía García Velásquez

Asesora técnica - proyecto “Monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y la desertificación en Colombia y Argentina, con el apoyo técnico de España para contribuir con la seguridad alimentaria en un contexto de pospandemia”, Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Autores

Javier Otero García

Consultor, Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular APC Colombia/GIZ/UE

José Alejandro Salamanca García

Consultor, Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular APC Colombia/GIZ/UE

Nicole Franco León

Consultora, Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular APC Colombia/GIZ/UE

Reinaldo Sánchez López

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de Suelos y Tierras

Angie Roxana González Cubides

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de Suelos y Tierras

Andrés Barragán

Coordinación editorial - .Puntoaparte Editores

Editores técnicos

Javier Otero García

Consultor, Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular APC Colombia/GIZ/UE

José Alejandro Salamanca García

Consultor, Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular APC Colombia/GIZ/UE

Reinaldo Sánchez López

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam), Subdirección de Ecosistemas e Información Ambiental, Grupo de Suelos y Tierras

Equipo Editorial

Andrés Felipe Tapiero Ríos

Coordinación editorial - Grupo de Comunicaciones y Prensa - Ideam

Andrés Barragán

Coordinación editorial - .Puntoaparte Editores

Mateo L. Zúñiga

Dirección de arte - .Puntoaparte Editores

Leonardo Realpe

Corrección de estilo - .Puntoaparte Editores

Guillermo Torres Carreño

Dirección de ilustración - .Puntoaparte Editores

Fotografías

© Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam)

Shutterstock

Carátula / *maxbelchenko*

Pág. 8 / *PhotoProx* y *Bruno M Photographie*

Pág. 10 / *Aaron J Seltzer*

Pág. 26 / *Masummerbreak* y *Explorelixir*

Pág. 42 / *Hseena* y *saputroanton*

Pág. 100 / *Rajuchuri* y *CarloStock25*

Pág. 114 / *Romija*

Impresión

Colorzen S. A. S.

Cítese como: Otero García, J., Salamanca García, J. A., Franco León, N., Sánchez López, R. y González Cubides, A. R. (2026).

Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia. Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam).

ISBN (impreso): 978-958-5489-54-7

ISBN (digital): 978-958-5489-55-4

Depósito legal que establece la Ley.



Calle 25 D N.º 96 B - 70 - Bogotá, D. C.
PBX: +57 (601) 352 7160
contacto@Ideam.gov.co

Mayo de 2026, Bogotá, D. C., Colombia

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la Sociedad

Bonn y Eschborn, Alemania

Dirección de Agencia Bogotá

Calle 125 # 19-24, piso 7, Bogotá - Colombia

T +57 1 4325350

E info@giz.de

<https://www.gizz.de/en/worldwide/132404.html>

El proyecto “Monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y la desertificación en Colombia y Argentina, con el apoyo técnico de España para contribuir con la seguridad alimentaria en un contexto de pospandemia” es una iniciativa desarrollada y financiada en el marco del Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular Colombia - Unión Europea - Alemania, bajo una modalidad de cooperación triangular que articula a Colombia, Argentina y España para enfrentar la degradación del suelo y la desertificación mediante el intercambio de conocimientos y el fortalecimiento de capacidades técnicas. El proyecto cuenta con la participación de la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC-Colombia), la Unión Europea a través del Programa de Cooperación Triangular ADELANTE 2, y el Fondo Regional para la Cooperación Triangular con socios de América Latina y el Caribe, implementado por la Cooperación Alemana (GIZ). En este marco, las fuentes de verificación documentan los resultados, productos y aprendizajes generados, evidenciando el valor agregado de la cooperación triangular para fortalecer la seguridad alimentaria, la gestión sostenible del suelo y la resiliencia de los territorios. El contenido de esta publicación es responsabilidad exclusiva de los autores y en ningún caso debe considerarse que refleja los puntos de vista del Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular.

Presentación

La seguridad alimentaria y la aceleración del cambio climático constituyen algunas de las principales preocupaciones a nivel mundial. Ambas guardan una relación directa con los procesos de degradación de las tierras, la pérdida de productividad y la afectación de los servicios ecosistémicos que proveen los suelos, como consecuencia de prácticas inadecuadas de uso de la tierra y, en general, de los recursos naturales.

Colombia y Argentina son países que han enfocado esfuerzos en ampliar el conocimiento sobre la degradación de los suelos y los procesos de desertificación, con el propósito de fortalecer la gestión para el manejo sostenible de las tierras y evitar la continuidad de estos procesos de deterioro. En este contexto, ambos países aunaron esfuerzos para formular e implementar el proyecto “Monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y la desertificación en Colombia y Argentina, con el apoyo técnico de España para contribuir con la seguridad alimentaria en un contexto de pospandemia”.

El proyecto constituye una iniciativa de cooperación triangular que, en 2023, se viabilizó con recursos de financiación de la Agencia de Cooperación Alemana (GIZ), el Programa de Cooperación Triangular de la Unión Europea Adelante2 y APC Colombia.

Este proyecto tiene como objetivos: i) armonizar las metodologías y protocolos para el monitoreo y seguimiento de los procesos de degradación de los suelos y desertificación; ii) elaborar estudios sobre degradación de suelos y desertificación, y iii) generar documentos con lineamientos sobre prácticas de manejo sostenible de tierras, cuyo foco estará puesto en la degradación de suelos y la desertificación. En el marco de este último objetivo, se elaboró el presente documento: *Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia*.

Como aporte novedoso, el documento desarrolla una metodología para la generación de unidades homogéneas de gestión de los suelos que permite

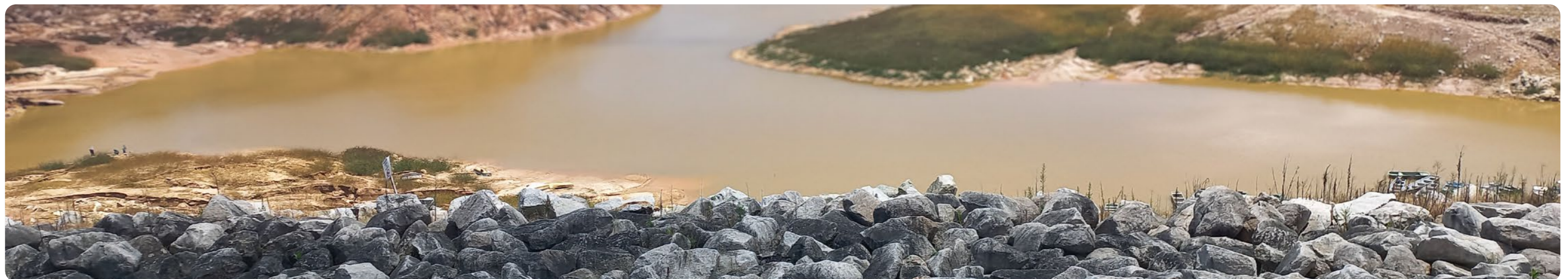
definir y asociar prácticas de manejo sostenible a cada una de ellas. Estas unidades espaciales de gestión se construyen a partir de las zonificaciones nacionales de degradación de suelos por desertificación y de la susceptibilidad a este proceso, teniendo en cuenta su finalidad: preservación, mitigación, restauración, rehabilitación, recuperación o adaptación.

Asimismo, estas unidades de gestión se correlacionan con distintos indicadores de fuerzas motrices y presiones —es decir, causas— de la degradación de los suelos en dichas zonas, a partir del análisis desarrollado en el estudio nacional.

Los lineamientos para cada grupo específico de manejo sostenible se presentan mediante un modelo de ficha técnica que incluye el propósito del manejo y las medidas específicas de gestión sostenible. Además, se acompaña de información estadística organizada por unidades de referencia —departamentos, autoridades ambientales y zonas hidrográficas—, así como del respectivo mapa de localización.

Esta publicación está dirigida a tomadores de decisiones, profesionales, investigadores de la academia y cualquier usuario del suelo. En este sentido, al final del documento se presentan estrategias y experiencias desarrolladas en Colombia durante las últimas décadas, junto con recomendaciones generales para la gestión técnica de los suelos del país. Asimismo, se pone a disposición del lector una amplia bibliografía asociada con guías y manuales sobre diversas prácticas de conservación de suelos, con el fin de profundizar en estas temáticas.

Los lineamientos aquí presentados son de carácter técnico e indicativo. A escala local, deberán realizarse análisis específicos. La formulación e implementación de prácticas de manejo más detalladas requieren estudios de mayor profundidad sobre los procesos de degradación de suelos, así como la identificación precisa de las presiones o causas directas de la desertificación.



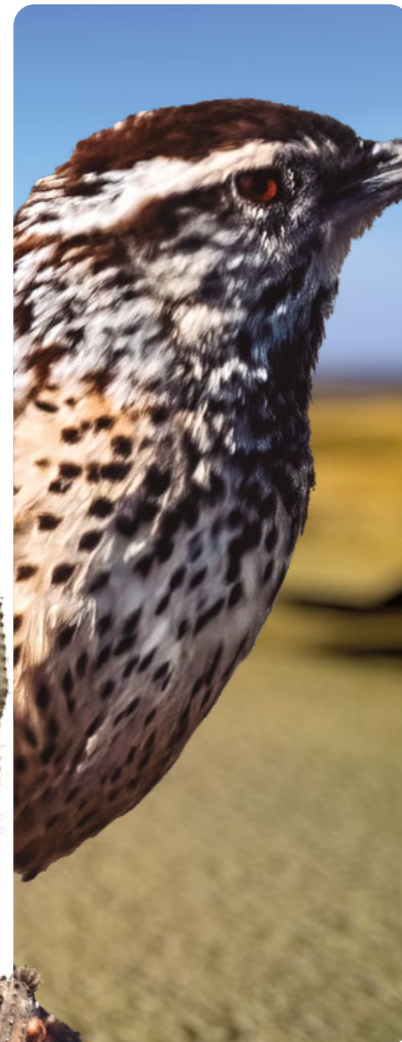
Contenido

Referencias bibliográficas Pág. 117



Capítulo I
Introducción

Pág. 8



Capítulo II
Marco conceptual

Pág. 10



Capítulo III
Metodología

Pág. 26



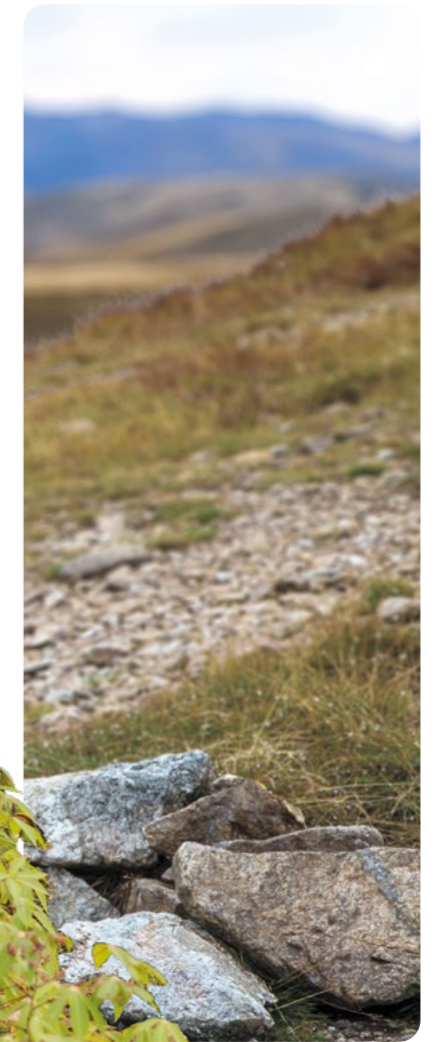
Capítulo IV
Lineamientos técnicos
por unidad de gestión de suelos

Pág. 42



Capítulo V
Estrategias y experiencias
de gestión técnica sostenible de suelos en Colombia

Pág. 100



Capítulo VI
Recomendaciones
sobre gestión técnica sostenible de suelos

Pág. 114

Capítulo I

Introducción

El 27,2 % de la superficie continental de Colombia posee tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas. De acuerdo con el Estudio Nacional de Degradación de Suelos por Desertificación, cerca del 88 % de estas tierras presenta algún grado de desertificación y el 46 % se encuentra en grado moderado, severo o muy severo por distintos procesos de degradación de suelos, mientras que apenas el 3,1 % de estas zonas no presenta degradación. El proceso de degradación de suelos que predomina en estas tierras es la erosión, con el 55,6 %, seguido de la pérdida de materia orgánica, con el 30,9 %, y la salinización, con el 9,9 %.

En este contexto, es necesario formular estrategias para la gestión sostenible de los suelos según los procesos de degradación dominantes y sus grados de intensidad, con el fin de cumplir las metas de neutralidad de la degradación definidas para Colombia. Este documento responde parcialmente a esta necesidad, cuyo alcance es una guía de lineamientos técnicos para la gestión de los suelos degradados por desertificación en Colombia.

Este documento tiene como alcance definir los lineamientos para la gestión de la degradación de suelos por desertificación en Colombia. Incluye un listado de prácticas de manejo sostenible por cada una de las categorías de gestión definidas por el

El objetivo de este documento es presentar lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia, mediante la formulación e implementación de una metodología que permita generar unidades homogéneas de gestión y establecer prácticas de manejo en cada una de ellas, según las principales causas directas.

estado actual del grado y la clase de degradación y por la susceptibilidad al proceso de desertificación.

Este documento se elaboró en el marco del proyecto “Monitoreo y seguimiento de la degradación de suelos y la desertificación en Colombia y Argentina, con el apoyo técnico de España para contribuir con la seguridad alimentaria en un contexto de pospandemia”, iniciativa desarrollada en el marco del Mecanismo Tripartito de Cooperación Triangular Colombia-Unión Europea-Alemania. Esta modalidad articula a Colombia, Argentina y España para enfrentar la degradación del suelo y la desertificación mediante el intercambio de conocimientos y el fortalecimiento de capacidades técnicas. El proyecto cuenta con la participación de la Agencia Presidencial de Cooperación Internacional de Colombia (APC-Colombia), la Unión Europea, a través del Programa de Cooperación Triangular ADELANTE 2, y el Fondo Regional para la Cooperación Triangular con socios de América Latina y el Caribe, implementado por la Cooperación Alemana (GIZ). En este marco, las fuentes de verificación documentan los resultados, los productos y los aprendizajes generados y evidencian el valor agregado de la cooperación triangular para fortalecer la seguridad alimentaria, la gestión sostenible del suelo y la resiliencia de los territorios.

Capítulo II

Marco conceptual

Conceptos

Suelo: el concepto científico de suelo “es un cuerpo natural que comprende sólidos (minerales y materia orgánica), líquidos y gases que ocurren en la superficie de las tierras, que ocupa un espacio y que se caracteriza por horizontes o capas que se distinguen del material inicial como resultado de adiciones, pérdidas, transferencias y transformaciones de energía y materia o por la habilidad de soportar plantas en un ambiente natural” (Soil Survey Staff, 2014).

La Política para la Gestión Sostenible del Suelo en Colombia (MADS, 2016) señala que “el suelo es un bien natural finito y componente fundamental de los ecosistemas, constituido por minerales, aire, agua, materia orgánica, macro y microorganismos que desempeñan procesos permanentes de tipo biótico y abiótico, cumpliendo funciones y prestando servicios ecosistémicos vitales para la sociedad y el planeta”.

Degradación de suelo: es “la reducción o pérdida de la productividad y diversidad biológica o económica de los suelos, con disminución de su capacidad para mantener la vegetación natural y los cultivos hechos por el hombre, es decir, con reducción de la capacidad del suelo para sostener un uso determinado”. Según la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), la degradación del suelo se define como un cambio en la salud del suelo que resulta en una disminución de la capacidad del ecosistema para producir bienes o prestar servicios a sus beneficiarios. Los suelos degradados presentan un estado de salud en el que no pueden proporcionar los bienes y servicios propios del suelo en su ecosistema (FAO, 2024).

Tierra: en el contexto ambiental y rural, la FAO señala que “el concepto de tierra es más amplio que el de suelo y abarca un sistema integrado que incluye factores climáticos, edáficos (relacionados con el suelo), hidrológicos y topográficos, así como sus interacciones socioeconómicas. Se refiere al conjunto de recursos naturales que sustenta la vida, la biodiversidad y la regulación del clima y el agua, siendo fundamental para la seguridad alimentaria y el desarrollo sostenible” (FAO, 2015).

También se refiere a un área definida de la superficie terrestre que abarca el suelo, la topografía, los depósitos superficiales, los recursos de agua y clima y las comunidades humanas, animales y vegetales que se han desarrollado como resultado de la interacción de esas condiciones biofísicas. Se constituye en una figura de gestión de los recursos naturales (Ideam, 2019).

Degradación de tierras: según la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), “degradación de las tierras se entiende como reducción o pérdida de la productividad biológica o económica y de la complejidad de las tierras agrícolas de secano, las tierras de cultivo de regadío o las dehesas, los pastizales, los bosques y las tierras arboladas, ocasionada, en zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, por los sistemas de utilización de la tierra o por un proceso o una combinación de procesos, incluidos los resultantes de actividades humanas y pautas de poblamiento”. También se define como un proceso natural o antrópico que causa la incapacidad de la tierra para sostener adecuadamente las funciones económicas o ecológicas originales (Evaluación de la Degradación de Tierras en Zonas Áridas, LADA, 2003).

Desertificación: corresponde a “la degradación de las tierras de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas, resultante de diversos factores, tales como las variaciones climáticas y las actividades humanas, debida a la pérdida del equilibrio natural y a la disminución de las funciones ambientales y de la productividad biológica y económica, poniendo en peligro la biodiversidad y la supervivencia de las comunidades humanas” (Ideam, 2019).

Lineamientos técnicos: se definen como el conjunto de directrices y pautas para la gestión sostenible de los suelos en las zonas de desertificación (áridas, semiáridas y subhúmedas secas), de acuerdo con sus características de susceptibilidad y estado actual, mediante la evaluación de las causas, que permiten proponer unidades homogéneas de gestión

para la preservación, protección, mitigación, rehabilitación, recuperación y adaptación.

Manejo sostenible de tierras: conjunto de acciones para el uso de los bienes y servicios provenientes de los recursos naturales, sociales y materiales, considerando las características del medio en el cual interactúan. Consiste en el uso de los recursos naturales sin comprometer su capacidad de regeneración natural.

El manejo sostenible de tierras, también, es un enfoque que utiliza los recursos naturales (suelo, agua, animales y plantas) para producir bienes que satisfacen necesidades humanas, manteniendo el potencial productivo a largo plazo de los recursos y sus funciones ecosistémicas (Wocat, 2021).



Importancia ambiental de los suelos y sus servicios ambientales

Los suelos son sistemas naturales no renovables en la escala humana, cuyo proceso de formación toma de cientos a miles de años. Son fundamentales para la vida y para la seguridad alimentaria, la biodiversidad, la regulación del ciclo del agua y la mitigación del cambio climático.

El suelo es parte esencial del equilibrio de los ecosistemas y presenta características que condicionan la cantidad de agua y aire que puede retener, así como la velocidad con la que el agua puede penetrarlo y atravesarlo. Los restos de organismos vivos, en mayor o menor grado de descomposición, conforman la materia orgánica, fracción del suelo que favorece la aireación y la capacidad de retención de agua. En el suelo se desarrollan de forma constante los ciclos bioquímicos, que generan los elementos nutrientes para los organismos. En él viven miles de organismos que generan procesos de descomposición y captura de carbono. En esencia, el suelo es el sustento de la vida en la Tierra.

Los suelos son una de las principales reservas mundiales de biodiversidad y albergan más del 25 % de la diversidad biológica del planeta. Estos microorganismos contribuyen a la alimentación y protegen frente al cambio climático y a enfermedades. Transforman compuestos orgánicos e inorgánicos y liberan nutrientes para que las plantas puedan absorberlos. Estas transformaciones son vitales para la filtración, degradación e inmovilización de contaminantes en el agua y el suelo. Además, la diversidad de los suelos contribuye a mejorar el control, la prevención y la eliminación de plagas y patógenos (CNULD, 2017).

El suelo es fundamental para la vida, debido a que desempeña funciones clave, tanto ambientales, como sociales y económicas (ver

Figura 1). La Comisión para la Cooperación Ambiental menciona las siguientes funciones:



Figura 1.

Funciones y servicios ambientales del suelo

Fuente: modificado de FAO (2015).

Servicios



Científicos

- Permite investigar en la historia de la naturaleza: cambios en biodiversidad y en eventos climáticos y estilos naturales.
- Investigaciones sobre minerales, gases, biodiversidad para alternativas en diferentes campos y aplicaciones.



Culturales

- Herencia cultural. Integra el patrimonio cultural. Elementos de la herencia cultural, sitios arqueológicos y paisajes naturales o arquitectónicos importantes para conservar la historia de la tierra y de la humanidad.
- Belleza escénica y paisajística relevante para la calidad de vida.
- Turismo y recreación.



Regulación

- Es el componente principal en el ciclo hidrológico, pues se encarga de capturar, filtrar, purificar, almacenar y regular el agua.
- Es esencial en el control del clima (almacena, captura y retiene CO₂ y gases de efecto invernadero).
- Filtra y amortigua los materiales orgánicos e inorgánicos.
- Descompone materia orgánica.
- Regula el flujo de nutrientes.
- Controla y regula amenazas naturales (sequías, inundaciones, erosión, etc.).



Provisión

- De alimentos. La mayor parte de los alimentos proviene del suelo. Es en el suelo donde se inicia la cadena alimenticia de la vida terrestre.
- De agua potable.
- Provee y es fuente de diversos materiales (e. g., forrajes, fibras y combustibles).
- De materiales para construcción (arcilla, arena, grava, minerales, agregados, etc.).
- De productos medicinales y recursos genéticos.
- De agua, nutrientes y soporte físico para la agricultura y la silvicultura.



Soporte

- Sostiene la actividad y la producción biológica.
- Hábitat biológico y reserva genética de plantas, animales y organismos.
- Hace parte de la dimensión espacial del desarrollo de asentamientos.
- Base para las infraestructuras humanas.

Procesos de degradación de suelos y desertificación: causas y consecuencias

La degradación de suelos hace referencia a la disminución de su capacidad de producción o de su capacidad para cumplir funciones ambientales (Lal, 1999), lo que implica cambios en sus propiedades que afectan negativamente los ciclos biogeoquímicos y, en general, el funcionamiento de este bien natural.

La degradación de suelos y tierras se refiere a la disminución o alteración negativa de una o varias de las ofertas de bienes, servicios o funciones ambientales, ocasionadas por procesos naturales o antrópicos que, en casos críticos, pueden originar la pérdida o destrucción total del recurso (Ideam, 2019).

La degradación de suelos puede ser física, química o biológica. En la degradación física se destaca la erosión, que consiste en la pérdida físico-mecánica del suelo a causa del agua o del viento, con afectación de sus funciones y servicios. La salinización es el proceso más relevante de degradación química y afecta distintas propiedades del suelo. La degradación biológica presenta varios indicadores de estimación; sin embargo, puede sintetizarse

en la materia orgánica, como proceso de descomposición y almacenamiento de carbono orgánico. La pérdida de materia orgánica contribuye al cambio climático. En muchos casos, la degradación del suelo es compleja y se presentan varios procesos físicos, químicos o biológicos al mismo tiempo, o uno de ellos puede constituir el inicio de otros, con efectos sinérgicos o acumulativos. Cuando estos procesos ocurren en tierras áridas, semiáridas o subhúmedas secas, se produce la desertificación (ver Figura 2).

Las presiones o causas que generan procesos de desertificación pueden ser de origen natural o antrópico. A continuación, se describen las principales causas de la desertificación en Colombia.



Causas de origen natural (Ideam, 2019):



- Características generales del clima: árido, semiárido y subhúmedo seco.
- Efectos de la radiación solar: aumento de los valores de reflexión en la superficie del suelo (albedo).
- Características del régimen de lluvias: sequedad del aire y del suelo, escasa precipitación o distribución desigual, recurrencia de periodos de sequía, variabilidad de las precipitaciones en regiones con lluvias torrenciales.
- Antecedentes geomorfológicos: influencia del relieve (orografía, cañones, materiales subsuperficiales, zonas de sotavento).
- Características del suelo: débil proceso de formación, bajo contenido de materia orgánica, alto contenido calcáreo, elevada salinidad, baja estabilidad estructural, vulnerabilidad a la erosión hídrica y eólica.
- Características fitogeográficas: baja densidad de cobertura vegetal, desarrollo estacional, escasa producción de biomasa, predominio de especies xerófilas y suculentas.
- Características hidrológicas: ausencia o baja densidad de caudal de ríos y arroyos, preponderancia de sistemas endorreicos, recurrencia de inundaciones y encharcamientos.
- Influencia de procesos naturales de erosión hídrica y eólica.

Causas originadas por la acción humana:



- Manejo no conservacionista de la zona boscosa: tala y quemas irracionales de bosques para expansión de la frontera agrícola y extracción de leña.
- Incendios forestales. Prácticas de manejo inadecuadas: quemas de rastrojos con el propósito de enriquecer temporalmente los suelos con cenizas; esta práctica produce algún mejoramiento temporal, pero también elimina microorganismos, disminuye la materia orgánica y afecta la evolución del suelo.
- Manejo inadecuado de suelos: utilización de técnicas de labranza inadecuadas o uso excesivo de maquinaria agrícola pesada, lo que ocasiona compactación reflejada en la disminución de la porosidad.
- Empleo excesivo de plaguicidas y fertilizantes inorgánicos: causa empobrecimiento biológico del suelo y salinidad.
- Excesiva carga animal: sobrepastoreo, pisoteo e introducción inadecuada de ganado.
- Implementación de cultivos limpios en zonas con pendientes mayores al 50 %.
- Infraestructura vial: trazado y tendido de caminos, inestabilidad de taludes.
- Actividades mineras: prospección petrolera, manejo de residuos de hidrocarburos u otras actividades mineras.
- Desarrollo de sistemas y métodos de riego inadecuados, que originan procesos de salinización.
- Agricultura monoespecífica (falta de diversidad productiva estabilizante).
- Falta de conocimiento y educación sobre las ofertas de bienes y servicios, las susceptibilidades a la degradación y los usos y manejos sostenibles de los ecosistemas secos del país.

Causas originadas por la acción humana:



- Utilización de modelos de desarrollo y tecnologías no apropiados para ecosistemas de zonas ecuatoriales.
 - Desconocimiento de los usos y manejos ancestrales.
 - Falta de investigación y socialización de proyectos exitosos de desarrollo sostenible,
- de los bienes y servicios de los ecosistemas secos, de su capacidad de acogida y de tecnologías apropiadas.
 - Falta de comunidades y sectores de la producción fortalecidos en el conocimiento del proceso de desertificación de sus tierras y comprometidos con el logro de desarrollos sostenibles.

Figura 2.

Proceso de transformación de las tierras debido a la degradación de suelos

Fuente: Ideam (2019).



Gestión sostenible de suelos y tierras: enfoques, prácticas y medidas

La gestión sostenible de tierras se relaciona con el uso de recursos de la tierra, incluidos suelo, agua, vegetación y animales, para producir bienes y proveer servicios que satisfagan necesidades humanas cambiantes, al tiempo que se asegura el potencial productivo a largo plazo de estos recursos y el mantenimiento de sus funciones ambientales (Wocat, 2021).

El documento *Directrices de la Gestión Sostenible del Suelo (GSS)* señala que “la gestión de suelos es sostenible si se mantienen o mejoran los servicios de apoyo, suministro, regulación y culturales que proporcionan los suelos sin afectar significativamente las funciones que hacen posibles esos servicios ni la biodiversidad. Es materia de especial preocupación el equilibrio entre los servicios de apoyo y suministro para la producción vegetal y los servicios reguladores que el suelo proporciona para la calidad y disponibilidad del agua y para la regulación de los gases atmosféricos de efecto invernadero” (Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2016).

Wocat define “práctica de manejo de tierras (tecnología)” como una acción física en campo que controla la degradación de los suelos o fortalece la productividad. Las prácticas pueden involucrar una o varias medidas de tipo agronómico, vegetativo, estructural o de manejo (Wocat, 2021). Por otro lado, el “enfoque de manejo sostenible de tierras” se refiere a las formas y los medios que se utilizan para

implementar una o varias prácticas. Incluye apoyo técnico y material, así como el involucramiento y los roles de distintas partes interesadas, entre otros aspectos. Un enfoque puede referirse a un proyecto o programa, o a actividades iniciadas por los propios usuarios de la tierra. Pueden considerarse prácticas tradicionales o locales, introducidas mediante proyectos o programas, adoptadas o adaptadas por usuarios de la tierra, o innovaciones recientes (Wocat, 2021).

También puede entenderse como la articulación de políticas, prácticas y actividades en función de la resiliencia de los ecosistemas, que incluye beneficios económicos para las comunidades que los habitan (Urquiza, 2011). El establecimiento de la gestión sostenible de tierras es un proceso complejo que comprende diferentes etapas para obtener resultados clave. La primera se refiere al ordenamiento del área, donde se realiza una valoración de la distribución del área de estudio en función de sus características ecológicas y de los propósitos productivos, lo que permite identificar las tecnologías por aplicar según

su correspondencia con las propiedades del sitio. Es importante analizar la distribución y disponibilidad de recursos, como el agua, las fuentes de energía, la aptitud del suelo y la fuerza de trabajo disponible, todo en función de la planificación del territorio y de la producción sostenible. En el establecimiento de unidades de manejo resulta relevante contar con la información aportada por los estudios de ordenamiento ambiental. Esto favorece un diagnóstico integrado que sirve de base para formular programas de acciones de gestión

sostenible de tierras a escala de paisaje (Urquiza, 2011; Galeas Sosa, 2020).

La gestión de suelos incluye prácticas orientadas a proteger y conservar este recurso, evitando su degradación y agotamiento. Uno de los principales objetivos es mantener los servicios ambientales que garanticen la biodiversidad del suelo y su funcionalidad.

Wocat utiliza los siguientes términos para desarrollar la gestión sostenible de tierras:



Conservación del suelo y del agua (CAS): actividades a nivel local que mantienen o aumentan la capacidad productiva de la tierra en áreas afectadas por la degradación o propensas a ella. CAS incluye la prevención o reducción de la erosión del suelo, la disminución de la salinidad; la conservación del drenaje del suelo; y el mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad.



Prácticas (tecnologías): acciones para la gestión del suelo y el agua que se agrupan en medidas agronómicas, vegetativas, estructurales y de manejo para controlar la degradación del suelo y aumentar la productividad.



Enfoques: modos y medios de apoyo que ayudan a introducir, implementar, adaptar y aplicar prácticas para la conservación del suelo y el agua en campo (Wocat, 2021).

Fuente:

<https://www.fao.org/soils-portal/soil-management/conservacion-del-suelo/es/>
(FAO, 2024).

Clasificación de las prácticas de manejo sostenible de tierras (MST)

A continuación, se presenta la clasificación de las prácticas de manejo:



Propósito principal de las prácticas MST:

- Reducir, prevenir o restaurar la degradación de la tierra.
- Conservar los ecosistemas.
- Proteger una cuenca hidrográfica.
- Preservar y mejorar la biodiversidad.
- Reducir el riesgo de desastres.
- Adaptarse al cambio climático y mitigar sus efectos (Wocat, 2021).

Tipos de medidas:

Medidas vegetativas (V): formas de uso y manejo de recursos vivos (en particular, árboles y arbustos) en asociación con cultivos y animales.

- V1: cubierta de árboles y arbustos.
- V2: pastos y plantas herbáceas perennes.
- V3: despeje y desbroce de vegetación.
- V4: reemplazo o eliminación de especies extrañas o invasoras.
- V5: manejo de bosques naturales y seminaturales.
- V6: manejo de plantaciones forestales.
- V7: fomento de sistemas agroforestales.
- V8: rompevientos o cinturones de protección.
- V9: cobertura del suelo o vegetal mejorada.

Medidas de manejo (M): contribuyen al mantenimiento de los servicios, incluida la producción de cultivos, mediante la mejora de su gestión.

- M1: cambio de tipo de uso de la tierra.
- M2: cambio de gestión o nivel de intensidad.
- M3: disposición de acuerdo con el entorno natural y humano.
- M4: manejo de agua superficial (manantial, río, lagos, mar).
- M5: control o cambio de composición de especies (anual o en secuencia rotativa).
- M6: manejo de desperdicios (reciclado, reutilización o reducción).
- M7: cosecha de agua.
- M8: manejo de irrigación (incluye provisión de agua y drenaje).
- M9: manejo de agua subterránea.
- M10: protección o manejo de humedales.
- M11: manejo de desperdicios o aguas residuales.
- M12: eficiencia energética.
- M13: reducción de riesgos de desastres basada en el ecosistema.

Medidas**agronómicas (A):**

prácticas de manejo del suelo que contribuyen a mantener y recuperar su capacidad productiva.

- A1: cubierta vegetal del suelo.
- A2: materia orgánica o fertilidad del suelo.
- A3: sistema de rotación (rotación de cosecha, cosecha rotatoria con descanso, agricultura migratoria).
- A4: manejo de tierras de pastoreo.
- A5: manejo de semillas y variedades mejoradas.
- A6: manejo de residuos de cosecha.
- A7: manejo de agricultura-ganadería integrada.
- A8: mínima perturbación del suelo.
- A9: manejo integrado de la fertilidad del suelo.
- A10: medidas de pendiente transversal.
- A11: manejo integrado de plagas y enfermedades (incluye agricultura orgánica).

Medidas**estructurales:**

obras que protegen los suelos al controlar la erosión y prevenir otros procesos de degradación.

- S1: terrazas.
- S2: taludes y bancos.
- S3: acequias graduadas, canales y vías fluviales.
- S4: acequias niveladas y fosas.
- S5: diques, hondonadas y estanques.
- S6: muros, barreras, vallas y cercas.
- S7: equipo para cosechar agua o provisión de agua o irrigación.
- S8: saneamiento o estructuras para aguas residuales.
- S9: refugios para plantas y animales.
- S10: medidas de ahorro de energía.

**Metas de las prácticas MST en función de la degradación de la tierra:**

- **Prevenir** la degradación del suelo.
- **Reducir** la degradación del suelo.
- **Restaurar** o rehabilitar tierra severamente degradada.
- **Adaptarse** a la degradación del suelo.

- **Prevención:** prácticas existentes en tierras susceptibles a la degradación del suelo que mantienen los recursos naturales y sus funciones ambientales y productivas.
- **Reducción:** intervenciones orientadas a reducir la degradación actual o detener su avance. Comienzan a mejorar los recursos naturales y sus funciones; los impactos se observan a corto o mediano plazo.
- **Rehabilitación o restauración:** se requieren cuando la tierra se ha degradado a tal grado que el uso original ya no es posible y se ha vuelto prácticamente improductiva. En este caso, se requieren inversiones de mayor plazo y costo para evidenciar impactos.
- **Adaptación:** se aplica cuando la rehabilitación o restauración del estado original ya no es posible o exige recursos que superan los medios de los usuarios de la tierra. En este caso, el estado de degradación se acepta y el manejo se ajusta a esa condición (por ejemplo, adaptación a la salinidad mediante la introducción de plantas tolerantes).



Combatir la desertificación, restaurar la tierra y suelos degradados: ODS 15.3.1

La CNULD ha definido la estrategia de Neutralidad de la Degradación de Tierras (NDT) para el logro de las metas de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) a 2030 (CNULD, 2017). Esta estrategia se centra en preservar la productividad de los recursos de la tierra, apoyar las funciones y los servicios de los ecosistemas, y, en consecuencia, satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras.

El estado actual de las tierras en el mundo requiere de la atención para evitar y revertir la degradación de los suelos o, al menos, no avanzar en su deterioro. El concepto de NDT se orienta a alcanzar el equilibrio entre la nueva degradación de tierras prevista y las medidas futuras para mejorar la tierra degradada (por ejemplo, mediante la restauración de los suelos). Es decir, su objetivo es equilibrar de forma anticipada las pérdidas y las ganancias en términos de servicios y funciones de los ecosistemas que proporcionan los recursos de la tierra. Estos servicios y funciones también contribuyen a preservar o mejorar la productividad y a reforzar la resiliencia de la tierra y de las poblaciones que dependen de ella (Figura 3).

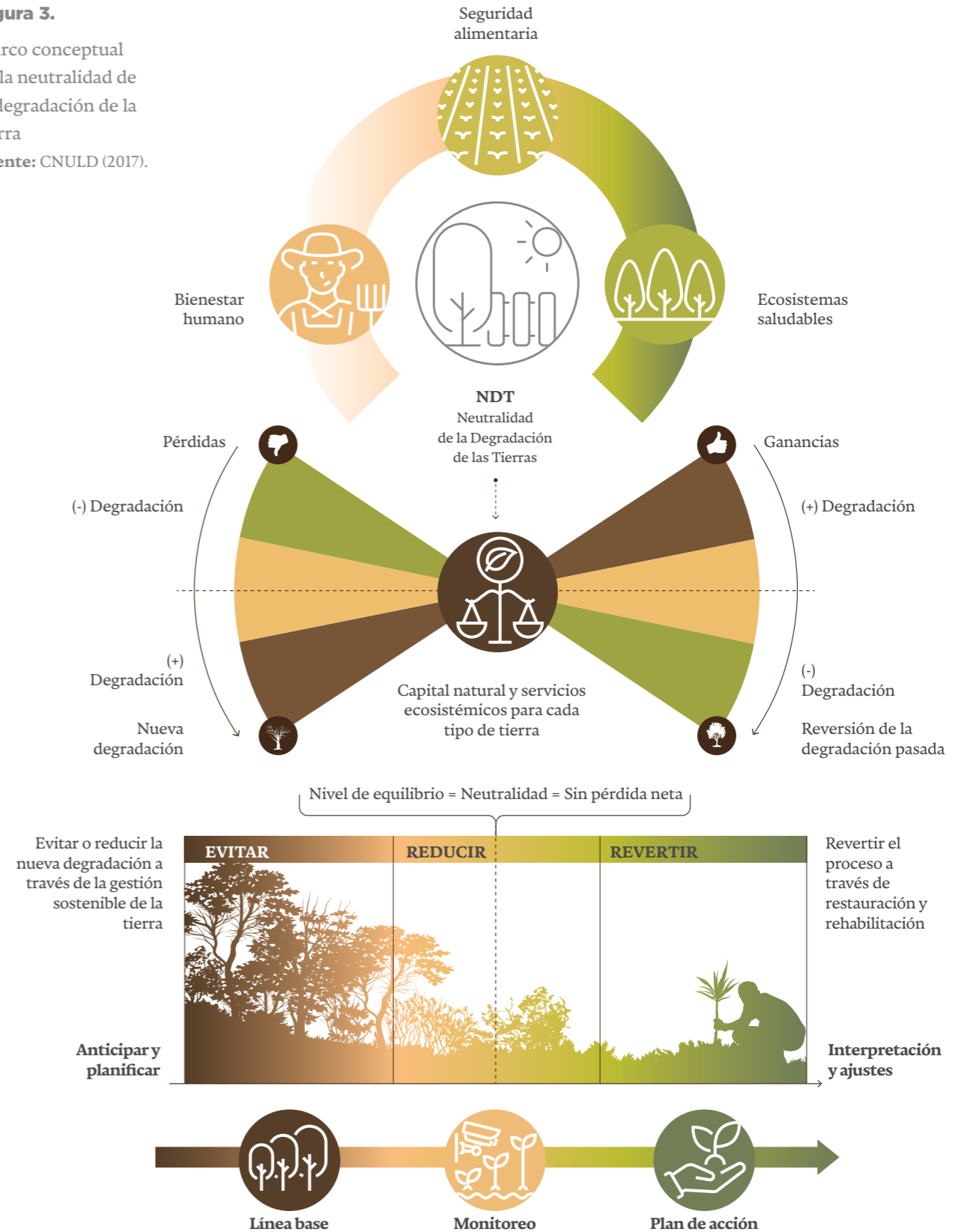
Esta estrategia propone determinar un año de referencia en cada país miembro y evaluar

la tendencia de cambio de 3 indicadores clave: cambio de coberturas de la tierra; contenido de carbono orgánico en suelos (COS); y productividad primaria, evaluada mediante el Índice de Vegetación Diferencial Normalizado (NDVI). Se espera que para el año 2030 se mantengan, en cada uno de estos indicadores, las cifras de áreas con base en el año de referencia; es decir, que no aumente la degradación, al menos en los indicadores propuestos (CNULD, 2019).

Colombia, como país miembro de la CNULD, definió metas voluntarias y concentró sus acciones en las regiones Caribe y Andina, en áreas de interés de la desertificación que corresponden a zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas con procesos actuales de degradación de suelos.



Figura 3. Marco conceptual de la neutralidad de la degradación de la tierra. Fuente: CNULD (2017).



Capítulo III

Metodología

Metodología general

El proceso metodológico para abordar los lineamientos para la gestión sostenible de la degradación de los suelos por desertificación parte de la identificación de unidades espaciales homogéneas de degradación en las zonas de desertificación en Colombia (Figura 4) y considera las siguientes etapas:



Identificación de tierras áridas, semiáridas (muy secas y secas) y subhúmedas secas.



Delimitación de zonas con degradación de suelos en tierras áridas, semiáridas (muy secas y secas) y subhúmedas secas.



Modelación de la susceptibilidad de los suelos a la desertificación.



Con estos insumos, **construir** unidades homogéneas para la gestión sostenible.



Conformación de grupos específicos de manejo sostenible.



Identificación de causas de degradación de suelos por desertificación.



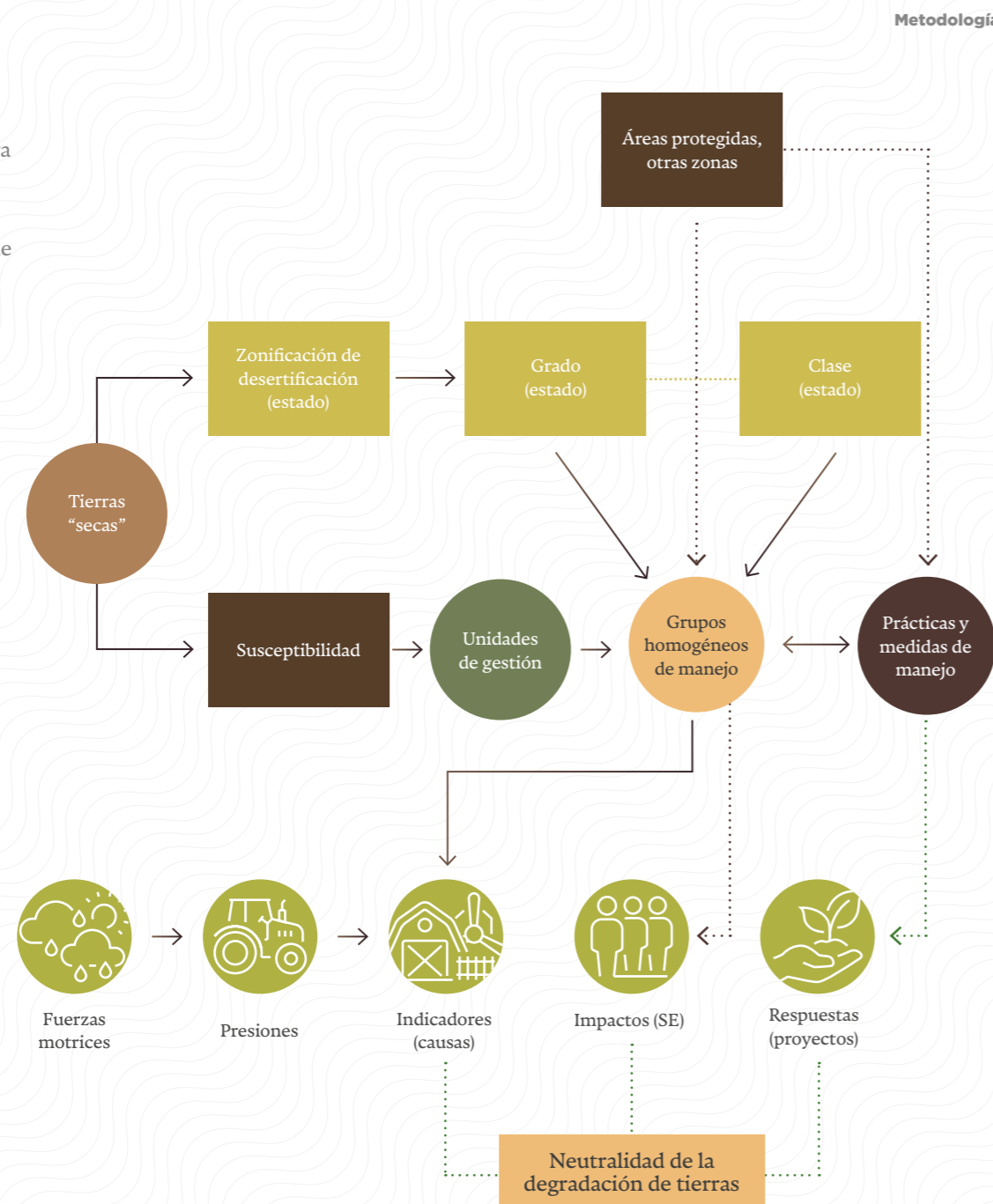
Relacionar prácticas de manejo sostenible de tierras para cada grupo de manejo.



Definición de lineamientos y recomendaciones de prácticas en cada uno de los grupos homogéneos de manejo.

Figura 4.

Metodología general para definir los lineamientos técnicos para la gestión sostenible en las zonas de desertificación del país



De acuerdo con la definición de desertificación, este proceso se desarrolla en tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas. Para Colombia, el Ideam elaboró un modelo cartográfico que permitió identificar y zonificar estas zonas. En consecuencia, se cuenta con la zonificación nacional de tierras áridas, semiáridas (secas y muy secas) y subhúmedas secas, a escala 1:100.000.

Con base en este mapa, el Ideam elaboró la zonificación del estado actual de la degradación de suelos por desertificación para el año 2020, a escala 1:100.000 (Ideam, 2025), en la que se identifica el tipo, la clase y el grado o intensidad del proceso. Esta zonificación permite definir el origen de la degradación (natural, antrópico o mixto), la dominancia del proceso (físico, químico, biológico o mixto) y su intensidad (ligero, moderado, severo o muy severo).

Asimismo, el Ideam elaboró un modelo de susceptibilidad de los suelos a la degradación por desertificación, en el que consideró más de 24 variables relacionadas con factores de clima, suelos, geomorfología, cobertura terrestre y uso de la tierra, entre otros. El resultado de la implementación del modelo espacial generó una zonificación con categorías que van de muy baja a muy alta susceptibilidad.

Con estos insumos se realizó el proceso de construcción de unidades espaciales homogéneas para la gestión de la desertificación. Este proceso se desarrolla inicialmente mediante la relación entre las categorías del grado actual de degradación por desertificación y las categorías de susceptibilidad y áreas protegidas. De esta forma se construyen las unidades espaciales homogéneas, teniendo en cuenta su finalidad: preservación, mitigación, restauración, rehabilitación, recuperación o adaptación.

Una vez definidas las unidades homogéneas, estas se combinan con las categorías de "clase" de degradación por desertificación y se subdividen para conformar los grupos homogéneos de manejo (GHM). Por tanto, estos se caracterizan por el "grado" y la "clase" del estado actual de degradación, el nivel de susceptibilidad a la desertificación y la condición de encontrarse dentro o fuera de un área protegida.

Para cada uno de los grupos homogéneos de manejo se elabora un análisis correlacional con los distintos indicadores de fuerzas motrices y presiones (causas) de la degradación de los suelos en estas zonas. Con base en este análisis, para cada GHM se formulan lineamientos de prácticas de gestión según: i) el propósito, ii) los grupos de medidas y iii) las medidas específicas. Esta información se presenta en un modelo de ficha técnica que se acompaña de su estadística por unidades de referencia (departamentos, autoridades ambientales y zonas hidrográficas) y del respectivo mapa en el que se ubican.



Descripción de los insumos para la construcción de unidades de gestión y grupos homogéneos de manejo

Colombia cuenta con los siguientes insumos:

- Zonificación de **tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas**.
- Zonificación de la **susceptibilidad de los suelos a la desertificación**.
- Zonificación de la **degradación de suelos por desertificación (tipo, clase y grado)**.
- Zonas del **Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)**.

A continuación, se describe de forma sintética cada uno de ellos. Para mayores detalles puede consultarse el Estudio Nacional de Degradación de Suelos por Desertificación (Ideam, 2026).



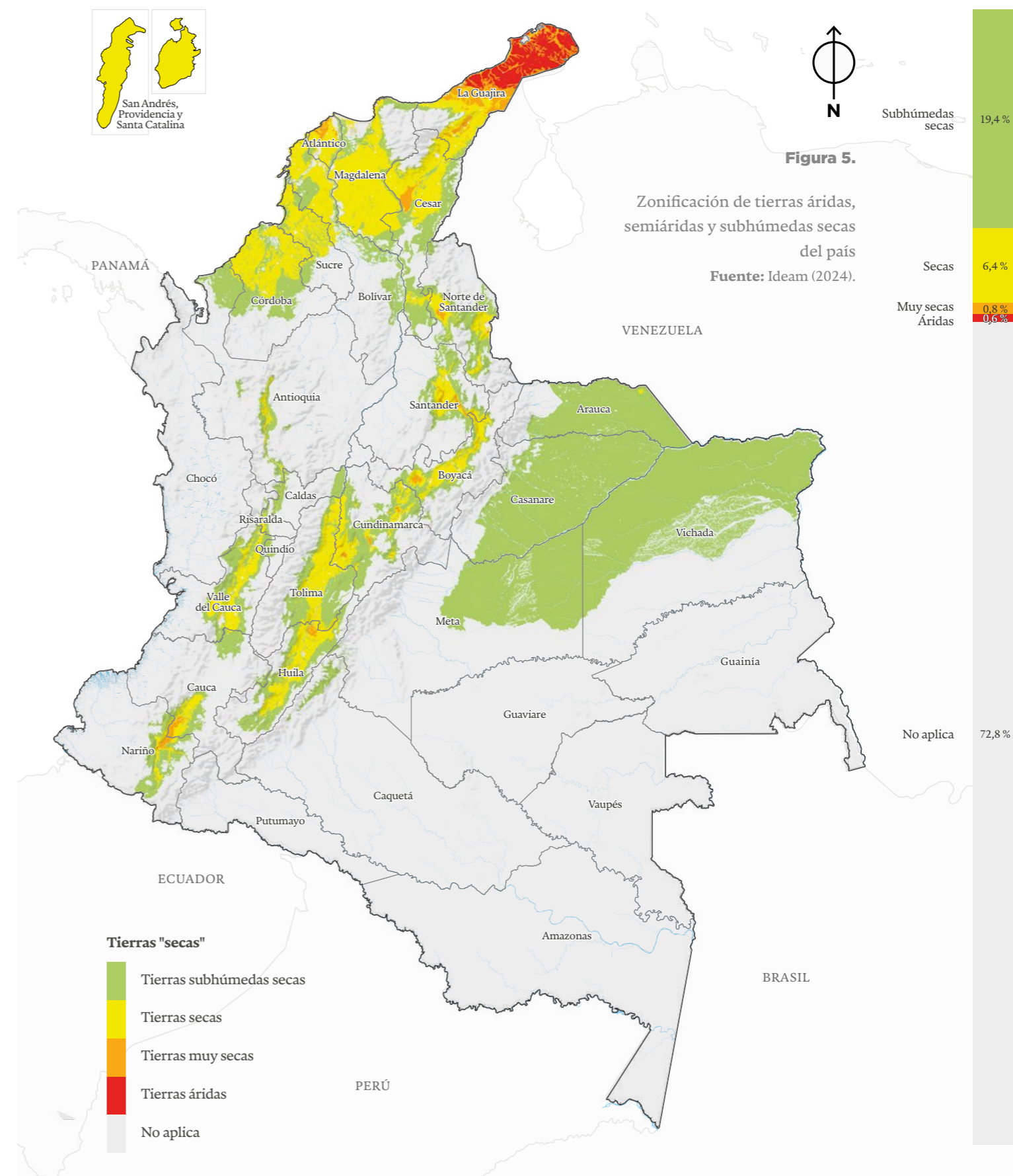
Tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas en Colombia

De acuerdo con la CNULD, es necesario definir las tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas, donde ocurre el proceso de desertificación. *El Protocolo de Degradación de Suelos por Desertificación* (Ideam, 2019) indica que el clima por sí solo no basta para caracterizar las condiciones secas; también inciden las posiciones geomorfológicas, las propiedades del suelo y las características de los ecosistemas, en particular los biomas. Incluso en los análisis climáticos se deben considerar estadísticas mensuales o trimestrales de las variables meteorológicas que aportan información sobre comportamientos asociados a condiciones de sequedad.

En este sentido, la identificación de tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas se desarrolló mediante un modelo conceptual y cartográfico que integre factores y variables relacionados con clima, suelos, ecosistemas y

geomorfología, para lo cual se establecen criterios de modelación cartográfica. Para la formulación e implementación de este modelo se recopiló cartografía temática oficial e información secundaria disponible a escala 1:100.000, con la cual se realiza la identificación de estas zonas.

El resultado de la implementación y análisis de este modelo fue la identificación y zonificación de zonas áridas, semiáridas (secas y muy secas) y subhúmedas secas (Ideam, 2024). En Colombia, estas corresponden a 30.947.350 hectáreas, lo que equivale al 27,2 % del territorio nacional. De acuerdo con el mapa actualizado a 2024, las tierras áridas ocupan el 0,6 % (736.574 ha), las muy secas el 0,8 % (865.252 ha), las secas el 6,4 % (7.328.549 ha) y las subhúmedas secas el 19,4 % (22.016.969 ha). Estas zonas se distribuyen principalmente en las áreas hidrográficas Magdalena-Cauca, Caribe y Orinoco (Figura 5).



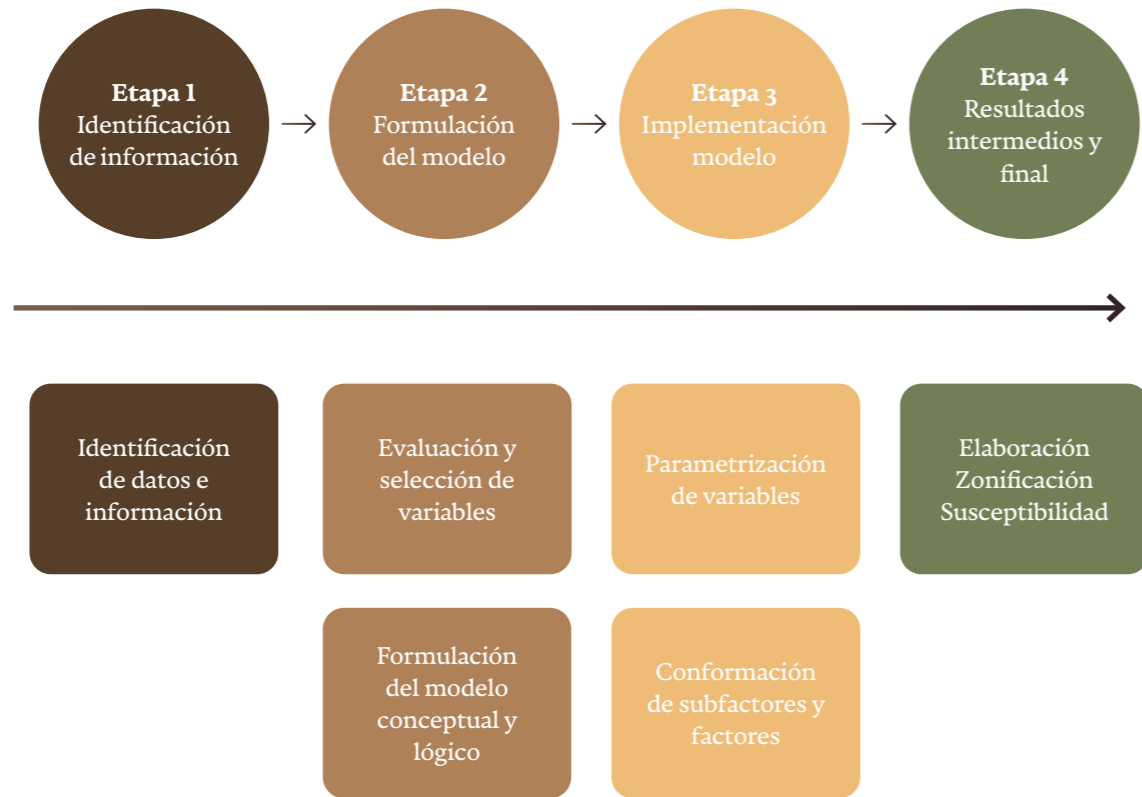
Susceptibilidad a la degradación de suelos por desertificación

La susceptibilidad corresponde a la propensión de las tierras a presentar procesos de degradación por desertificación debido a las características intrínsecas del territorio (clima, suelos, biomas, geomorfología y cobertura terrestre), antrópicas (sistemas de uso) y algunos procesos de degradación actual. La susceptibilidad a la degradación de suelos por desertificación sirve para generar alertas

tempranas que permiten prevenir, mitigar o adaptarse a estos procesos.

La metodología para elaborar la zonificación de la susceptibilidad de los suelos a la desertificación se fundamenta en un modelo cartográfico basado en el análisis espacial de variables, subfactores y factores que inciden de forma directa en el proceso. La metodología se desarrolló en 4 etapas (ver Figura 6).

Figura 6. Procedimiento metodológico para elaborar el modelo de susceptibilidad de los suelos a la desertificación
Fuente: Ideam (2021).



La implementación del modelo se estructuró en tres análisis: definición de factores que inciden en la desertificación, agrupación por subfactores e identificación de variables. Se definieron seis factores claves: clima,

geomorfología, suelos, ecosistemas, coberturas y usos de la tierra, y estado actual de degradación. Estos se subdividieron en 18 subfactores y se utilizaron 32 variables, tal como se muestra en la Figura 7.

32 VARIABLES

FACTORES

SUBFACTORES

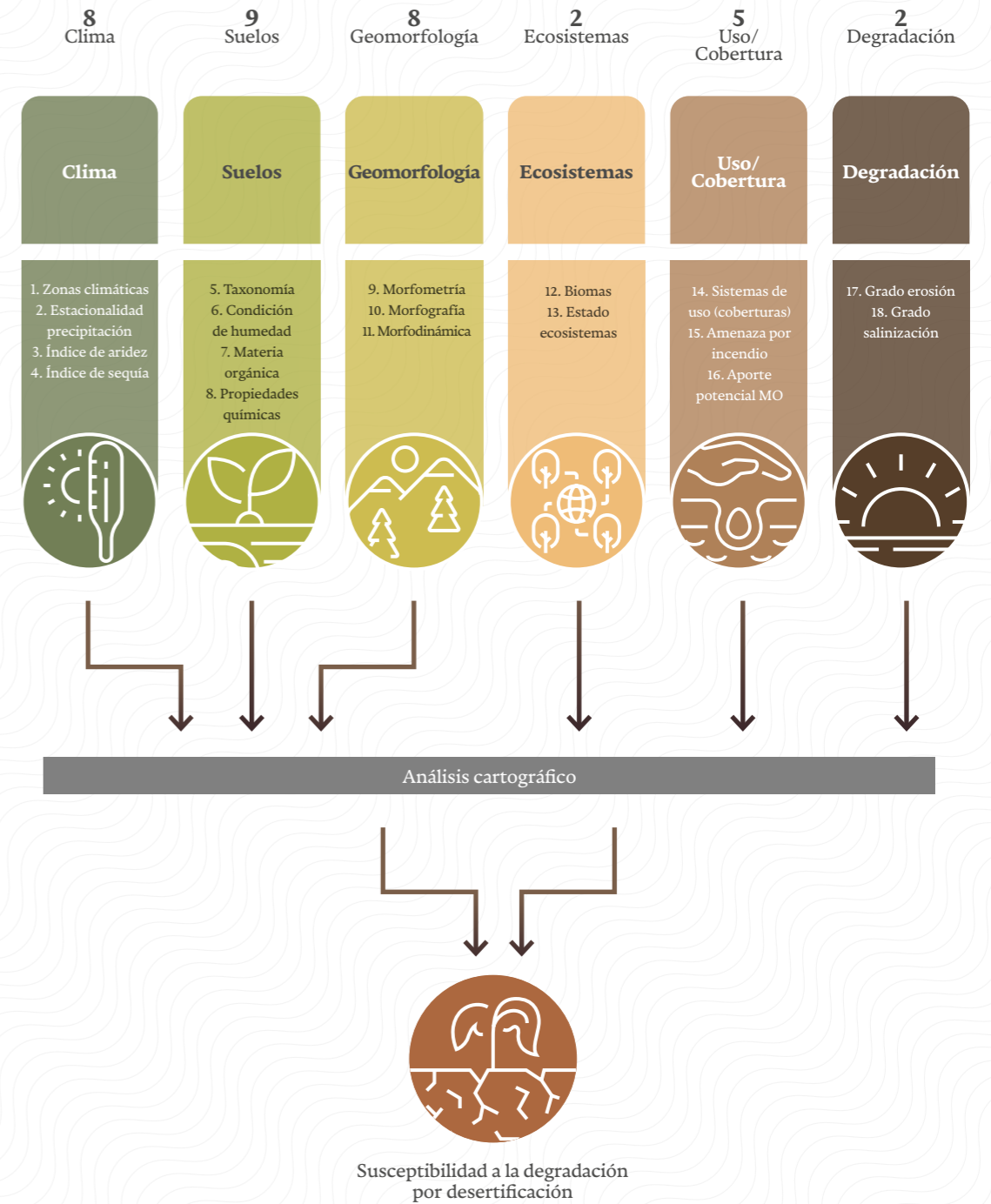
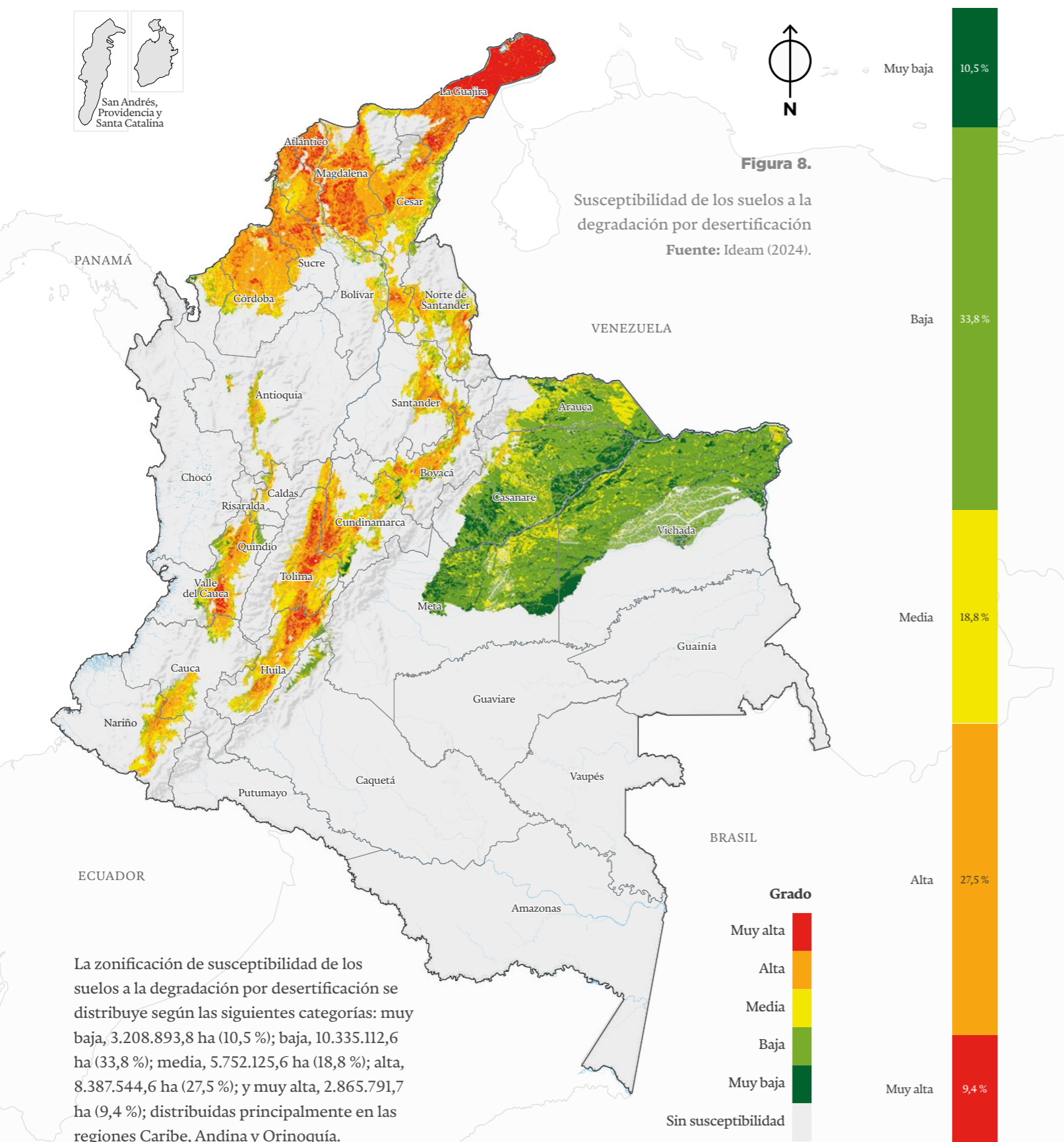


Figura 7. Variables y factores para determinar la susceptibilidad de los suelos a la desertificación
Fuente: Ideam (2021).

Los resultados de la implementación y análisis del modelo fueron la zonificación de la susceptibilidad de los suelos a la degradación por

desertificación, con sus respectivas estadísticas. En la siguiente figura, se presenta el mapa de la zonificación con sus respectivas categorías desde muy baja hasta muy alta.



La zonificación de susceptibilidad de los suelos a la degradación por desertificación se distribuye según las siguientes categorías: muy baja, 3.208.893,8 ha (10,5 %); baja, 10.335.112,6 ha (33,8 %); media, 5.752.125,6 ha (18,8 %); alta, 8.387.544,6 ha (27,5 %); y muy alta, 2.865.791,7 ha (9,4 %); distribuidas principalmente en las regiones Caribe, Andina y Orinoquía.

Zonificación de la degradación de suelos por desertificación

La zonificación de la degradación de suelos por desertificación representa de forma espacial el estado actual de los suelos en las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del territorio nacional, afectadas por procesos de degradación física, química y biológica, que se expresan en

una o varias categorías según tipo, clase y grado. La metodología para elaborar esta zonificación se basa en análisis espaciales mediante insumos cartográficos asociados a la degradación de suelos en el país. El proceso metodológico general consistió en:



A. Construcción o revisión de la zonificación de cada uno de los procesos de degradación de suelos: físico (erosión), químico (salinización) y biológico (pérdida de materia orgánica), a nivel nacional.



B. Análisis espaciales de integración de los mapas de los diferentes procesos de degradación actual; este análisis se realizó mediante métodos de calificación de integración de 2 o más variables, a través de árboles de decisión, lo que permite identificar zonas con procesos acumulativos o con sinergias entre ellos.

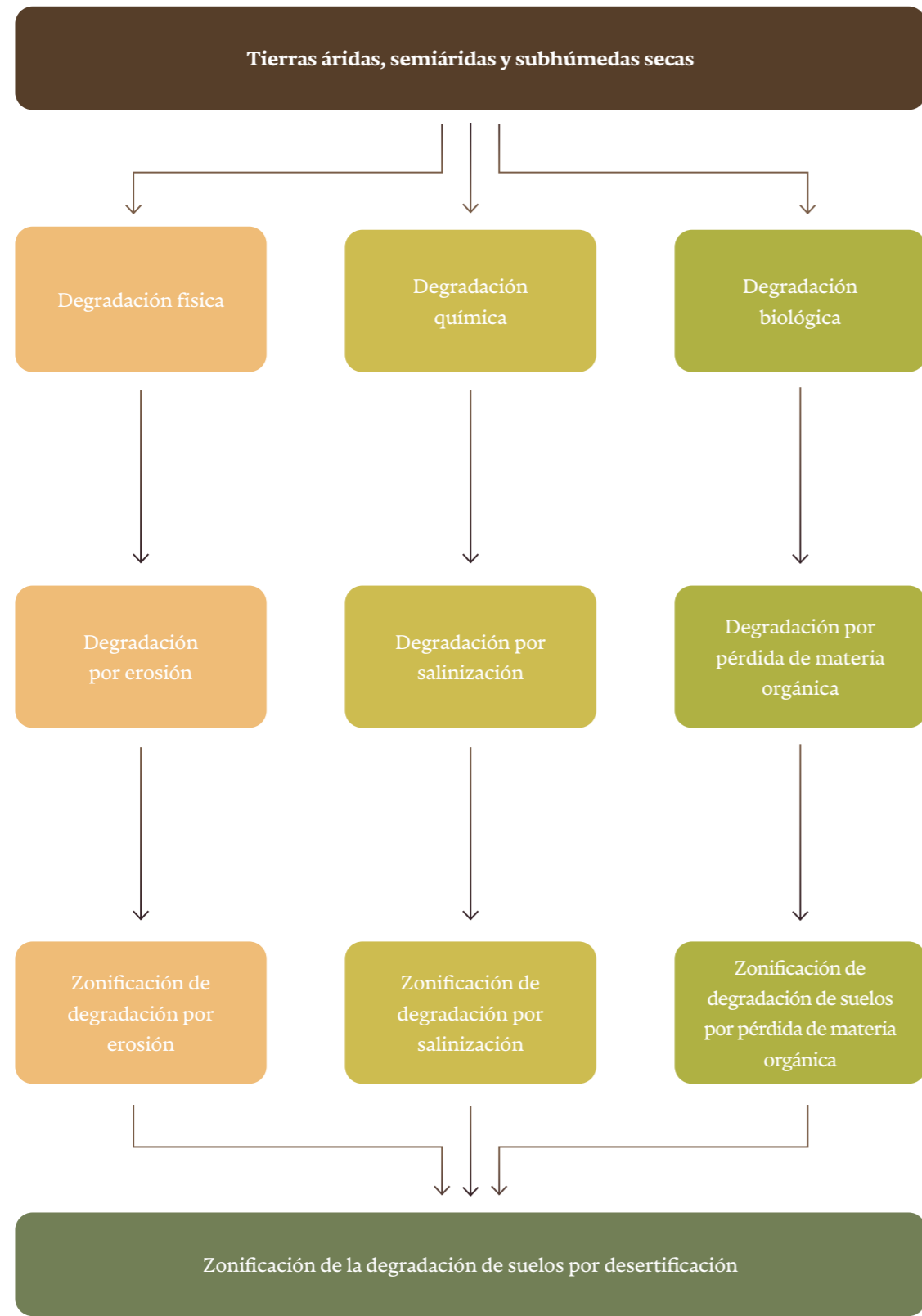


C. Construcción integral de la capa de análisis espacial, definición de las categorías y calificación correspondiente.

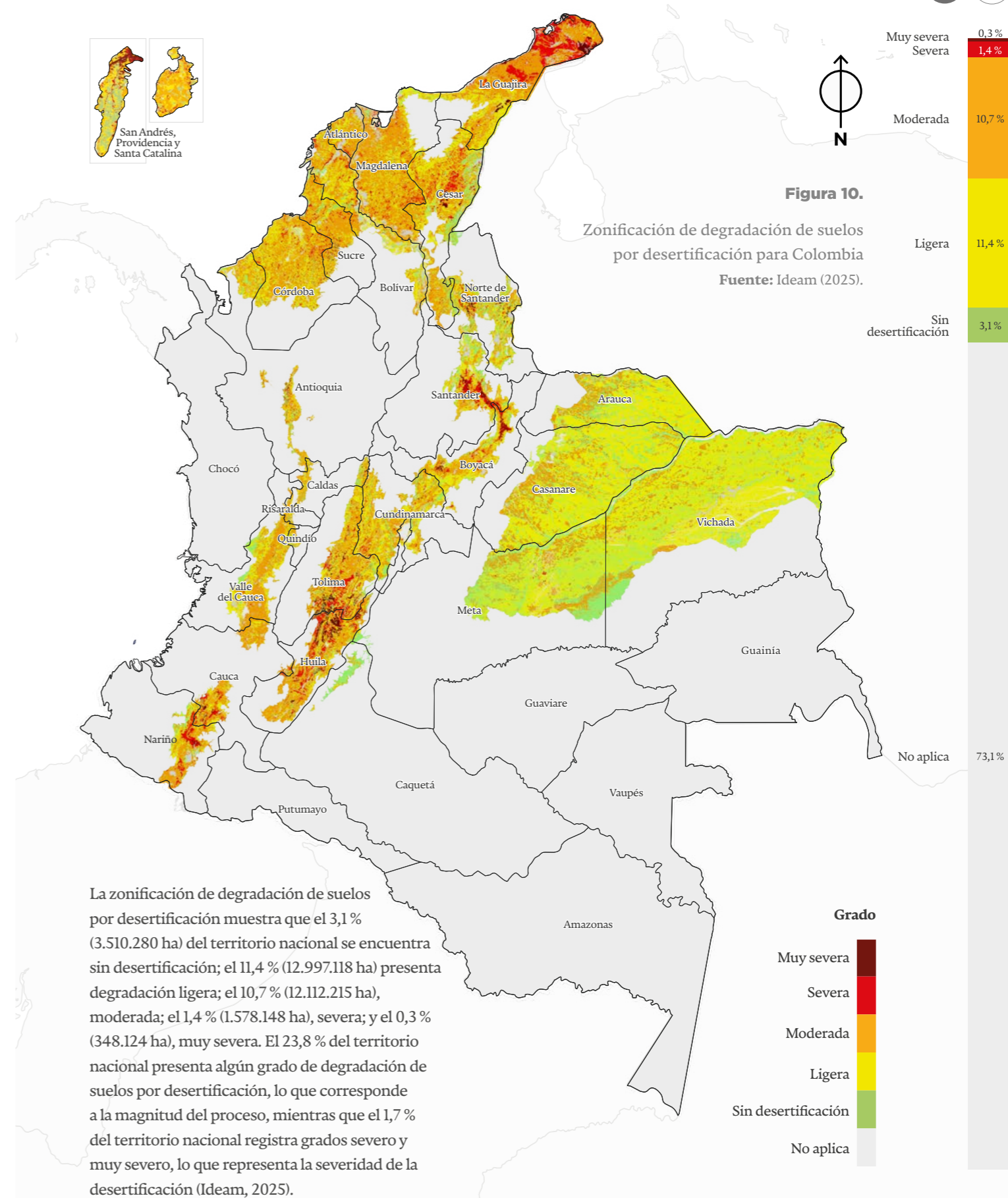


D. Generación del mapa de zonificación de degradación de suelos por desertificación y su respectiva leyenda.

Figura 9. Metodología general para elaborar la zonificación de degradación de suelos por desertificación. Fuente: Ideam (2025).



Los resultados de la implementación de la metodología basada en la acumulación y sinergia de los tres procesos de degradación se presentan en la Figura 10.



Identificación de las unidades de gestión

Medidas agronómicas: prácticas de manejo del suelo que contribuyen a mantener y recuperar su capacidad productiva.

Para la definición de las unidades de gestión se realizó una correlación entre las unidades de degradación por desertificación, considerando el “grado”, y las categorías de manejo utilizadas en el sector ambiental

(MADS, 2014) y por el World Overview of Conservation Approaches and Technologies (Wocat) (preservación, protección, mitigación, restauración, rehabilitación, recuperación y adaptación) (ver Tabla 1).

Tabla 1. Categorías para la gestión sostenible de suelos

Símbolo	Categoría de gestión	Estado y susceptibilidad a la degradación
PV	1 Preservación	Sin desertificación Ligera y susceptibilidad muy alta
PR	2 Protección (en áreas protegidas)	Sin desertificación Ligera y susceptibilidad muy alta Dentro de áreas legalmente protegidas
MT	3 Mitigación	Ligera Moderada y susceptibilidad muy alta
RS	4 Restauración (en áreas protegidas)	Ligera, moderada, severa Dentro de áreas legalmente protegidas
RH	5 Rehabilitación	Moderada Severa y susceptibilidad muy alta
RC	6 Recuperación	Severa Muy severa y susceptibilidad alta y muy alta
AD	7 Adaptación	Muy severa Severa y susceptibilidad muy alta

A continuación, se presenta la definición y las principales características de cada una de las categorías de gestión para contrarrestar el proceso de desertificación.

Preservación

Considera zonas sin procesos de degradación de suelos; generalmente corresponden a áreas con coberturas vegetales naturales o con muy poca alteración, tales como bosques, arbustales y herbazales, donde no hay actividades productivas que ocasionen pérdida de suelo. Las acciones de manejo deben orientarse a prevenir la desertificación. En esta categoría se han incorporado áreas sin desertificación con susceptibilidad de muy baja a alta.

Protección

Presenta características similares a la unidad de preservación, pero corresponde a áreas ubicadas dentro de distintas categorías de áreas legalmente protegidas. Las acciones de manejo en esta categoría deben centrarse en evitar y prevenir la degradación y la desertificación. Los sectores transformados y degradados dentro de áreas protegidas serán objeto de restauración ecológica o productiva, según el plan de manejo específico, y se incorporan a la unidad de gestión de restauración.

Mitigación

Comprende zonas con procesos de degradación de suelos en grado ligero, que generalmente corresponden a áreas con baja intervención o transformación, cubiertas por bosques fragmentados, vegetación secundaria y algunos mosaicos de vegetación natural con pastos o cultivos. Las acciones en esta unidad de gestión se dirigen a reducir la degradación actual o prevenir su avance, con el propósito de mantener los recursos naturales y sus funciones y servicios esenciales. Estas acciones generan resultados que suelen percibirse en el corto o mediano plazo. El objetivo de esta unidad de gestión es garantizar la conservación de los recursos naturales, preservando sus funciones ecológicas y su capacidad productiva.

También abarca zonas que, aunque se encuentran en condiciones naturales, presentan alta susceptibilidad a la desertificación. Por tanto, se han incorporado en esta unidad zonas con degradación ligera y susceptibilidad de muy baja a alta, así como sectores sin desertificación, pero con susceptibilidad muy alta.

Rehabilitación

En esta categoría se incorporan tierras transformadas, normalmente destinadas a actividades productivas, con manifestaciones visibles de degradación de suelos. Se busca restablecer de manera parcial los elementos estructurales y funcionales del suelo, así como su productividad y servicios, mediante la implementación de prácticas de manejo.

En esta categoría se han incorporado zonas con desertificación en grado moderado y susceptibilidad de muy baja a media; además, zonas con grado ligero y susceptibilidad muy alta.

Recuperación

Comprende tierras altamente transformadas que se han degradado hasta el punto en que los usos productivos ya no son posibles o se han vuelto poco productivos. Las acciones se encaminan a reconstruir los servicios del suelo, sin pretender retornarlo a su estado inicial, pero al menos a una condición productiva. Puede incluir técnicas para el “retorno de las tierras a lo que se consideraría un propósito útil dentro del contexto productivo” (MADS, 2014) o actividades para la estabilización ecológica o el mejoramiento estético. En este caso, se requieren inversiones de mayor plazo y costo para recuperar estas zonas.

La categoría de recuperación considera áreas con degradación severa y susceptibilidad a la desertificación de muy baja a alta, así como áreas con grado moderado y susceptibilidad alta y muy alta.

Restauración

Esta categoría comprende sectores ubicados dentro de áreas legalmente protegidas que se encuentran transformados y degradados y que, por tanto, requieren acciones de restauración para cumplir las funciones derivadas de la categoría de protección correspondiente. Las actividades pueden abarcar desde la revegetalización hasta la reconstrucción del suelo y la reconfiguración geomorfológica, según el estado actual de degradación. En esta unidad se incluyen zonas con grados desde ligero hasta muy severo y con distintos niveles de susceptibilidad, dentro de áreas legalmente protegidas.

De acuerdo con el grado de degradación actual, se han definido 3 unidades de gestión de restauración: 1) para zonas con grado ligero, 2) para zonas con grado moderado y 3) para zonas con grado severo y muy severo.

Adaptación

Se aplica cuando la rehabilitación o recuperación del estado original de la tierra no es posible o requiere recursos que superan los medios de los usuarios. Esto implica que el estado avanzado de degradación del suelo se acepta y el manejo se ajusta a esta condición (por ejemplo, adaptación a la salinidad mediante la introducción de plantas tolerantes a la sal). Las zonas incluidas en la unidad de manejo de adaptación corresponden, por lo general, a áreas con degradación muy severa, así como a zonas con grado severo y susceptibilidad muy alta.

El análisis de relación entre el estado o grado de desertificación y el nivel de susceptibilidad generan las distintas unidades de manejo, según los criterios definidos en la siguiente tabla.

Tabla 2. Definición de unidades de gestión según la relación entre grado de desertificación y susceptibilidad

Estado actual	Susceptibilidad				
	Muy baja	Baja	Media	Alta	Muy alta
Sin desertificación	Preservación / Protección (en AP)				
Ligera	Mitigación / Restauración1 (en AP)				
Moderada	Rehabilitación / Restauración2 (en AP)				
Severa	Recuperación / Restauración3 (en AP)				
Muy severa	Adaptación				

Conformación de grupos homogéneos de manejo (GHM)

La conformación de los grupos homogéneos de manejo (GHM) se realiza como una subdivisión de las unidades de gestión, mediante la agrupación de las categorías de “clase de desertificación”, representadas en los procesos específicos de degradación: físico (erosión), químico (salinización), biológico (pérdida de materia orgánica) o mixto. La agrupación de las clases se efectúa mediante la asignación de un número (1, 2, 3, 4), que se asigna a cada unidad de gestión. En la siguiente tabla se presentan los criterios de agrupación de las clases, con el fin de conformar los grupos homogéneos de manejo.

Tabla 3. Agrupación de las distintas clases de degradación de suelos por desertificación para la conformación de los grupos homogéneos de manejo

Clase de desertificación	# GM
Sin desertificación	1
Biológica	1
Física	2
Física biológica	2
Química	3
Química biológica	3
Física química	4
Física química biológica	4

La combinación de las distintas unidades de gestión con la agrupación de las clases de degradación de suelos por desertificación da como resultado los grupos homogéneos de manejo. En términos de agrupación, podrían surgir 29 grupos de manejo (ver Tabla 4); sin embargo, el resultado final del análisis permitió conformar, en términos prácticos, 18 grupos homogéneos de manejo.

Tabla 4. Conformación de grupos homogéneos de manejo, según clase de desertificación y unidades de gestión

Clase	Unidades de gestión						
	PR	PV	MT	RH	RC	RS	AD
Sin desertificación	PR-1	PV-1	MT-1				
Biológica			MT-1	RH-1	RC-1	RS-1	
Física			MT-2	RH-2	RC-2	RS-2	AD-2
Física biológica			MT-2	RH-2	RC-2	RS-2	AD-2
Química			MT-3	RH-3	RC-3	RS-3	AD-3
Química biológica			MT-3	RH-3	RC-3	RS-3	AD-3
Física química				RH-4	RC-4		AD-4
Física química biológica				RH-4	RC-4		AD-4

Capítulo IV

Lineamientos técnicos por unidad de gestión de suelos

De acuerdo con la definición de las unidades de gestión y la conformación de grupos de manejo para combatir los procesos de degradación de suelos por desertificación, se elaboró una ficha para cada grupo de manejo, en la que se presenta su descripción, los principales procesos de degradación de suelos, las causas más relevantes, las estadísticas por unidad de referencia (departamentos, autoridades ambientales y

áreas hidrográficas), las prácticas de manejo recomendadas y el mapa de localización de las zonas correspondientes.

Se definieron 7 unidades de gestión y 18 grupos homogéneos de manejo. En la siguiente tabla se presenta la distribución de las unidades por superficie y porcentaje en las zonas objeto de la desertificación (tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas).

Tabla 5. Unidades y grupos de manejo para gestionar la degradación de suelos por desertificación

Unidad de gestión	Grupo de manejo	Área (ha)	% ZOD
Preservación	PV-1	3.154.412,2	10,3 %
	PR-1	357.428,8	1,1 %
Protección	MT-1	1.756.611,0	5,7 %
	MT-2	8.886.118,2	29,0 %
	MT-3	1.000.214,2	3,2 %
Mitigación	RS-1	393.526,8	1,2 %
	RS-2	1.063.266,1	3,4 %
	RS-3	455.576,2	1,5 %
Restauración	RH_1	754.298,6	2,4 %
	RH_2	3.276.183,4	10,7 %
	RH_3	293.097,8	0,9 %
	RH_4	75.728,9	0,2 %
Rehabilitación	RC_1	3.413.204,3	11,1 %
	RC_2	2.506.777,3	8,2 %
	RC_3	1.627.570,7	5,3 %
	RC_4	521.766,3	1,7 %
Recuperación	AD_2	508.091,8	1,6 %
	AD_4	510.859,3	1,6 %
Adaptación			
Total		30.554.732,5	100,0 %

*ZOD: zonas objeto de desertificación (tierras áridas, semiáridas y subhúmedas secas).



A continuación, se presentan las fichas con la descripción de cada grupo de manejo.

PRESERVACIÓN	PROTECCIÓN	MITIGACIÓN	RESTAURACIÓN	REHABILITACIÓN	RECUPERACIÓN	ADAPTACIÓN
<p>Esta unidad de gestión brinda lineamientos que permiten evitar que los suelos pierdan sus funciones esenciales y asegurar su sostenibilidad a largo plazo, preservando tanto sus funciones ecológicas como su biodiversidad.</p> <p>PV-1 Preservación en áreas sin desertificación</p>	<p>Esta unidad de gestión brinda lineamientos para áreas legalmente protegidas que permitan prevenir el deterioro del suelo y mantener sus funciones ecológicas.</p> <p>PR-1 Protección en zonas sin desertificación y dentro de áreas protegidas</p>	<p>Esta unidad brinda lineamientos de gestión que permiten reducir los impactos o frenar los procesos que deterioran la calidad y funcionalidad del suelo, asegurando que continúe desempeñando sus funciones ecológicas, productivas y socioeconómicas.</p> <p>MT-1 Mitigación en áreas con procesos de degradación biológica</p> <p>MT-2 Mitigación en áreas con procesos de degradación física y física biológica</p> <p>MT-3 Mitigación en áreas con procesos de degradación química y química-biológica</p>	<p>Esta unidad de gestión se enfoca en las acciones a desarrollar en áreas protegidas, en particular en zonas con disturbios o transformación que requieren actividades para la restauración de los ecosistemas y el cumplimiento de los propósitos de cada área protegida. Los lineamientos de manejo se orientan a revertir los procesos de degradación para recuperar las funciones ecológicas, productivas y económicas del suelo y los ecosistemas, según cada proceso y su grado de intensidad.</p> <p>RS-1 Restauración en áreas protegidas, en sectores con grado ligero de desertificación y procesos de degradación biológica</p> <p>RS-2 Restauración en áreas protegidas, en sectores con distintos grados de desertificación y procesos de degradación física y física biológica</p> <p>RS-3 Restauración en áreas protegidas con grados de desertificación ligera y moderada y procesos de degradación química y biológica</p>	<p>Esta unidad de gestión comprende aquellas zonas con problemas de degradación de suelos en grado moderado por distintos procesos, que requieren acciones integrales para recuperar sus servicios y capacidad productiva.</p> <p>RH-1 Rehabilitación en áreas con procesos de degradación biológica</p> <p>RH-2 Rehabilitación en áreas con procesos de degradación física y física biológica</p> <p>RH-3 Rehabilitación en áreas con procesos de degradación química y química biológica</p> <p>RH-4 Rehabilitación en áreas con procesos de degradación física, química y física química biológica</p>	<p>Esta unidad de gestión comprende tierras muy transformadas en las que la degradación de los suelos ha alcanzado un nivel tal que los usos productivos ya no son posibles o se han vuelto poco productivos y los servicios ambientales del suelo están fuertemente afectados. En esta unidad se deben implementar acciones orientadas a reconstruir los servicios del suelo (sin pretender llevarlo a su estado original), que permitan el retorno a actividades productivas sostenibles; también puede incluir acciones para la estabilización ecológica o el mejoramiento estético. Estas acciones requieren inversiones a mayor plazo y costo para recuperar estas zonas.</p> <p>RC-1 Recuperación en áreas con procesos de degradación biológica</p> <p>RC-2 Recuperación en áreas con procesos de degradación física y física biológica</p> <p>RC-3 Recuperación en áreas con procesos de degradación química y química biológica</p> <p>RC-4 Recuperación en áreas con procesos de degradación física, química y física química biológica</p>	<p>Esta unidad de gestión agrupa suelos que presentan problemas de degradación avanzados, generalmente en grado muy severo o severo y con susceptibilidad muy alta a la desertificación. En estas zonas, los procesos de recuperación o restauración requieren esfuerzos de tal magnitud que los recursos necesarios son muy altos e insuficientes, o ya no es posible su recuperación. Los lineamientos de manejo que se proponen en esta unidad corresponden a medidas de adaptación a las características actuales de los terrenos, junto con acciones de recuperación aplicadas a pequeños sectores que contribuyan a la reconstrucción paulatina del suelo y sus servicios ambientales.</p> <p>AD-2 Adaptación en áreas con procesos de degradación física y biológica</p> <p>AD-4 Adaptación en áreas con procesos de degradación física, química y biológica</p>

PRESERVACIÓN

PV-1

Preservación en áreas sin desertificación

3.154.412,2 ha

equivalente al 10,3 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones de Orinoquía y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas no evidencian procesos actuales de degradación del suelo por desertificación. Actualmente, se encuentran bajo coberturas naturales arbóreas, arbustivas o herbáceas, como bosques, arbustales, vegetación de páramo o sabanas; también incluyen algunos sectores con bosques fragmentados o vegetación secundaria, que eventualmente podrían requerir acciones de prevención, especialmente en áreas con alta susceptibilidad debido a sus condiciones biofísicas o ecológicas. Estas áreas se ubican fuera de las áreas legalmente protegidas.

2. Procesos de degradación

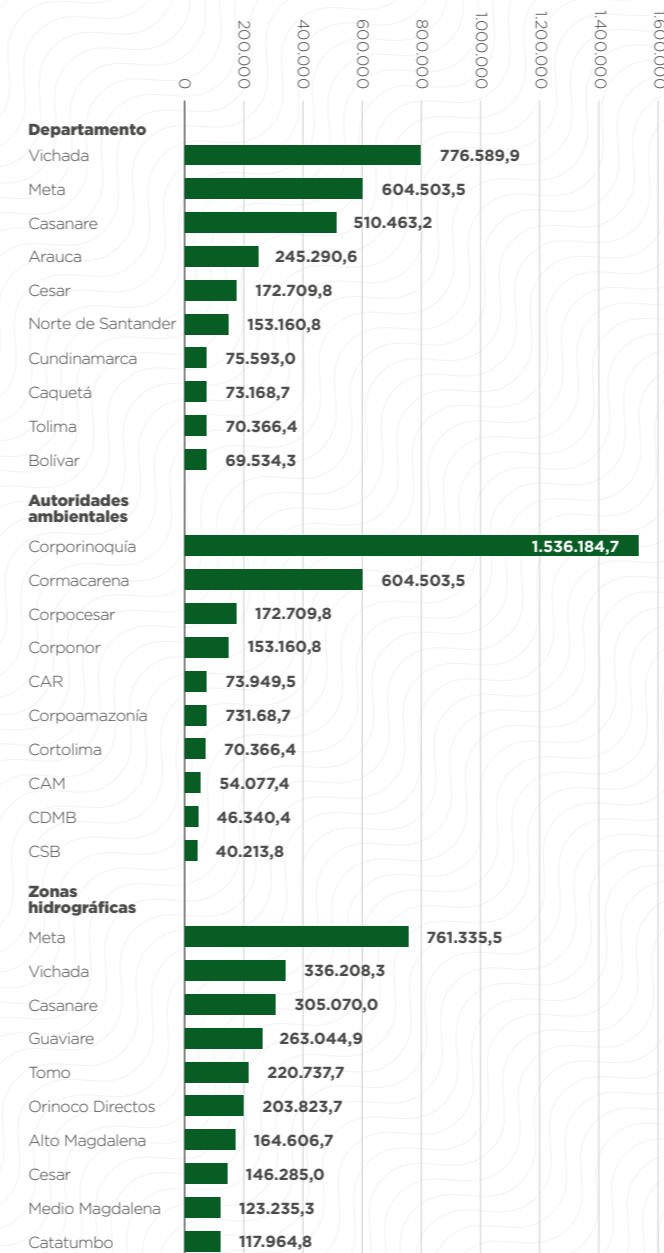
Sin procesos de degradación de suelos o con pequeños sectores con degradación ligera. Ocasionalmente pueden presentarse otros procesos de degradación.

3. Causas de la degradación

En términos prácticos, por no tener procesos de degradación no se identifican causas directas. Sin embargo, estas zonas pueden estar influenciadas por presiones como:

- Deforestación selectiva
- Establecimiento (invasión) de pequeñas parcelas de cultivos y ganadería
- Sequías extremas y variabilidad climática

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Protección de humedales y bosques nativos para mejorar el almacenamiento de carbono, proteger la biodiversidad y estabilizar el ciclo hidrológico
- Reemplazo de especies foráneas e invasoras
- Reducción de riesgos de desastres basados en el ecosistema

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas de manejo

Medidas de gestión / manejo

- Control invasión e ilegalidad
- Protección de humedales y bosques nativos para mejorar el almacenamiento de carbono, proteger la biodiversidad y estabilizar el ciclo hidrológico
- Reemplazo de especies foráneas e invasoras
- Reducción de riesgos de desastres basados en el ecosistema



6. Recomendaciones

Se recomienda fomentar proyectos y prácticas de conservación que permitan aumentar el contenido de materia orgánica, mejorar la estructura del suelo, su capacidad de retención de agua, la absorción de carbono y el aumento de las comunidades bióticas del suelo. Identificar programas para la gestión del riesgo de desastres naturales e involucrar a las comunidades locales en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Establecer estrategias entre las corporaciones autónomas regionales, las gobernaciones, la academia y demás entidades regionales para elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras.



7. Representación cartográfica

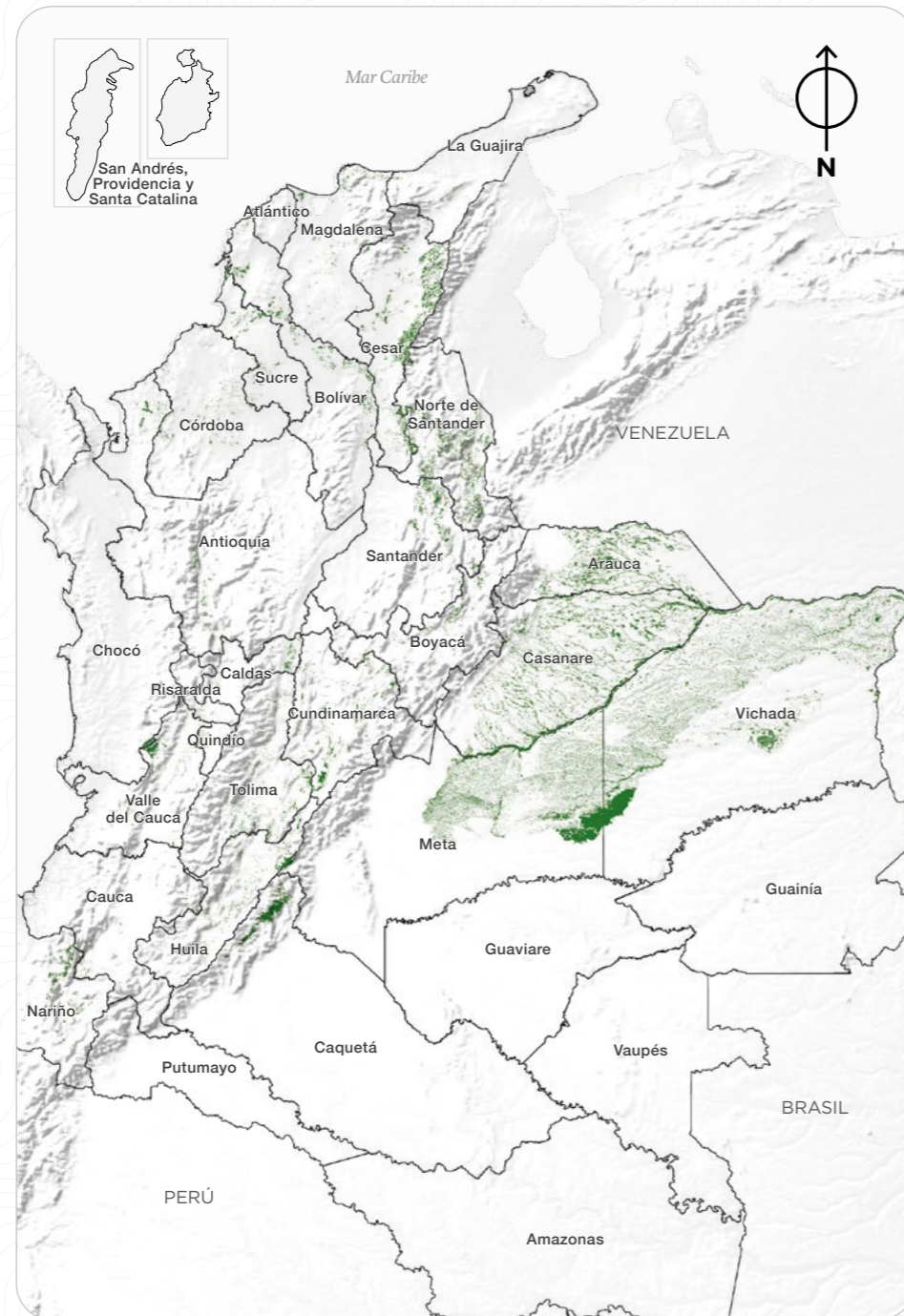


Figura 11. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo PV-1 relacionado con preservación

Unidad de Gestión: Preservación
Grupo de manejo: PV-1

PROTECCIÓN

PR-1

Protección en zonas sin desertificación y dentro de áreas protegidas

357.428,8 ha

equivalente al 1,1 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país.

1. Descripción del grupo de manejo

Corresponde a zonas ubicadas dentro de áreas protegidas que conservan su cobertura natural, sus suelos y su biodiversidad. En términos generales, no presentan procesos de degradación de suelos; sin embargo, pueden existir sectores con alteraciones en la cobertura arbórea y arbustiva. Actualmente se encuentran en bosques, arbustales o herbazales y pueden incluir sectores con bosques fragmentados o vegetación secundaria.

2. Procesos de degradación

Sin desertificación; no obstante, pueden presentarse pequeños sectores con procesos de degradación ligera.

3.

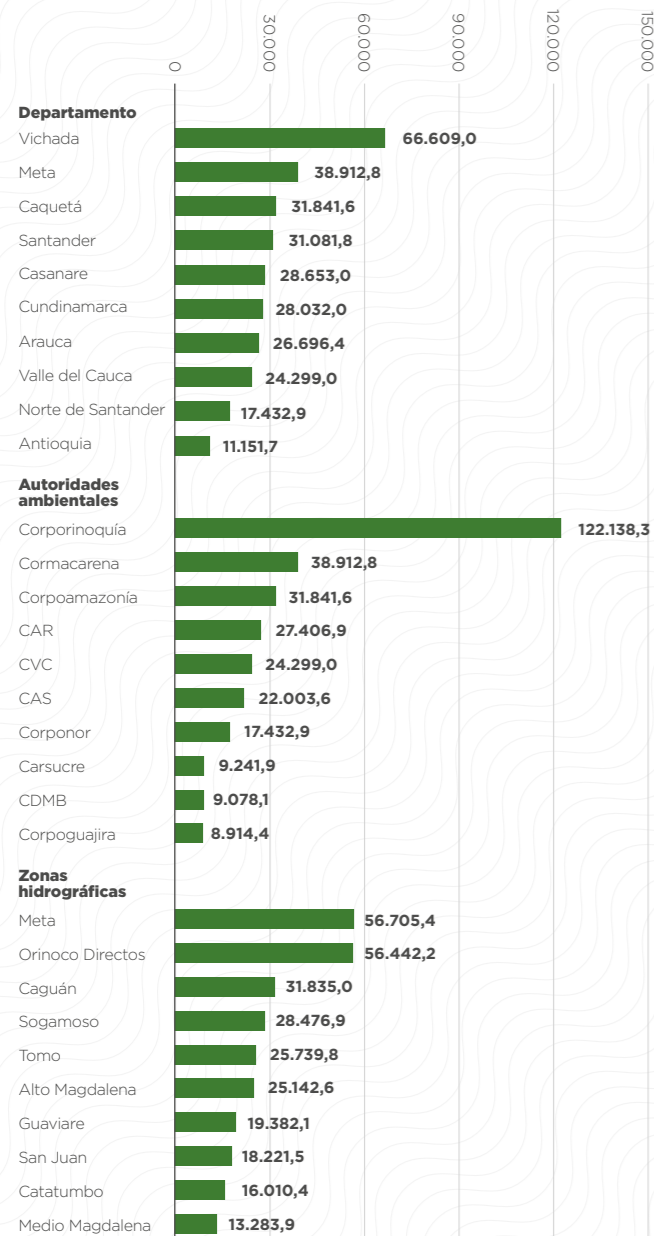
Causas de la degradación

Las principales causas de degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

- Invasión de terrenos en límites o bordes de áreas protegidas
- Deforestación selectiva
- Establecimiento de cultivos y ganadería en zonas de invasión
- Sequías extremas y variabilidad climática

4.

Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5.

Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Preservar y mejorar la biodiversidad

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas de manejo

Medidas de gestión / manejo

- Protección de ecosistemas estratégicos y coberturas vegetales naturales
- Reemplazo o prevención de especies foráneas e invasoras
- Reducción del riesgo de desastres basada en el ecosistema
- Reglamentación dentro de las áreas protegidas



6.

Recomendaciones

Se recomienda elaborar o implementar los planes de manejo en las áreas protegidas. En particular, fomentar proyectos relacionados con la conservación de suelos, orientados a mantener y aumentar sus servicios ambientales de regulación asociados con el contenido de materia orgánica, la estructura del suelo, su capacidad de retención de agua, la absorción de carbono y las comunidades bióticas. Además, promover proyectos para identificar zonas de amortiguamiento e involucrar a las comunidades locales en restauración ecológica y mantenimiento de los servicios ecosistémicos; promover la regeneración natural asistida y el uso de especies nativas resistentes a la sequía para incrementar la biodiversidad. Establecer estrategias entre las corporaciones autónomas regionales, la academia y la Unidad de Parques Nacionales para elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la calidad de los suelos y las tierras en áreas protegidas.



7.

Representación cartográfica

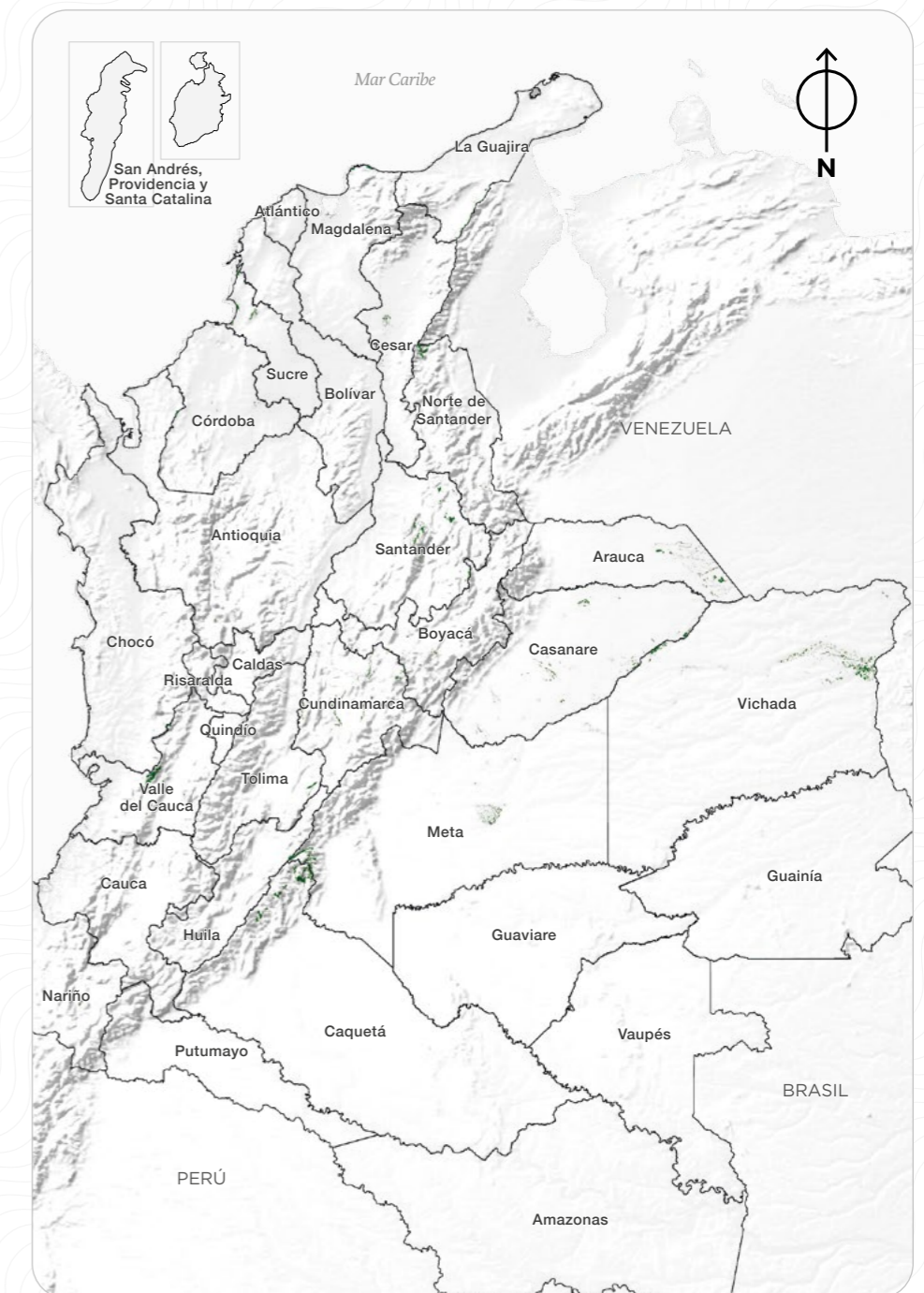


Figura 12. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo PR-1 relacionado con protección

Unidad de Gestión: Protección
Grupo de manejo: PR-1

MITIGACIÓN

MT-1

Mitigación en áreas con dominio de procesos de degradación biológica

1.756.611 ha

equivalente al 5,75 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones Orinoquía y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

En estas áreas se presentan procesos de degradación de suelos por pérdida de materia orgánica en grado ligero, debido a transformaciones moderadas de la cobertura vegetal y prácticas agronómicas inadecuadas; también pueden presentar susceptibilidad baja o media a la desertificación.

Actualmente se encuentran en coberturas de bosques fragmentados, vegetación secundaria, pastos arbolados o mosaicos agroforestales, que requieren acciones de mitigación ecológica ligera a moderada.

2. Procesos de degradación

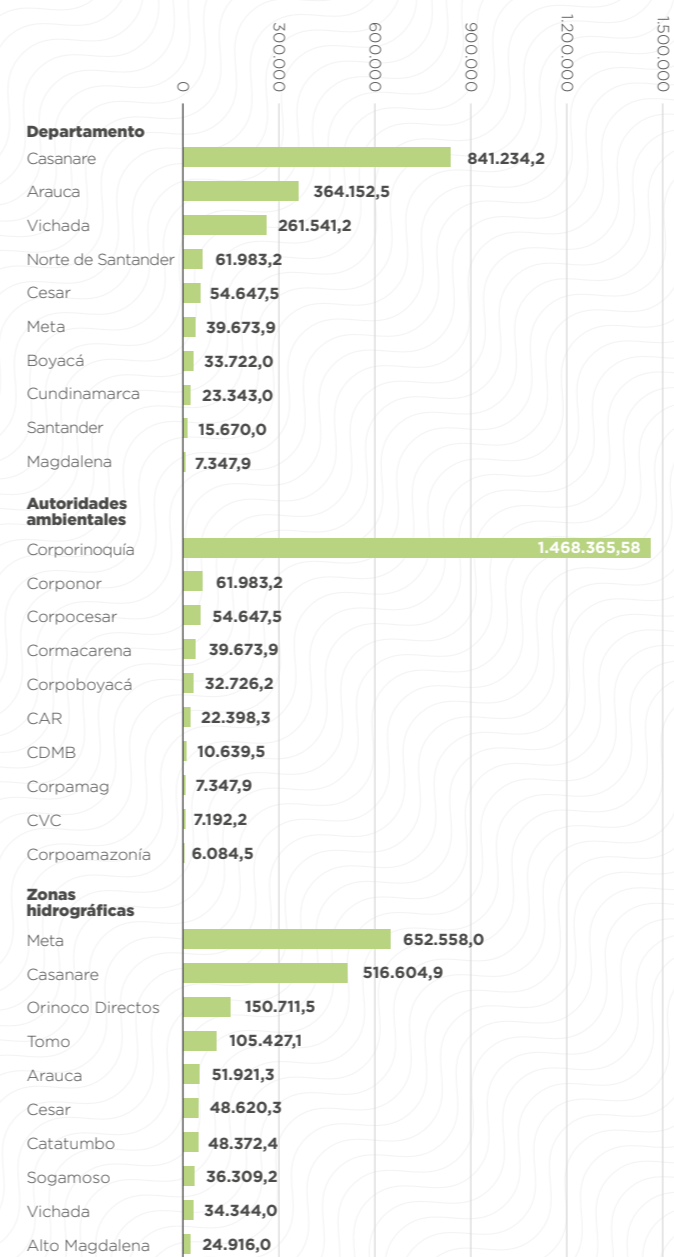
Biológico: pérdida de materia orgánica en el suelo, en grado ligero o moderado, asociada a transformación de coberturas y prácticas agropecuarias inadecuadas. También puede incluir pequeños sectores afectados por erosión ligera.

3. Causas de la degradación

Las principales causas de degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

- Deforestación
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Sequías extremas o variabilidad climática

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Mitigar la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Conservar los servicios de los ecosistemas
- Preservar o mejorar la biodiversidad
- Mitigar los efectos del cambio climático y sus impactos

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas de manejo
- Medidas agronómicas

Medidas de gestión / manejo

- Revegetación con árboles y arbustos
- Reemplazo de especies foráneas e invasoras
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Agroforestería
- Asociación de cultivos
- Cambio de gestión o nivel de intensidad del uso
- Recuperación de ecosistemas estratégicos (humedales, bosques, páramos y sabanas)
- Reducción del riesgo de desastres basada en el ecosistema



6.

Recomendaciones

Se recomienda fomentar proyectos de agricultura de conservación y prácticas orientadas a la conservación de la biodiversidad, que permitan aumentar el contenido de materia orgánica, mejorar la estructura del suelo, su capacidad de retención de agua, la captura de carbono y el incremento de las comunidades bióticas. Identificar zonas para mejorar la biodiversidad e involucrar a las comunidades locales en prácticas de manejo sostenible, restauración ecológica y mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Establecer estrategias entre las corporaciones autónomas regionales, las gobernaciones, la academia y demás entidades regionales para elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras a escala local.



7.

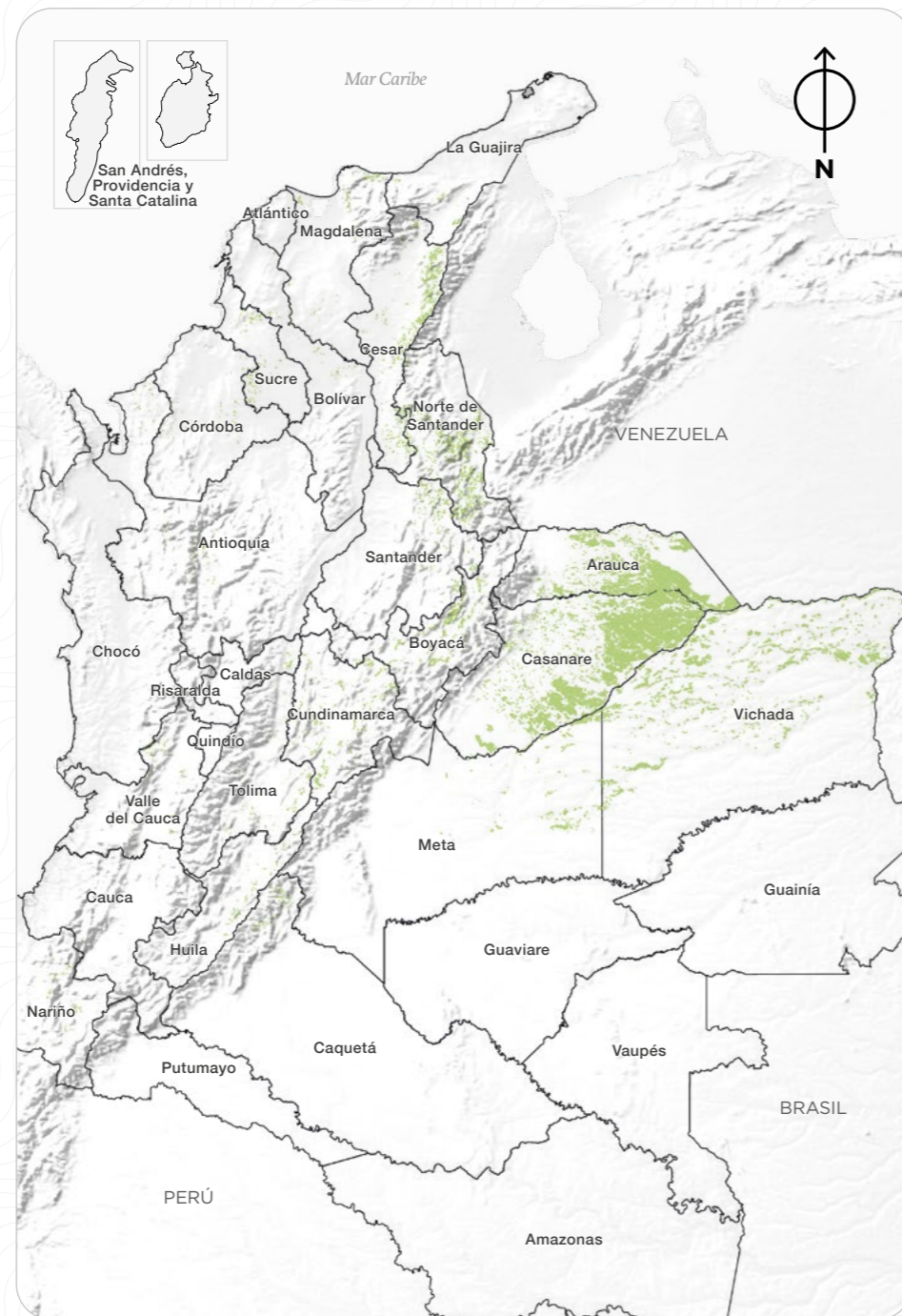
Representación cartográfica

Figura 13. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo MT-1 relacionado con mitigación

Unidad de Gestión: Mitigación
Grupo de manejo: MT-1

MITIGACIÓN**MT-2**

Mitigación en áreas con procesos de degradación física y física biológica

8.886.118,2 ha

equivalente al 29,0 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones Orinoquía, Caribe y Andina.

1.**Descripción del grupo de manejo**

En estas áreas se presentan procesos de degradación física y biológica, como erosión y pérdida de materia orgánica, en zonas con susceptibilidad baja y media a la desertificación, debido a transformaciones de la cobertura vegetal por deforestación y usos productivos incipientes. Actualmente se encuentran en coberturas de vegetación secundaria baja y mosaicos de pastos y cultivos y vegetación secundaria, que requieren acciones de mitigación ecológica ligera a moderada.

2.**Procesos de degradación**

Físico (erosión): surcos, laminar; grado ligero.

Biológico (pérdida de materia orgánica): grado ligero o moderado, asociado a transformación de coberturas y a prácticas inadecuadas de manejo en los sistemas productivos.

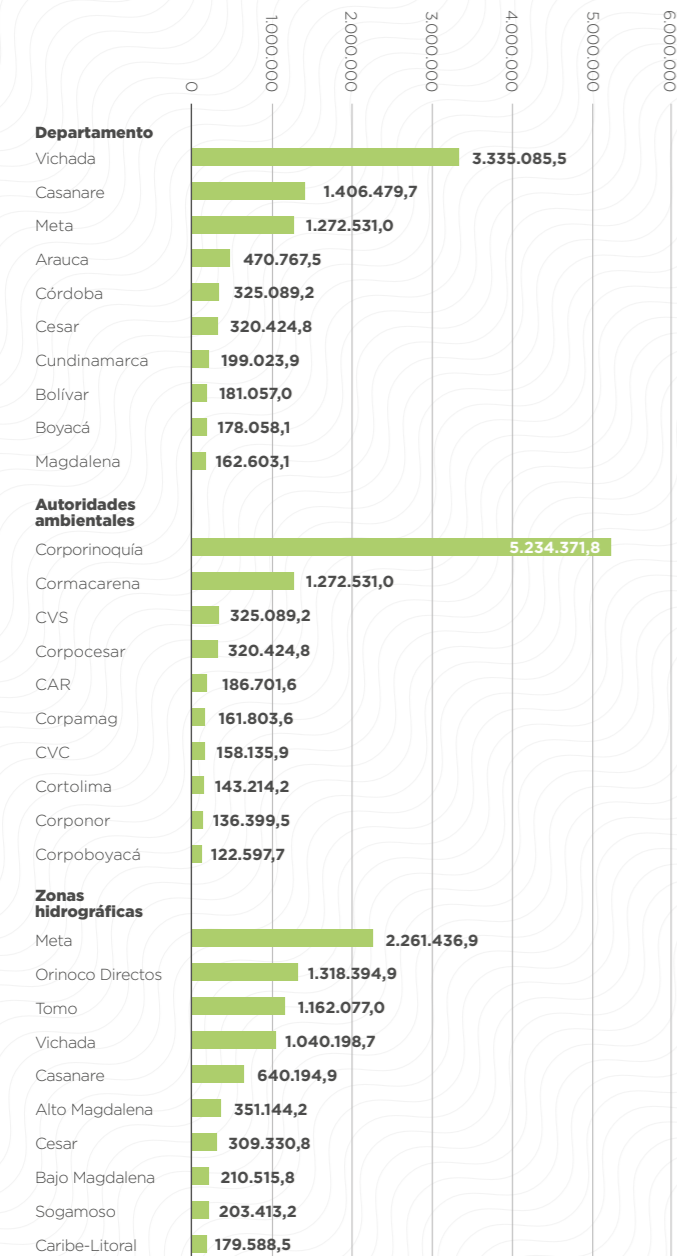
También pueden presentarse otros procesos sectorizados, como compactación por tránsito de ganado y pequeños movimientos en masa dispersos (deslizamientos).

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

- Deforestación
- Establecimiento de cultivos y ganadería en zonas no aptas
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Sequías extremas y variabilidad climática

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

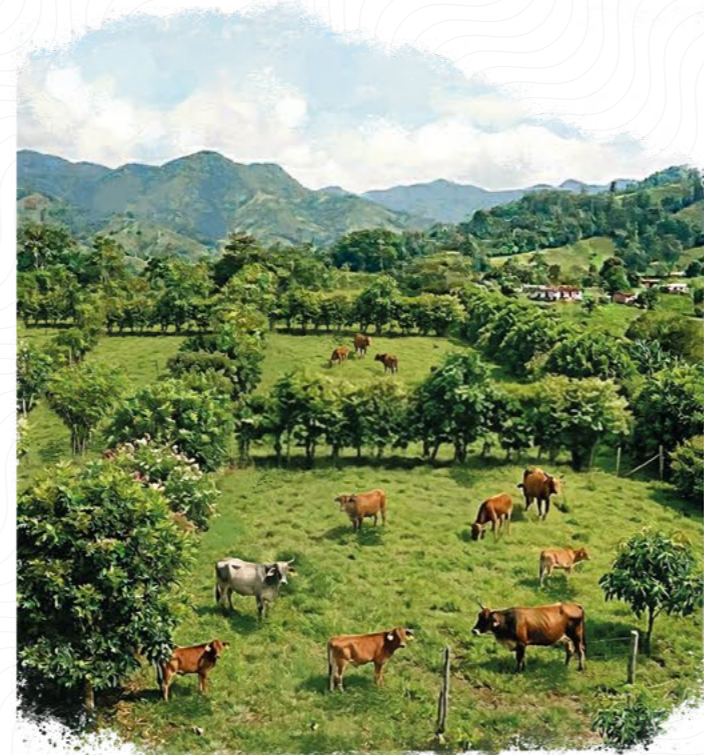
- Reducir la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Conservar los ecosistemas y sus servicios
- Preservar o mejorar la biodiversidad
- Mitigar los efectos del cambio climático y sus impactos

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas de manejo
- Medidas agronómicas

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de tipo de uso de la tierra
- Revegetalización (cubierta de árboles y arbustos)
- Agroforestería
- Labranza mínima
- Siembra de cultivos en curvas a nivel en zonas de topografía inclinada
- Cercas vivas y barreras de protección
- Asociación de cultivos
- Protección de humedales y ecosistemas estratégicos



6. Recomendaciones

Se recomienda fomentar proyectos y prácticas de agricultura de conservación que permitan mantener o mejorar los servicios del suelo, con énfasis en aumentar el contenido de materia orgánica, su capacidad de retención de agua, y las comunidades bióticas. Recuperar el componente arbóreo en los sistemas ganaderos (pasturas) y promover la agroforestería. Implementar prácticas como el uso de terrazas y barreras vegetativas para reducir la escorrentía y la pérdida de suelo, especialmente en áreas con pendientes pronunciadas. Identificar zonas de amortiguamiento para fortalecer la biodiversidad; ejecutar programas de gestión del riesgo de desastres naturales; involucrar a las comunidades locales en prácticas de manejo sostenible, y mantenimiento de los servicios ecosistémicos. Establecer estrategias entre entidades regionales y locales para elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras.



7. Representación cartográfica

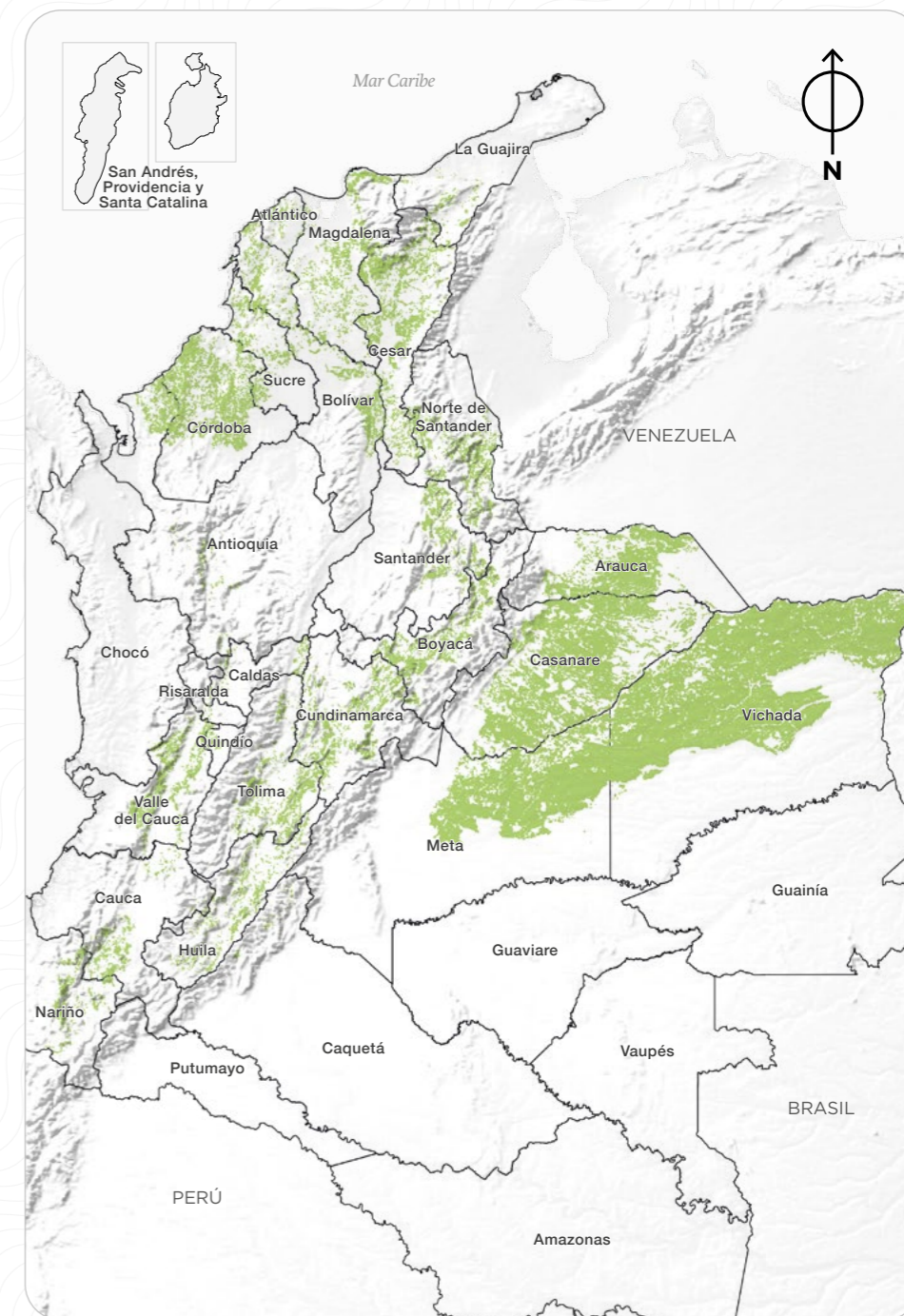


Figura 14. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo MT-2 relacionado con mitigación
Unidad de Gestión: Mitigación
Grupo de manejo: MT-2

MITIGACIÓN

MT-3

Mitigación en áreas con procesos de degradación química y química-biológica

1.000.214,2 ha

equivalente al 3,2 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones Caribe y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Este grupo agrupa zonas con degradación de suelos por procesos químicos (salinización) y biológicos (pérdida de materia orgánica), en grado ligero a moderado y con susceptibilidad baja y media a la desertificación. Actualmente se encuentran en coberturas de vegetación secundaria baja, mosaicos de pastos, cultivos y vegetación secundaria, así como sabanas con aprovechamiento, que requieren acciones de mitigación ecológica ligera a moderada.







2. Procesos de degradación

Biológico (pérdida de materia orgánica): ligero, con sectores moderados, asociado a transformación de coberturas hacia usos de la tierra.

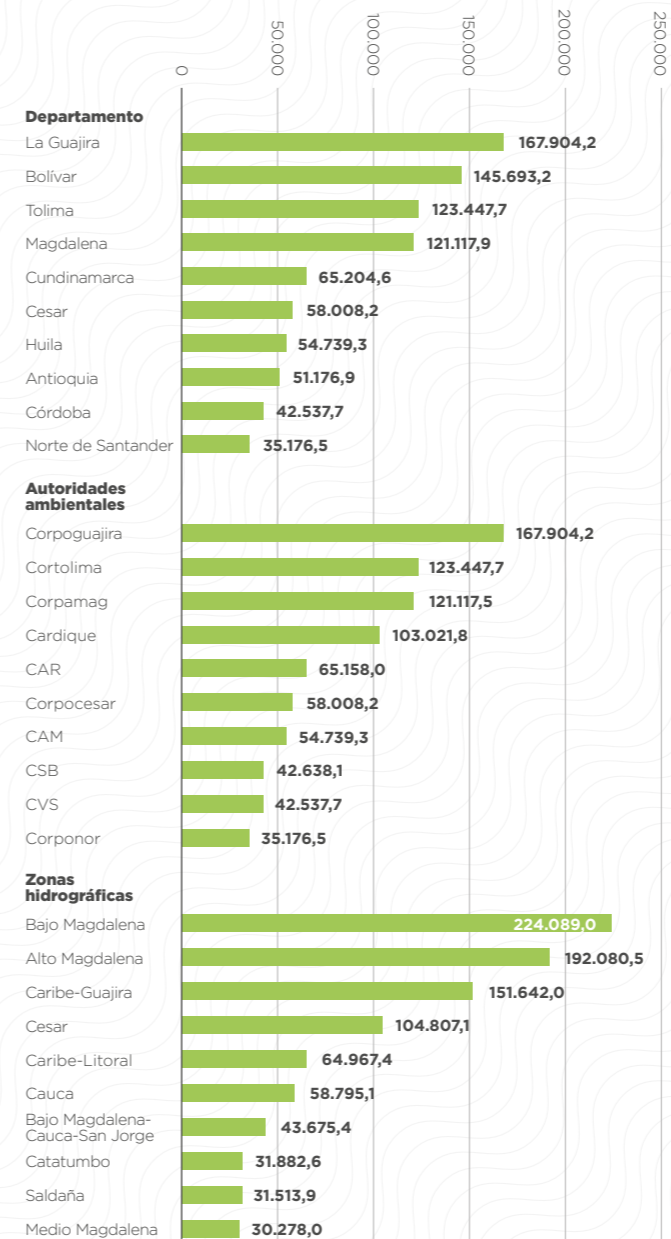
Químico (salinización): ligero, con sectores moderados, relacionado con prácticas inadecuadas de manejo en los sistemas productivos, por incorporación de agroquímicos y, en algunos sectores, por aportes de sales del material parental del suelo.

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

-  Deforestación o cambios de coberturas naturales
-  Prácticas agropecuarias inapropiadas
-  Sequías extremas y variabilidad climática
-  Contaminación del suelo por vertimientos, riego inadecuado o exceso de fertilizantes
-  Condiciones naturales del suelo (materiales parentales y aguas freáticas con contenido de sales)
-  Influencia marina

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)






5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Reducir y mitigar la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Conservar los ecosistemas y sus servicios
- Preservar o mejorar la biodiversidad
- Mitigar los efectos del cambio climático y sus impactos

Grupo de medidas

-  Medidas vegetativas
-  Medidas de manejo
-  Medidas agronómicas

Medidas de gestión / manejo

- Revegetalización (enriquecimiento con árboles y arbustos)
- Cambio de gestión o nivel de intensidad del uso del suelo
- Agroforestería
- Asociación de cultivos
- Reemplazo de fertilizantes químicos por abonos orgánicos
- Manejo de irrigación (calidad del agua y drenaje)
- Manejo de desperdicios y aguas residuales
- Manejo de aguas subterráneas



6.

Recomendaciones

Se recomienda fomentar proyectos y prácticas de conservación que permitan mejorar las características del suelo y sus servicios, como el aumento del contenido de materia orgánica, el mantenimiento de la regulación hídrica y el fortalecimiento de las comunidades microbianas. Se recomienda sustituir fertilizantes químicos por abonos orgánicos cuando sea necesario. Se sugiere realizar una regionalización de este grupo de manejo con el fin de especificar prácticas locales. Identificar zonas de amortiguamiento para fortalecer la biodiversidad; involucrar a las comunidades locales en prácticas de manejo sostenible, restauración ecológica y capacitación en el mantenimiento de los servicios ecosistémicos; promover la reforestación, la regeneración natural asistida y el uso de especies nativas resistentes a la sequía y la salinidad para estabilizar el suelo e incrementar la biodiversidad. Establecer estrategias entre entidades regionales y locales para elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de los procesos de degradación de los suelos en tierras secas.



7.

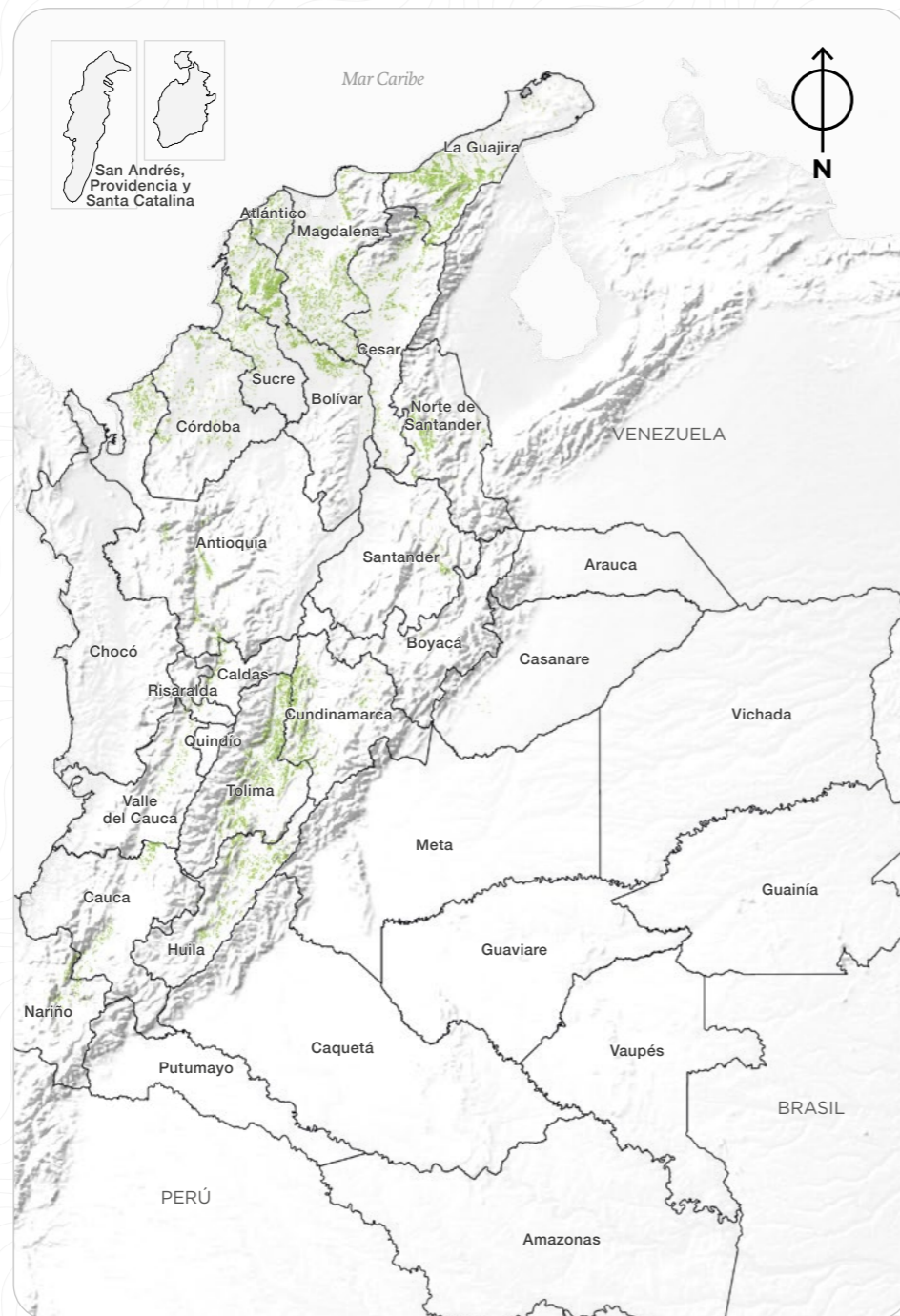
Representación cartográfica

Figura 15. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo MT-3 relacionado con mitigación

Unidad de Gestión: Mitigación
Grupo de manejo: MT-3

RESTAURACIÓN**RS-1**

Restauración en áreas protegidas, en sectores con grado ligero de desertificación y procesos de degradación biológica

393.526,8 ha

equivalente al 1,2 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en áreas protegidas de las regiones Orinoquía y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos en grado ligero, principalmente por pérdida de materia orgánica, debido a transformaciones de la cobertura vegetal y afectación de ecosistemas dentro de áreas legalmente protegidas. Actualmente se encuentran en coberturas arbustivas y herbáceas, bosques fragmentados y mosaicos con vegetación secundaria, cultivos y pastos, que requieren acciones de restauración ecológica baja y media.





2. Procesos de degradación

Biológico (pérdida de materia orgánica): ligero y con sectores moderados, asociado a transformación de coberturas naturales hacia usos productivos o a deforestación.

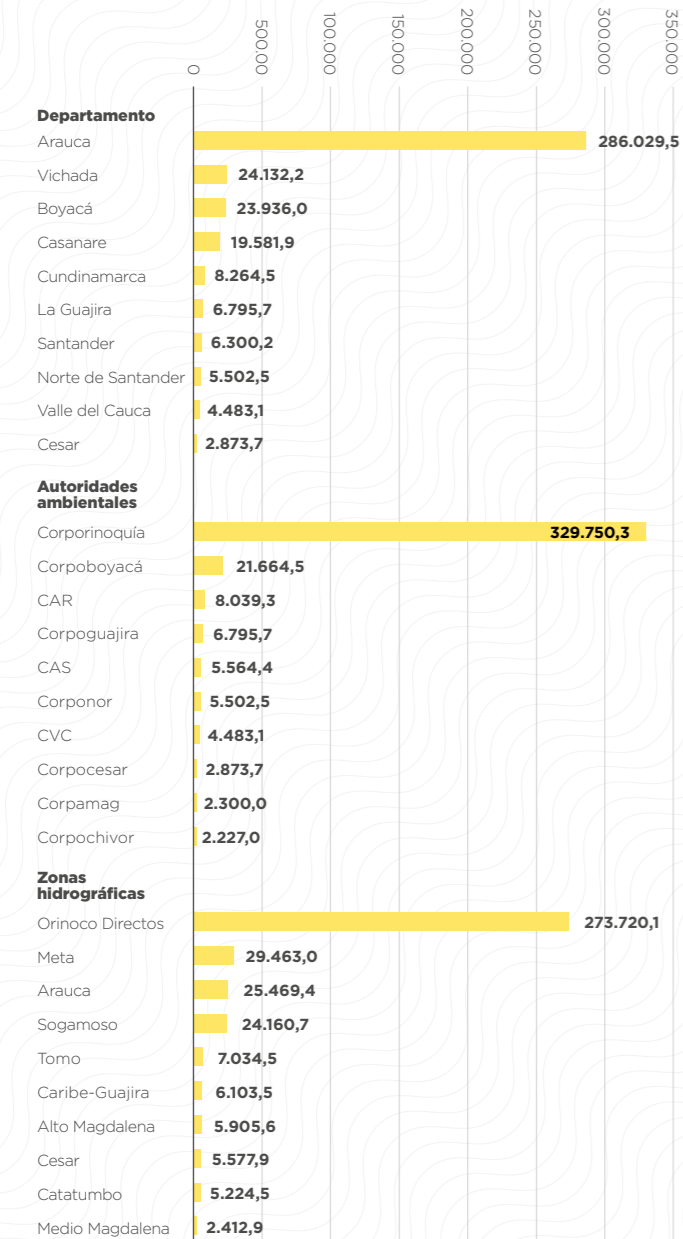
3.

Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

-  Invasión de terrenos en límites de áreas protegidas
-  Deforestación
-  Establecimiento de cultivos y ganadería dentro de áreas protegidas
-  Sequías extremas y variabilidad climática

4.

Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia

5.

Prácticas y medidas recomendadas para gestión**Propósito de gestión sostenible**

- Restaurar la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Restaurar los ecosistemas
- Preservar o mejorar la biodiversidad
- Mitigar los efectos del cambio climático

Grupo de medidas

-  Medidas vegetativas
-  Medidas de manejo

Medidas de gestión / manejo

- Revegetalización (cubierta de árboles y arbustos)
- Reemplazo de especies foráneas e invasoras por especies nativas
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Descompactación del suelo
- Control de invasión e ilegalidad
- Restauración de ecosistemas naturales
- Promoción de refugios para la biodiversidad



6.

Recomendaciones

Se recomienda fomentar proyectos de restauración ecológica, incrementar la revegetalización con especies nativas, implementar abonos orgánicos para restablecer la estabilidad del suelo, promover coberturas que reduzcan la erosión y aumenten la biomasa, así como la regeneración natural asistida y el uso de especies nativas resistentes a la sequía para fortalecer la biodiversidad.

Por parte de la Unidad de Parques y las corporaciones autónomas regionales, identificar zonas susceptibles de veda o protección; elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos en áreas protegidas.



7.

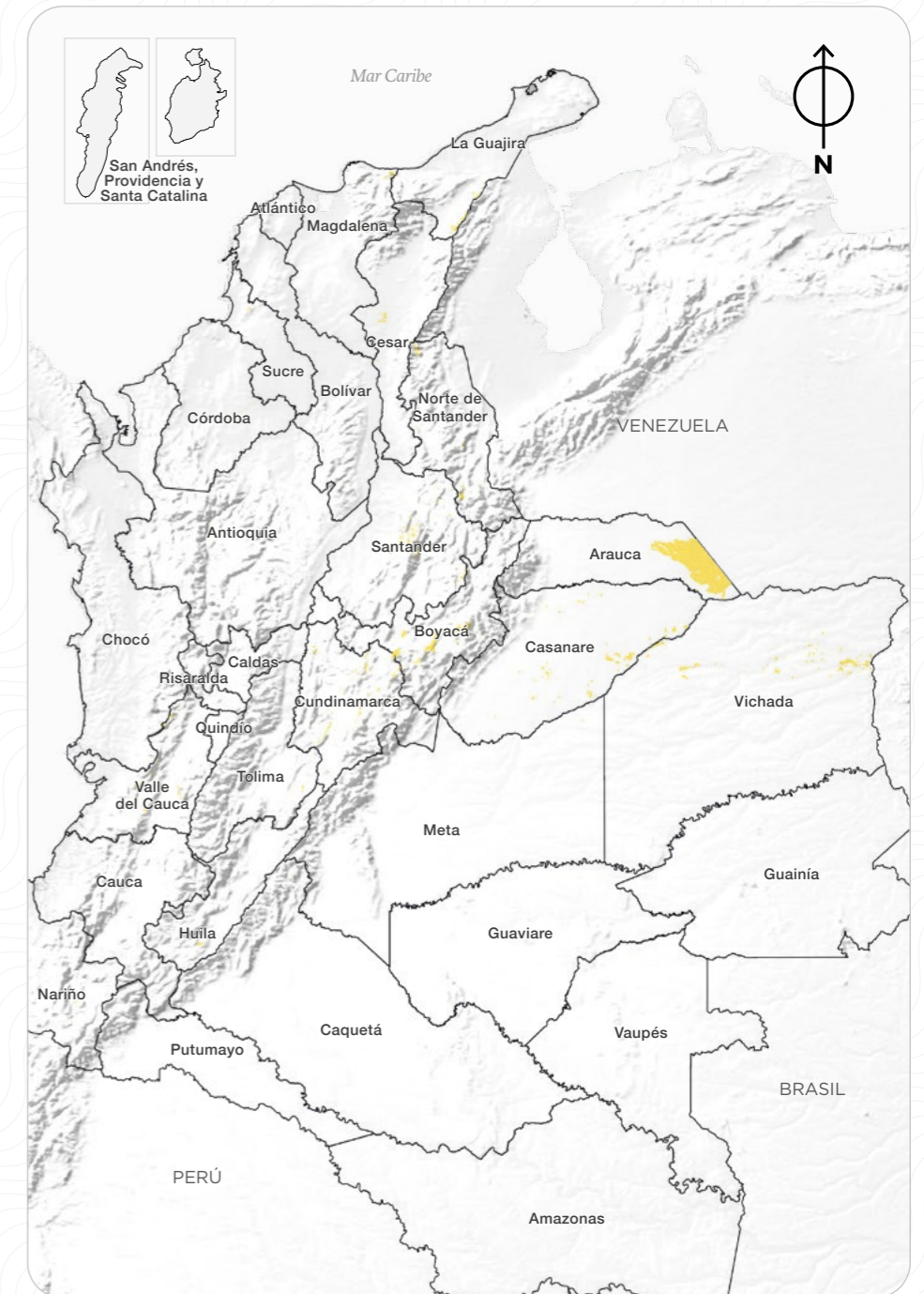
Representación cartográfica

Figura 16. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RS-1 relacionado con restauración

Unidad de Gestión: Restauración
Grupo de manejo: RS-1

Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia

RESTAURACIÓN

RS-2

Restauración en áreas protegidas, en sectores con distintos grados de desertificación y procesos de degradación física y física biológica

1.063.266,1 ha

equivalente al 3,4 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en áreas protegidas de las regiones Orinoquía y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos por erosión y pérdida de materia orgánica, en grado ligero, moderado y severo; debido a transformaciones de la cobertura vegetal natural y usos productivos dentro de áreas legalmente protegidas. Actualmente se encuentran en coberturas arbustivas y herbáceas (sabanas) o en mosaicos con vegetación secundaria, cultivos y pastos o mosaicos de cultivos y pastos, que requieren acciones de restauración ecológica baja media fuerte.

2. Procesos de degradación

Físico (erosión): clases de erosión laminar o en surcos, grado ligero y moderado con sectores severo.

Biológico (pérdida de materia orgánica): ligero y moderado.

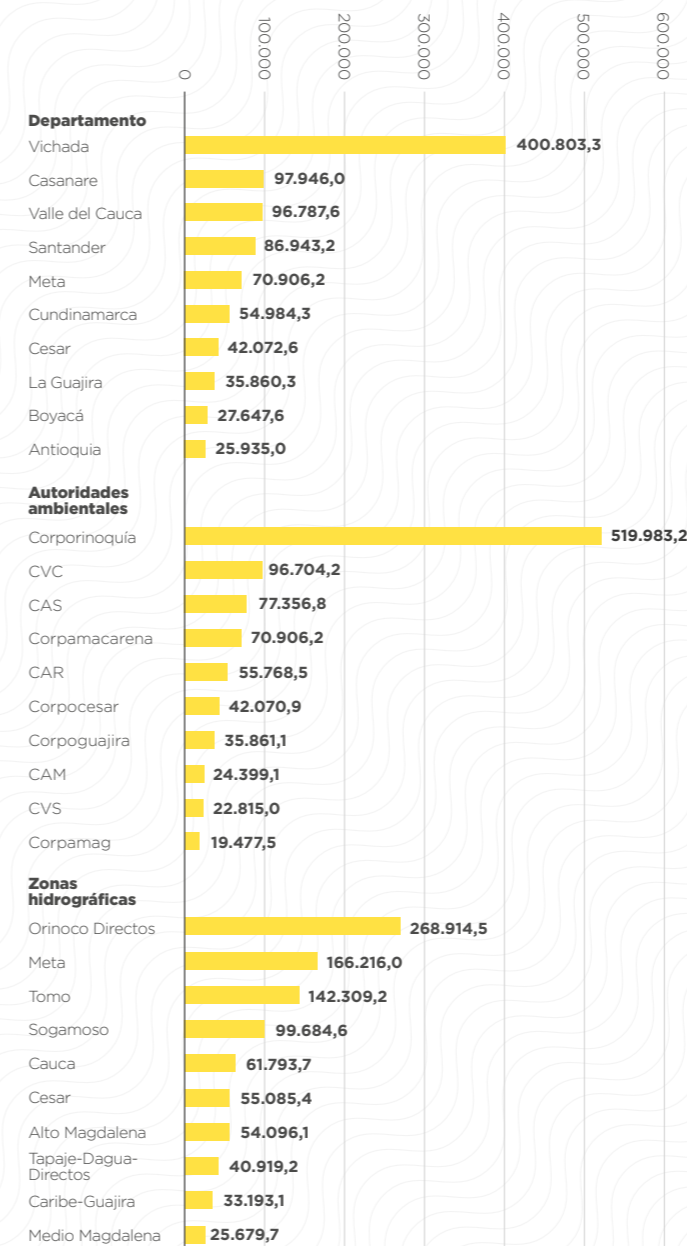
Asociados a transformación de coberturas y a prácticas agrícolas inadecuadas.

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

- ☞ Deforestación
- ☞ Establecimiento de cultivos y ganadería en áreas protegidas
- ☞ Prácticas agropecuarias inapropiadas
- ☞ Praderización
- ☞ Sequías extremas y variabilidad climática

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Restaurar la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Restaurar los ecosistemas
- Preservar o mejorar la biodiversidad

Grupo de medidas

- ☞ Medidas vegetativas
- ☞ Medidas de manejo

Medidas de gestión / manejo

- Revegetalización (cubierta de arbustos y herbazales)
- Reemplazo de especies foráneas e invasoras
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Descompactación del suelo con prácticas biológicas
- Manejo de aguas de escorrentía (trampas de agua, acequias cubiertas)
- Control de invasión e ilegalidad
- Restauración de ecosistemas naturales
- Mejoramiento del contenido de la materia orgánica
- Promoción de refugios para la biodiversidad



6.

Recomendaciones

Se recomienda promover programas de restauración ecológica mediante revegetalización con especies nativas, implementar prácticas para restablecer la estabilidad del suelo, promover coberturas que aumenten la biomasa aérea y del suelo, así como la regeneración natural asistida y el uso de especies nativas resistentes a la sequía; promover la cosecha de agua lluvia y formular programas de gestión del riesgo de desastres naturales.

Se deben adelantar planes de manejo en cada área protegida e implementar proyectos de restauración por cada autoridad ambiental; además, elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras.



7.

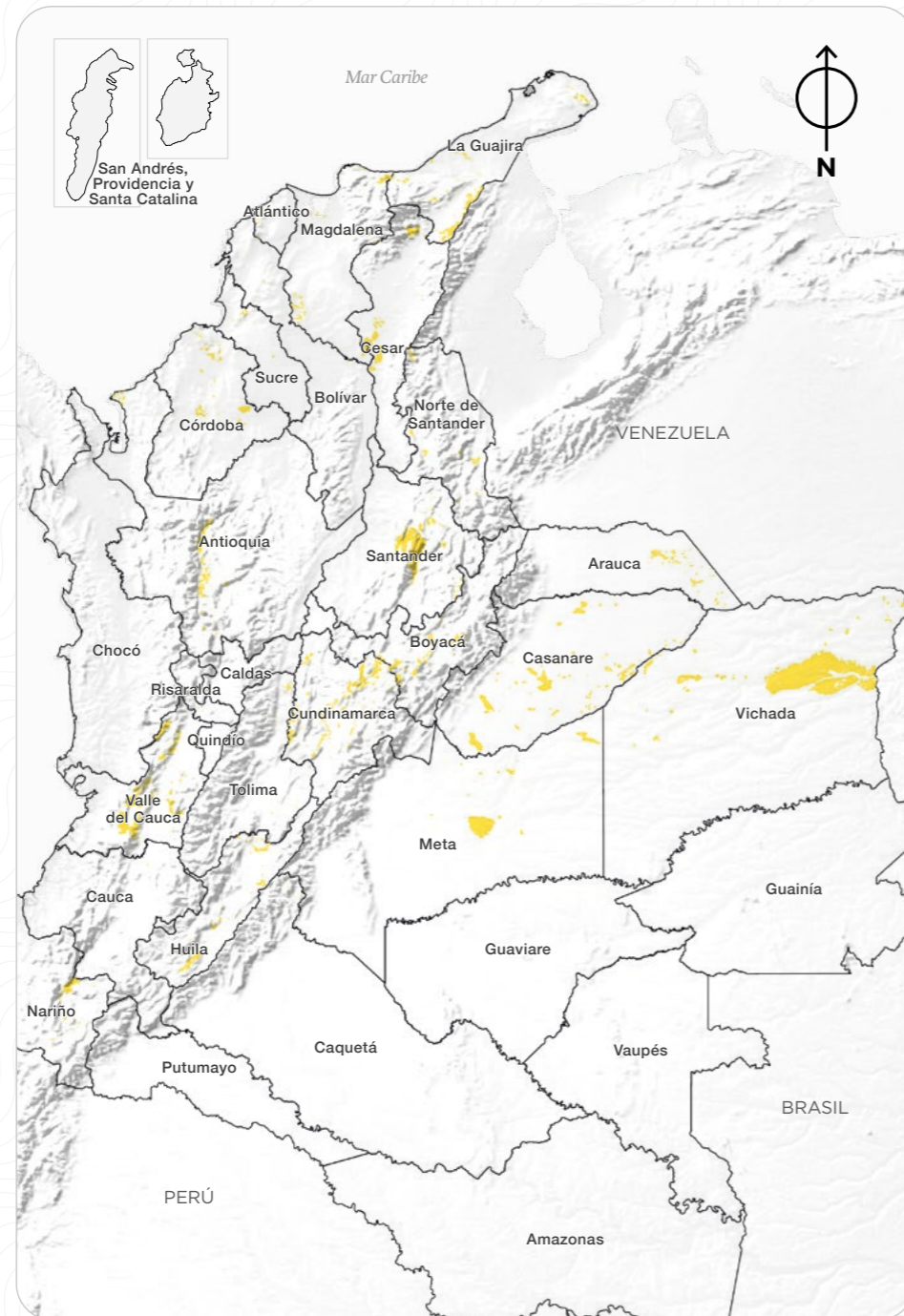
Representación cartográfica

Figura 17. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RS-2 relacionado con restauración

Unidad de Gestión: Restauración
Grupo de manejo: RS-2

RESTAURACIÓN**RS-3**

Restauración en áreas protegidas con grados de desertificación ligera y moderada, y procesos de degradación química y biológica

455.576,2 ha

equivalente al 1,5 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en áreas protegidas de las regiones Caribe y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos en grado ligero y moderado, debido a salinización y pérdida de materia orgánica y sectores con erosión. Actualmente se encuentran en distintos tipos de coberturas: bosques fragmentados, mosaicos de vegetación secundaria, cultivos y pastos, que requieren acciones de restauración ecológica baja media fuerte.

2. Procesos de degradación

Químico (salinización): ligero y moderado, alcalinidad, sodicidad y condición calcárea; relacionado con prácticas inadecuadas de manejo en sistemas productivos y con invasión de áreas protegidas.

Biológico (pérdida de materia orgánica): moderado, asociado a transformación de coberturas y a prácticas agrícolas inadecuadas.

Físico (erosión): sectorizado y asociado a la praderización.

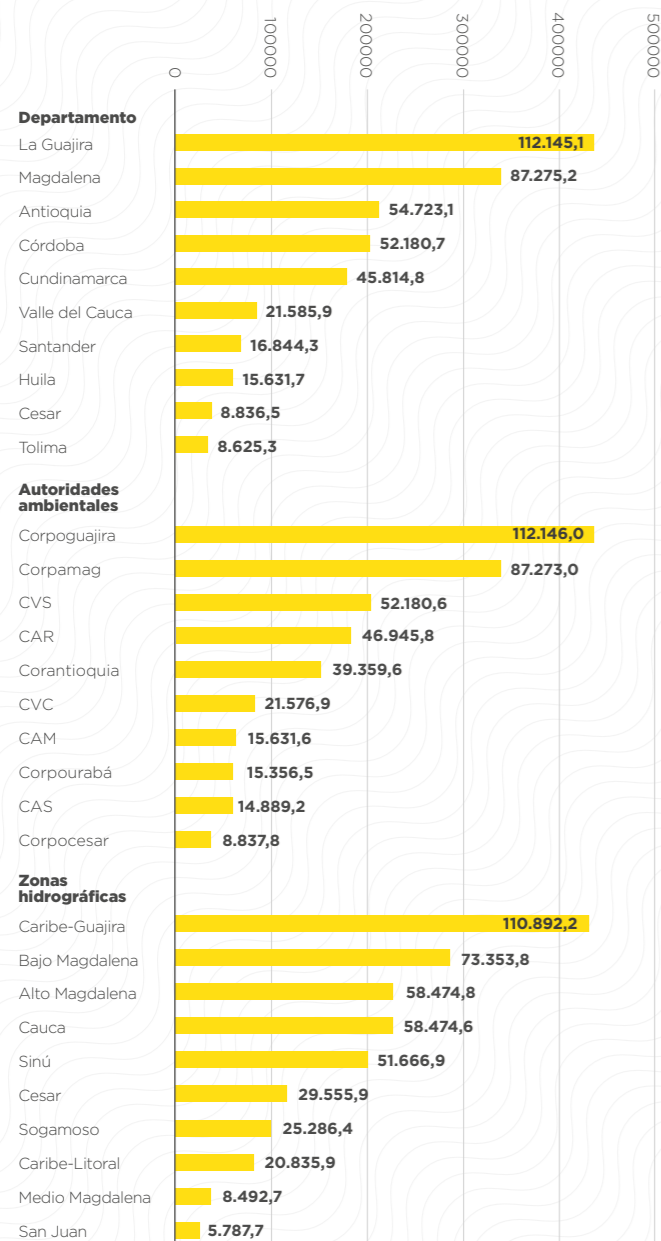
3.

Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

- 🌱 Deforestación
- 🌱 Invasión y establecimiento de cultivos y ganadería en áreas protegidas
- 🌱 Prácticas agropecuarias inapropiadas
- 🌱 Praderización
- 🌱 Sequías extremas y variabilidad climática
- 🌱 Contaminación del suelo por vertimientos o riego inadecuado

4.

Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)

Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia

5.

Prácticas y medidas recomendadas para gestión**Propósito de gestión sostenible**

- Restaurar la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Restaurar los ecosistemas
- Preservar o mejorar la biodiversidad

Grupo de medidas

- 🌱 Medidas vegetativas
- 🌱 Medidas de manejo

Medidas de gestión / manejo

- Revegetalización con especies nativas
- Reemplazo de especies foráneas e invasoras
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Manejo de agua superficial
- Control de invasión e ilegalidad
- Restauración de ecosistemas naturales
- Manejo de desperdicios y aguas residuales
- Manejo de aguas subterráneas

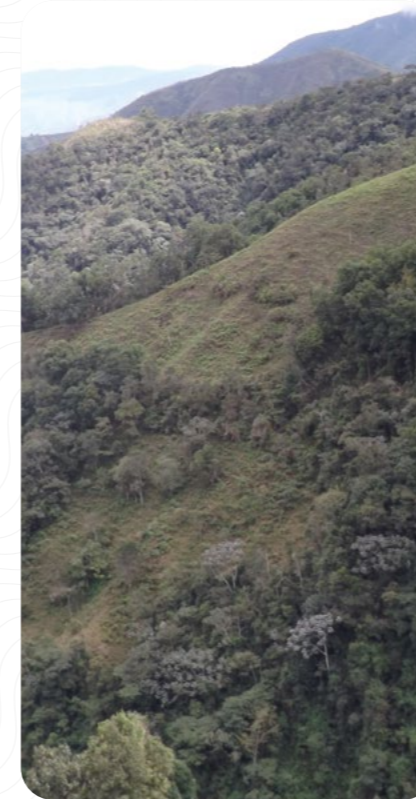


6.

Recomendaciones

Se recomienda promover programas de restauración ecológica mediante revegetalización con especies nativas o resistentes a la salinidad del suelo, implementar prácticas para restablecer la estabilidad, promover coberturas que aumenten la biomasa aérea y del suelo, así como la regeneración natural asistida y el uso de especies nativas resistentes a la sequía. Cuando se requiera, implementar medidas estructurales como terrazas, acequias de ladera, zanjas de infiltración y barreras vegetativas para reducir la escorrentía y la pérdida de suelo en terrenos inclinados, promover la cosecha de agua lluvia y formular programas de gestión del riesgo de desastres naturales.

Por parte de la la Unidad de Parques Naturales y las corporaciones autónomas regionales, identificar zonas específicas para restauración ecológica; elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras.



7.

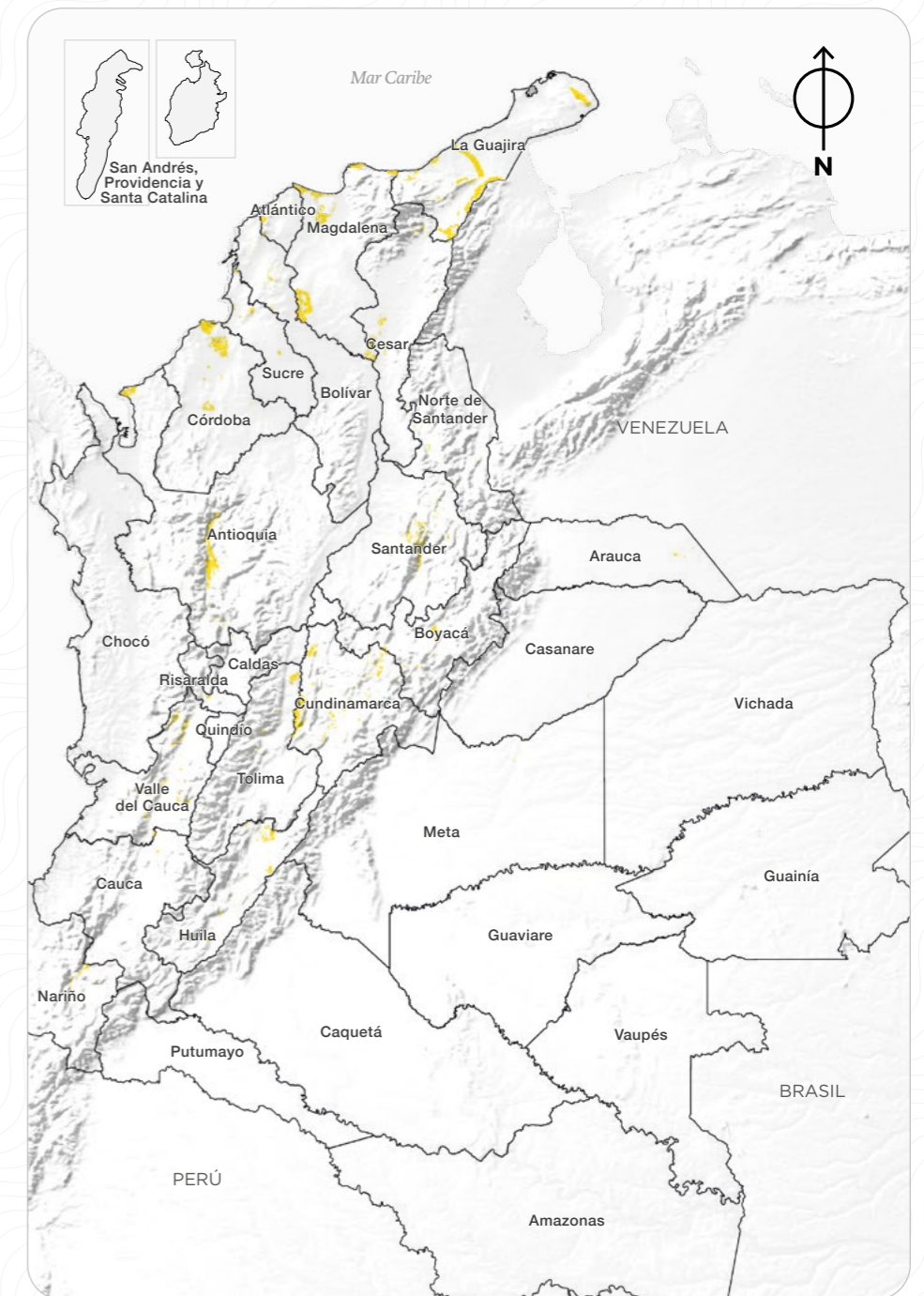
Representación cartográfica

Figura 18. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RS-3 relacionado con restauración

Unidad de Gestión: Restauración
Grupo de manejo: RS-3

Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia

REHABILITACIÓN

RH-1

Rehabilitación en áreas con procesos de degradación biológica

754.298,6 ha

equivalente al 2,4 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones Orinoquía y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos en grado moderado por pérdida de materia orgánica, debido a transformaciones de la cobertura vegetal, disminución de la biomasa edáfica y prácticas agropecuarias inadecuadas. Actualmente se encuentran en coberturas de cultivos, pastos y mosaicos de vegetación secundaria con fragmentos de uso agropecuario, que requieren acciones de rehabilitación ecológica y productiva moderada y fuerte, orientadas a la producción sostenible y el mantenimiento de los servicios ambientales.

2. Procesos de degradación

Biológico por pérdida de materia orgánica, en grado moderado, asociado a la disminución de la biomasa aérea y del suelo.

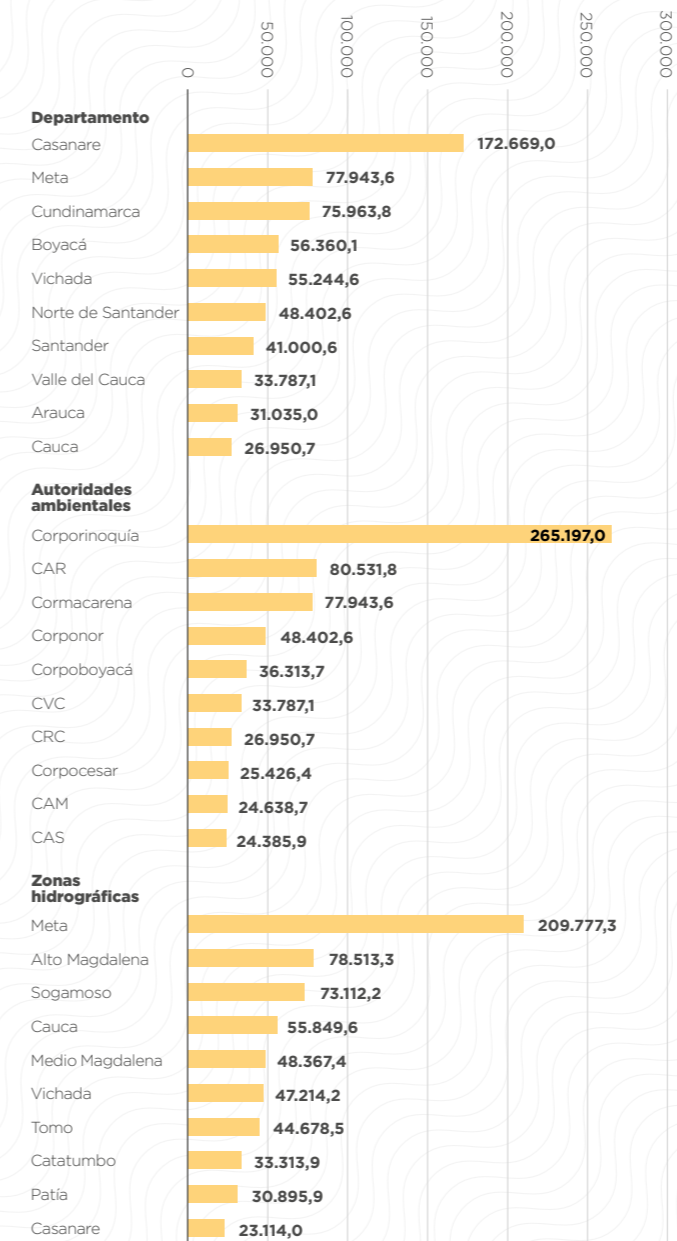
También pueden presentarse pequeños sectores con otros procesos, como erosión o compactación por actividades ganaderas.

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

- Deforestación
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Sobrepastoreo
- Praderización
- Sequías extremas y variabilidad climática

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Reducir la degradación del suelo
- Restablecer los servicios de los ecosistemas
- Mejorar la biodiversidad
- Mitigar efectos del cambio climático

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas agronómicas
- Medidas de manejo

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de tipo de uso de la tierra
- Cambio de gestión o nivel de intensidad de uso
- Siembra de árboles y arbustos
- Manejo de pastos y plantas herbáceas perennes
- Incorporación siembra de abonos verdes y orgánicos
- Descompactación del suelo
- Labranza cero o mínima
- Rotación de cultivos y tierras en descanso
- Sistemas silvopastoriles y agroforestales
- Rehabilitación de zonas con ecosistemas estratégicos



6.

Recomendaciones

Se recomienda promover programas de rehabilitación ecológica y productiva e implementar prácticas de agroforestería y silvopastoreo que permitan restablecer los servicios del suelo; promover cultivos de cobertura permanente para prevenir la erosión y aumentar la biomasa del suelo, así como el uso de especies nativas resistentes a la sequía para incrementar la biodiversidad. Cuando se requiera, implementar medidas estructurales como terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas para reducir la escorrentía y la pérdida de suelo en terrenos inclinados; promover la cosecha de agua lluvia y sistemas de riego eficientes como medida de adaptación al cambio climático, y formular programas de gestión del riesgo de desastres naturales. Es fundamental la incorporación de materia orgánica (compost y abonos verdes), la rotación de cultivos y la siembra de especies con raíces profundas, orientadas a mejorar la estabilidad del suelo.

Por parte de las autoridades ambientales, identificar las zonas que pueden ser objeto de conservación o protección; elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras.



7.

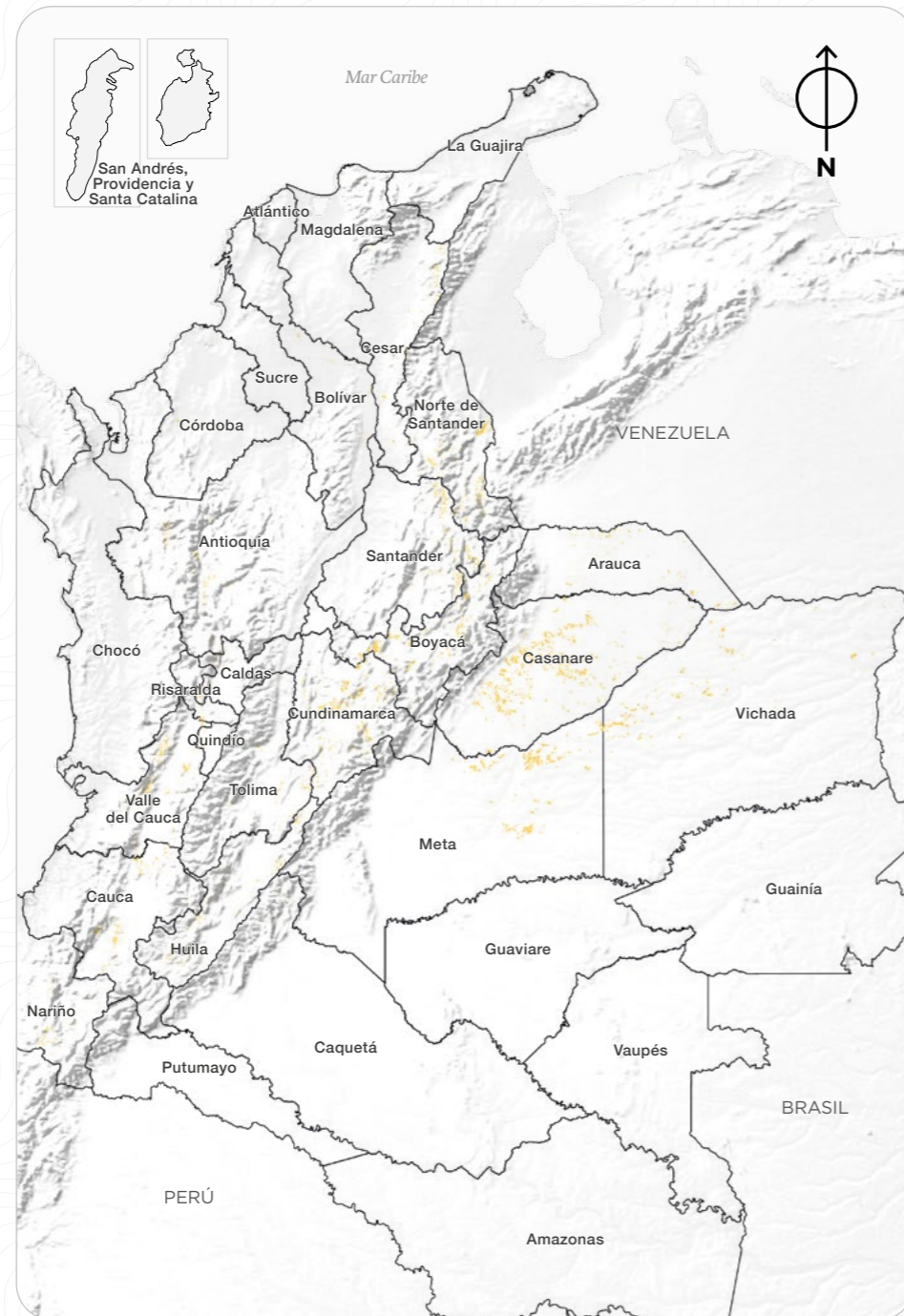
Representación cartográfica

Figura 19. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RH-1 relacionado con rehabilitación

Unidad de Gestión: Rehabilitación
Grupo de manejo: RH-1

REHABILITACIÓN**RH-2**

Rehabilitación en áreas con procesos de degradación física y física biológica

3.276.183,4 ha

equivalente al 10,7 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones Caribe y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos por erosión y pérdida de materia orgánica en grado moderado, con sectores en grado severo. Actualmente se encuentran en coberturas de cultivos, pastos para ganadería y mosaicos de cultivos y pastos, que requieren acciones y actividades de rehabilitación moderada y fuerte.

2. Procesos de degradación

Físico (erosión): laminar, terraceo, surcos y, ocasionalmente, cárcavas; grado moderado.

Biológico (pérdida de materia orgánica): moderado, asociado a la disminución de la biomasa aérea y del suelo.

También pueden presentarse otros procesos sectorizados, como compactación por tránsito de ganado.

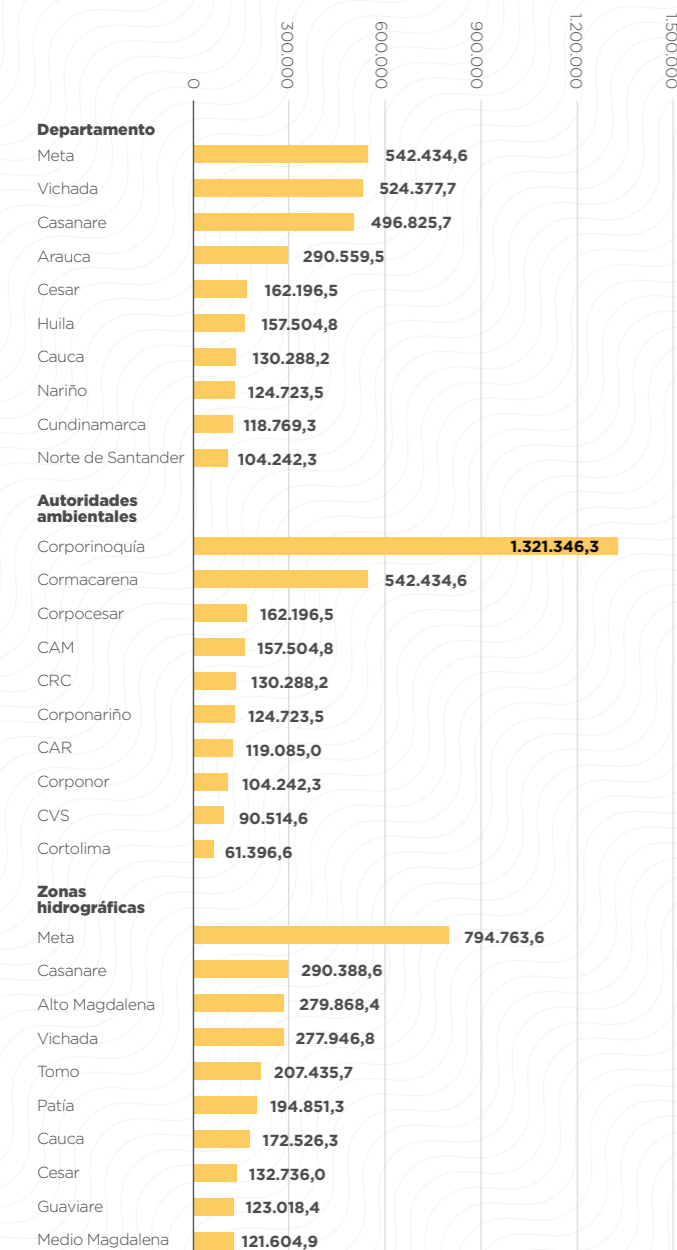
3.

Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

- Deforestación
- Establecimiento de cultivos y ganadería en zonas no aptas
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Sequías extremas y variabilidad climática
- Praderización
- Manejo inadecuado del pastoreo de ganado

4.

Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)

5.

Prácticas y medidas recomendadas para gestión**Propósito de gestión sostenible**

- Reducir la degradación del suelo
- Restaurar y conservar los servicios de los ecosistemas
- Mejorar biodiversidad
- Mitigar efectos del cambio climático

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas agronómicas
- Medidas de manejo
- Medidas estructurales

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de prácticas de uso de la tierra
- Cambio de tipo de uso de la tierra
- Sistemas agroforestales o silvopastoriles
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Descompactación del suelo
- Rehabilitación de zonas con ecosistemas estratégicos
- Estabilización del ciclo hidrológico
- Labranza cero o mínima
- Terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas
- Manejo de aguas superficiales (acequias de ladera, cosecha de agua, trampas de agua)
- Siembra de cultivos en curvas a nivel en terrenos inclinados



6.

Recomendaciones

Se recomienda promover proyectos de rehabilitación para la conservación o la producción sostenible; implementar prácticas de agroforestería y silvopastoreo que permitan estabilizar los terrenos; promover cultivos de cobertura para reducir la erosión y aumentar la biomasa del suelo, e incrementar el uso de especies nativas resistentes a la sequía para fortalecer la biodiversidad; implementar medidas estructurales como terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas para reducir la escorrentía y la pérdida de suelo en terrenos inclinados; promover acequias y canales de recolección de agua para recuperar la humedad del suelo y regular el ciclo hidrológico; ejecutar programas de gestión del riesgo de desastres naturales. Es fundamental la incorporación de materia orgánica (compost, abonos verdes y otros materiales orgánicos), la rotación de cultivos y la siembra de especies arbóreas con raíces profundas.

Elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras por parte de las entidades ambientales.



7.

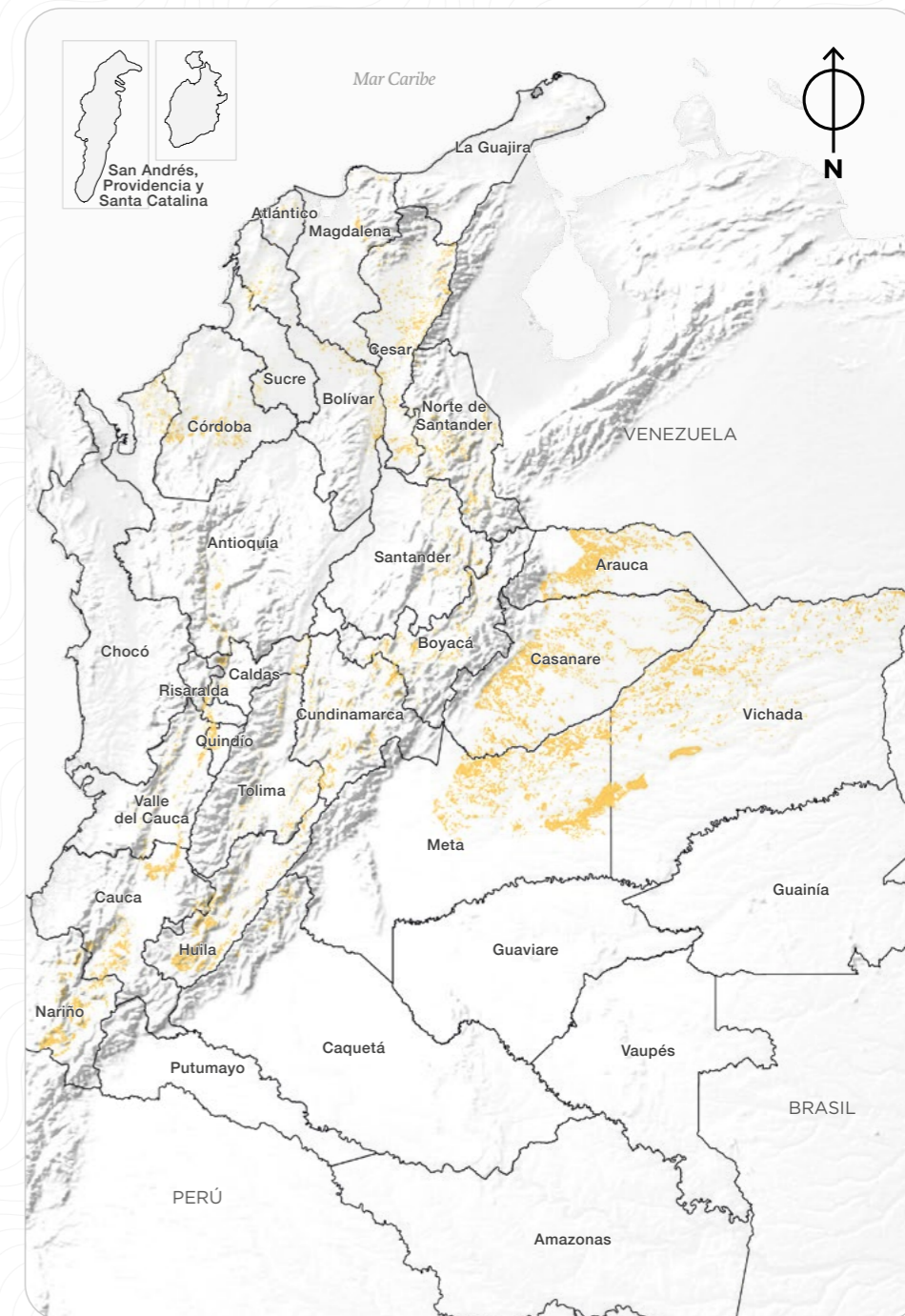
Representación cartográfica

Figura 20. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RH-2 relacionado con rehabilitación

Unidad de Gestión: Rehabilitación
Grupo de manejo: RH-2

REHABILITACIÓN

RH-3

Rehabilitación en áreas con procesos de degradación química y química biológica

293.097,8 ha

equivalente al 0,9 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en regiones del Caribe y valles interandinos.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos por desertificación en grado moderado, asociados a salinización y pérdida de materia orgánica. Actualmente se encuentran en coberturas de cultivos, pastos para ganadería y mosaicos de vegetación secundaria con pastos y cultivos, que requieren acciones y actividades de rehabilitación ecológica o productiva moderada y fuerte.

2. Procesos de degradación

Químico (salinización): alcalinización, sodificación e incremento de sales de magnesio, en grado moderado, relacionado con prácticas inadecuadas de manejo en los sistemas productivos, con énfasis en riego y fertilización.

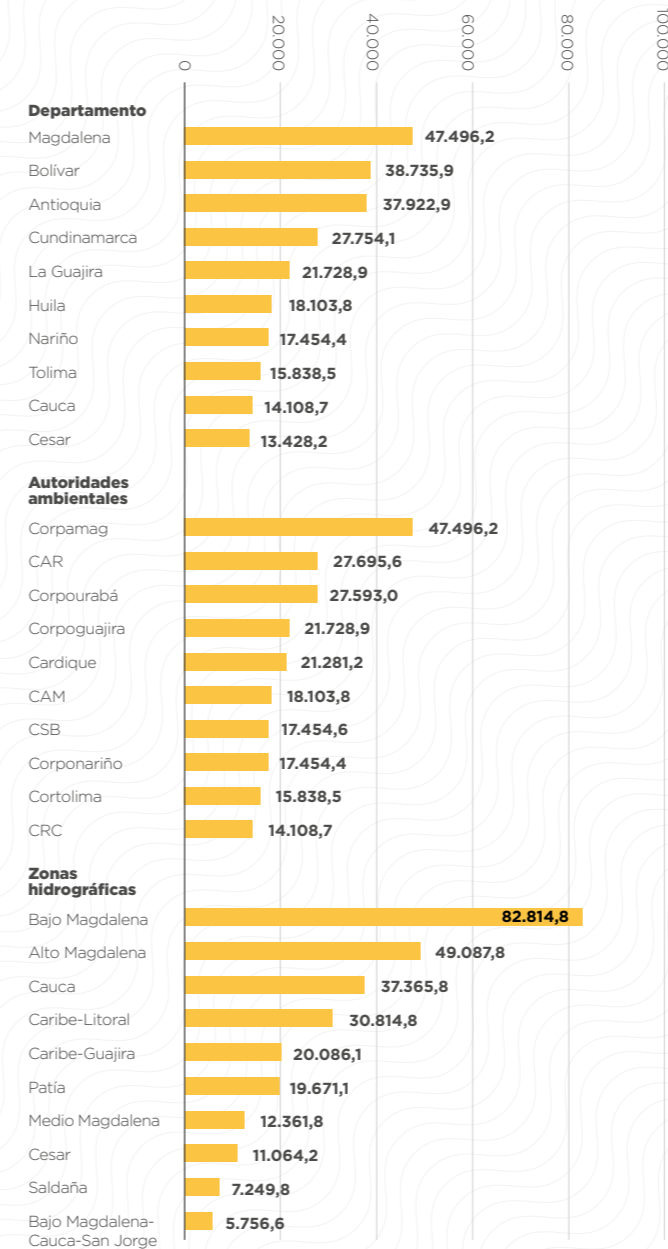
Biológico (pérdida de materia orgánica): en grado moderado, asociado a la transformación de coberturas.

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

- Establecimiento de cultivos y ganadería en zonas no aptas
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Praderización
- Aplicación excesiva de fertilización química
- Manejo inadecuado de sistemas de riego
- Contaminación y salinización del suelo por vertimientos
- Sequías extremas y variabilidad climática
- Condiciones naturales de los suelos

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Reducir y prevenir la degradación del suelo
- Conservar y mejorar los servicios de los ecosistemas
- Mejorar biodiversidad
- Mitigar efectos del cambio climático

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas agronómicas
- Medidas de manejo
- Medidas estructurales

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de uso de la tierra
- Cambio de gestión o nivel de intensidad del uso
- Sistemas agroforestales
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Enmiendas para control de salinidad
- Manejo de desperdicios y de aguas residuales
- Manejo de aguas subterráneas
- Manejo de irrigación (riego, drenaje y calidad)
- Restaurar sitios de ecosistemas estratégicos



6.

Recomendaciones

Se recomienda rehabilitar la productividad y los servicios de los suelos mediante el mejoramiento del equilibrio químico del suelo; evitar la fertilización excesiva; mejorar la calidad del agua de riego; realizar revegetalización con especies nativas o arbóreas; implementar prácticas de agroforestería y silvopastoreo; aplicar abonos orgánicos que permitan mejorar las características bioquímicas del suelo; promover cultivos de cobertura para aumentar la biomasa del suelo y el uso de especies nativas resistentes a la sequía y salinidad para estabilizar suelos de ladera e incrementar la biodiversidad; promover la cosecha de agua lluvia y sistemas de riego eficientes como medida de adaptación al cambio climático; fomentar el uso eficiente del agua y sustituir la fertilización química por abonos orgánicos.

Por parte de las autoridades ambientales, identificar zonas que puedan ser objeto de conservación de la biodiversidad; además, elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y aguas.



7.

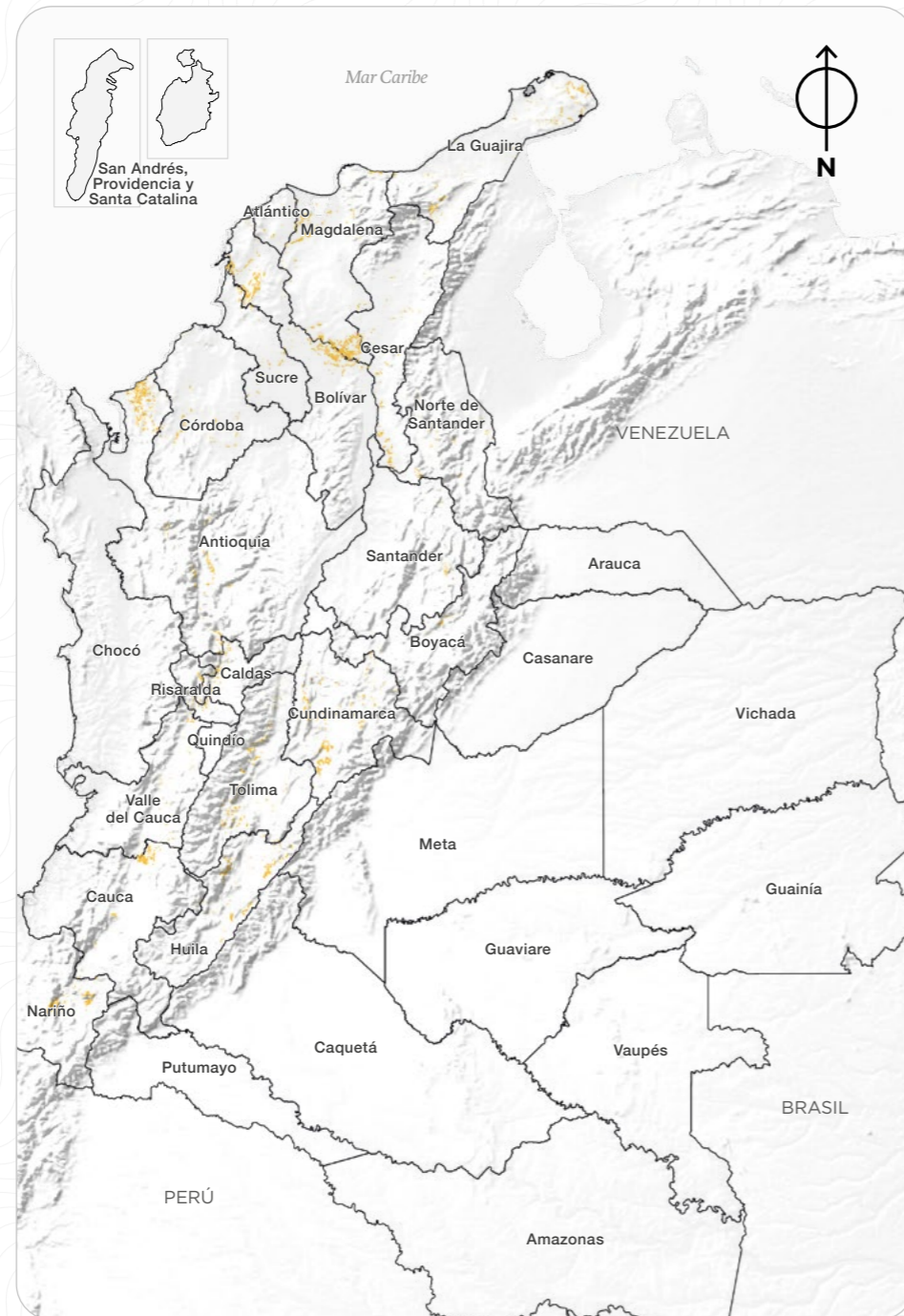
Representación cartográfica

Figura 21. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RH-3 relacionado con rehabilitación

Unidad de Gestión: Rehabilitación
Grupo de manejo: RH-3

REHABILITACIÓN**RH-4**

Rehabilitación en áreas con procesos de degradación física, química y física química biológica

75.728,9 ha

equivalente al 0,2 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones Andina y Caribe.

1. Descripción del grupo de manejo

Este grupo integra tierras con diversos procesos de degradación de suelos, como erosión, salinización y pérdida de materia orgánica, en grado moderado y severo, debido a la transformación de los ecosistemas y a actividades agropecuarias. Actualmente estas tierras se encuentran en cultivos y pastos para ganadería, que requieren acciones y actividades de rehabilitación ecológica y productiva moderada y fuerte.

2. Procesos de degradación

Físico (erosión): terraceo, surcos y cárcavas; grado moderado y severo.

Químico (salinización): alcalinización, sodificación e incremento de sales de calcio y magnesio; moderado y severo.













Biológico (pérdida de materia orgánica): moderado.

También pueden presentarse otros procesos de degradación, como compactación, sellamiento o desequilibrio nutricional.

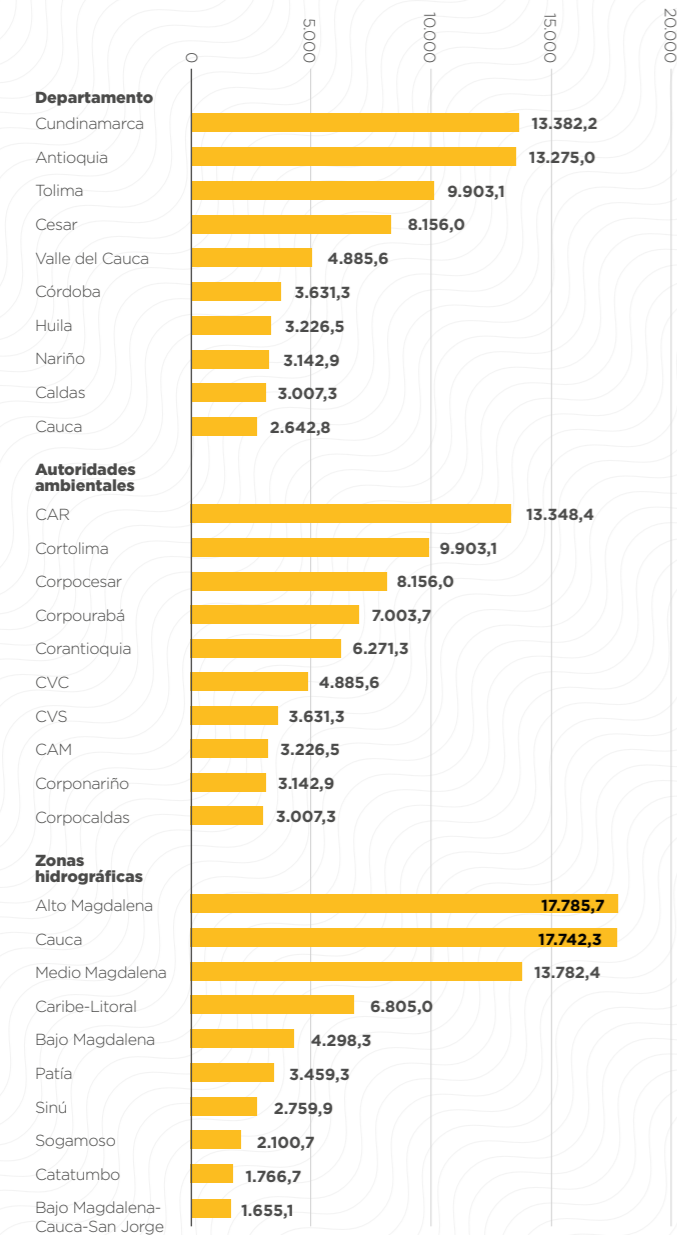
3.

Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de suelos en esta unidad se relacionan con:

-  Deforestación
-  Establecimiento de cultivos y ganadería en zonas no aptas
-  Prácticas agropecuarias inapropiadas
-  Sobrepastoreo
-  Construcción de infraestructura
-  Actividades mineras inadecuadas o ilegales
-  Praderización y pérdida de cobertura arbórea
-  Manejo inadecuado del pastoreo de ganado
-  Fertilización química excesiva
-  Manejo ineficiente de sistemas de riego
-  Contaminación del suelo por vertimientos
-  Sequías extremas y variabilidad climática

4.

Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)





Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia

5.

Prácticas y medidas recomendadas para gestión**Propósito de gestión sostenible**

- Rehabilitar la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Rehabilitar o mejorar los servicios de los ecosistemas
- Mejorar biodiversidad

Grupo de medidas

-  Medidas vegetativas
-  Medidas agronómicas
-  Medidas de manejo
-  Medidas estructurales

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de uso de la tierra
- Cambio de gestión o nivel de intensidad de uso
- Manejo de sistemas agroforestales o silvopastoriles
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Descompactación del suelo
- Labranza cero o mínima
- Terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas
- Enmiendas para control de salinización
- Cosecha de agua
- Manejo de desperdicios y de aguas residuales
- Manejo de irrigación (riego y drenaje)
- Manejo de aguas subterráneas
- Acequias de ladera y cosecha de agua
- Tratamiento de aguas de riego
- Restaurar sitios con ecosistemas estratégicos



6.

Recomendaciones

Se recomienda formular e implementar programas de rehabilitación de suelos mediante prácticas vegetativas (agroforestería o sistemas silvopastoriles), agronómicas y estructurales. Promover cultivos de cobertura permanente para reducir la erosión y aumentar la biomasa del suelo, la regeneración natural asistida y el uso de especies nativas resistentes a la sequía para estabilizar los terrenos e incrementar la biodiversidad; incorporar abonos orgánicos y verdes para restablecer la estabilidad del suelo; implementar medidas estructurales como terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas para reducir la escorrentía y la pérdida de suelo en terrenos inclinados; promover la cosecha de agua lluvia y sistemas de riego eficientes para evitar la salinización, como medida de adaptación al cambio climático; formular y ejecutar programas para la gestión del riesgo de desastres naturales.

Por parte de las autoridades ambientales y locales, identificar zonas que puedan ser objeto de protección; elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras.



7.

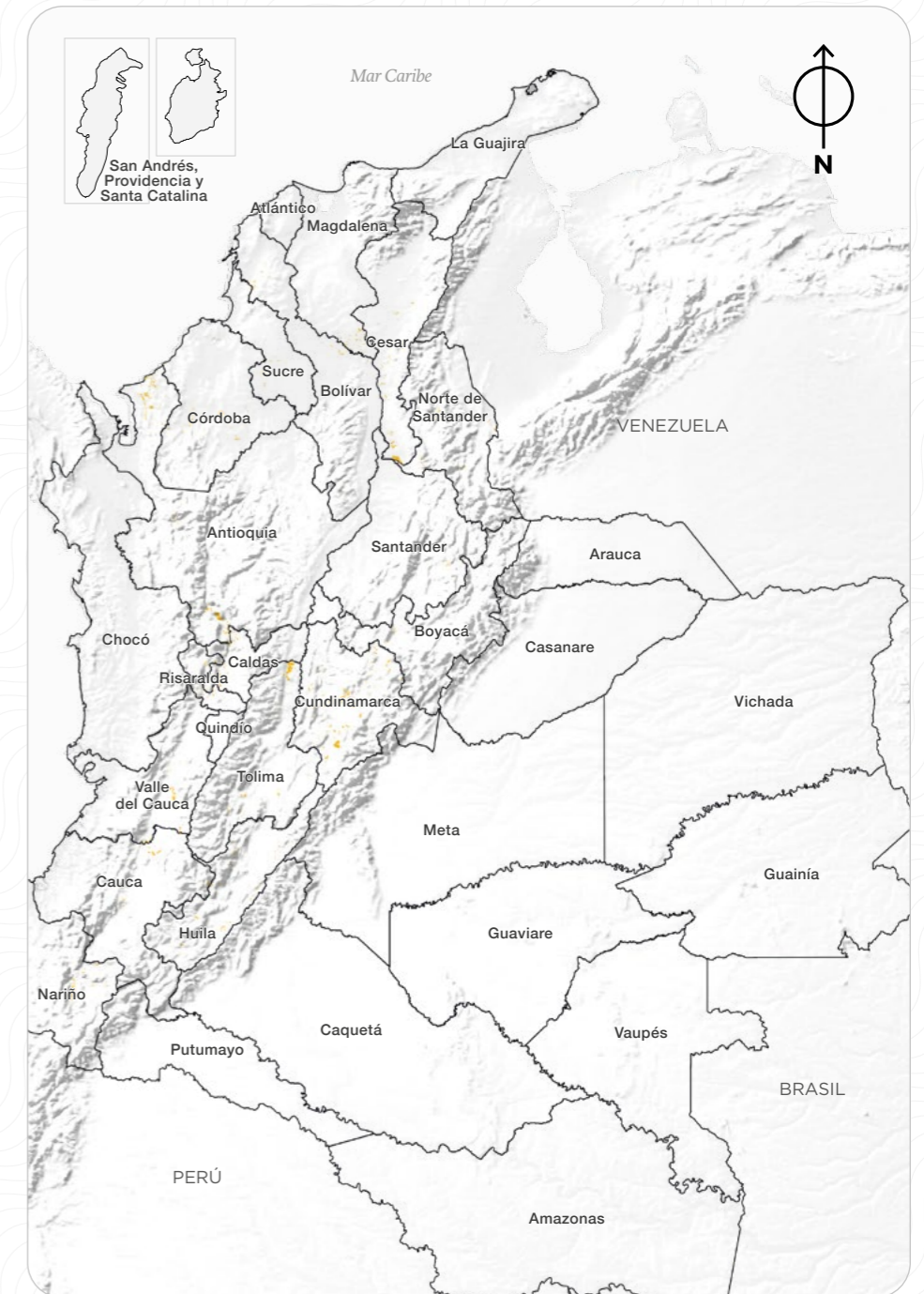
Representación cartográfica

Figura 22. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RH-4 relacionado con rehabilitación

Unidad de Gestión: Rehabilitación
Grupo de manejo: RH-4

RECUPERACIÓN

RC-1

Recuperación en áreas con procesos de degradación biológica

3.413.204,3 ha

equivalente al 11,1 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones Caribe y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Este grupo presenta procesos de degradación de suelos en grado severo y moderado, dominados por la pérdida de materia orgánica, debido a transformaciones fuertes de la cobertura vegetal que afectan sus servicios ambientales. Actualmente se encuentra en coberturas dominadas por pastos, zonas de cultivos y algunos sectores de mosaicos de pastos y cultivos o vegetación secundaria, que requieren acciones y actividades de recuperación productiva y ecológica fuertes.

2. Procesos de degradación

Biológico (pérdida de materia orgánica): severo a moderado, asociado a transformaciones fuertes de coberturas vegetales naturales y movimientos de la capa superficial del suelo.

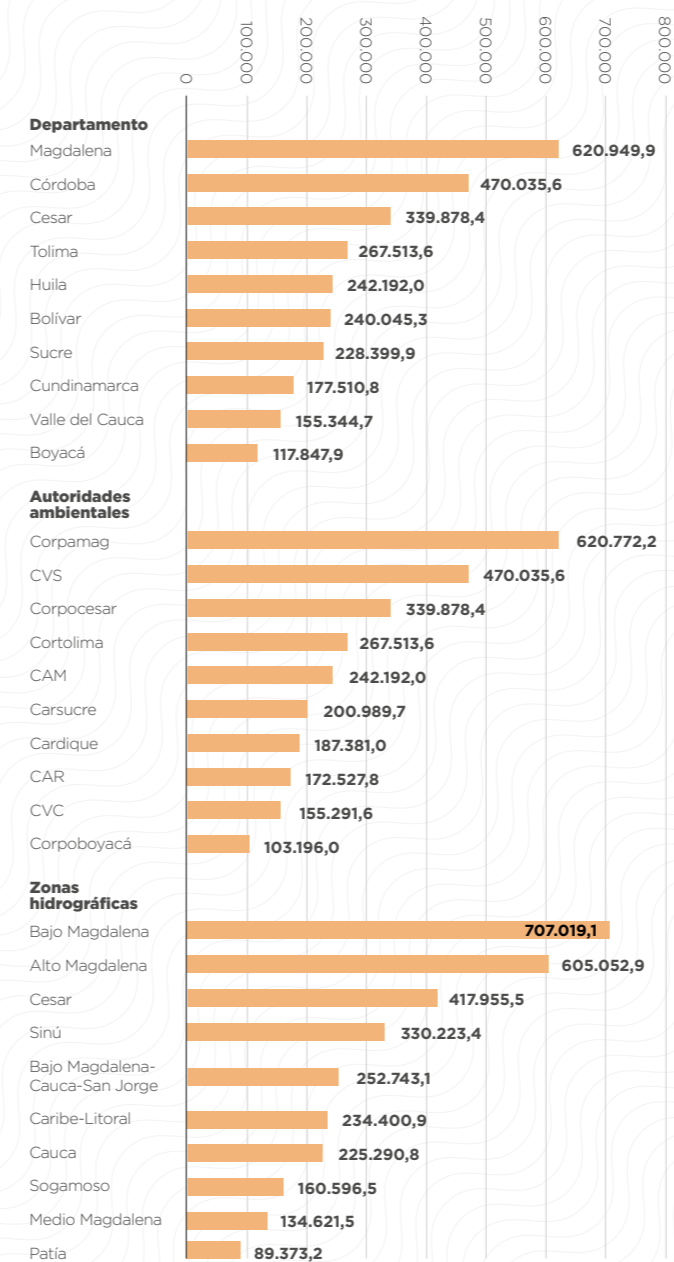
Se presentan pequeños sectores con otros procesos de degradación, como erosión, compactación y movimientos en masa dispersos.

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de los suelos en esta unidad se relacionan con:

- Deforestación
- Praderización
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Sobrepastoreo
- Construcción de infraestructura
- Actividades de minería superficial con amplio descapote
- Sequías extremas y variabilidad climática

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Recuperar los efectos de la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Recuperar los servicios de los ecosistemas
- Recuperar hábitats para la biodiversidad
- Mitigar efectos del cambio climático

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas agronómicas
- Medidas de manejo

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de uso de la tierra
- Revegetalización (cobertura de árboles y arbustos nativos)
- Mejoramiento mediante sistemas agroforestales o silvopastoriles
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Mejorar el almacenamiento de carbono con coberturas permanentes
- Recuperar la biodiversidad asociada a la producción
- Recuperar la humedad del suelo y el ciclo hidrológico mediante coberturas del suelo



6.

Recomendaciones

Se recomienda promover proyectos de recuperación de suelos e implementar prácticas de reconversión productiva, como sistemas silvopastoriles con especies arbóreas nativas, baja carga de ganado y, en la medida de lo posible, el almacenamiento y cosecha de agua; fomentar la regeneración natural asistida y el uso de especies nativas resistentes a la sequía para estabilizar el suelo e incrementar la biodiversidad; implementar medidas estructurales como terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas para reducir la escorrentía y la pérdida de suelo en terrenos inclinados; promover la cosecha de agua lluvia y sistemas de riego eficientes como medida de adaptación al cambio climático.

Por parte de las autoridades ambientales, identificar zonas que puedan ser objeto de restauración ecológica; elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las tierras.



7.

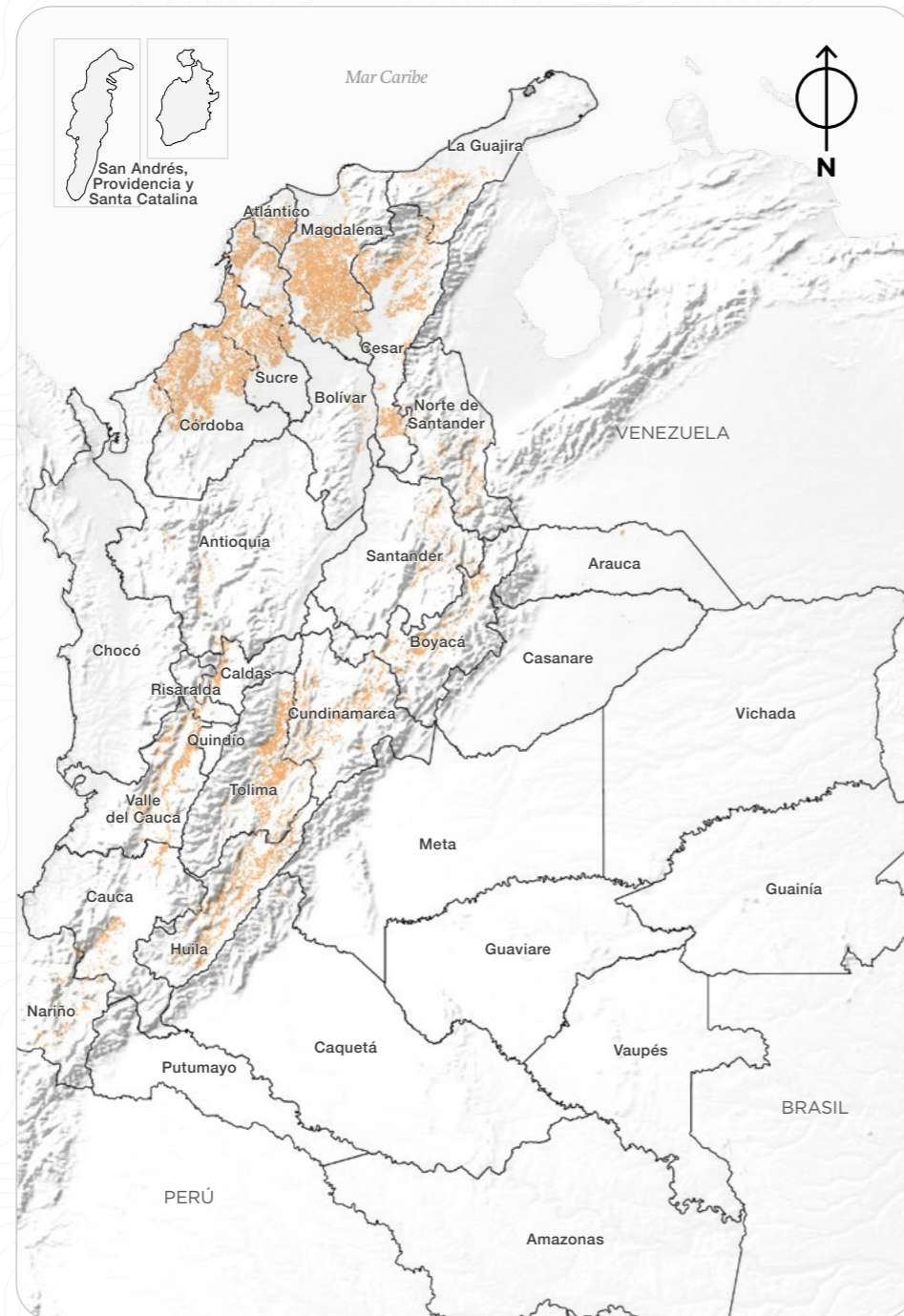
Representación cartográfica

Figura 23. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RC-1 relacionado con recuperación

Unidad de Gestión: Recuperación
Grupo de manejo: RC-1

RECUPERACIÓN**RC-2**

Recuperación en áreas con procesos de degradación física y física biológica

2.506.777,3 ha

equivalente al 8,2 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, en las regiones Caribe y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos en grado severo y moderado, como erosión y pérdida de materia orgánica. Actualmente se encuentran en coberturas de pastos y cultivos, mosaicos de vegetación secundaria con pastos o cultivos, o en áreas con actividades de minería, que requieren acciones y actividades de recuperación de los suelos de intensidad moderada y fuerte.

2. Procesos de degradación

Físico (erosión): laminar, terraceo, surcos y cárcavas; grado severo y moderado.

Biológico (pérdida de materia orgánica): severo.

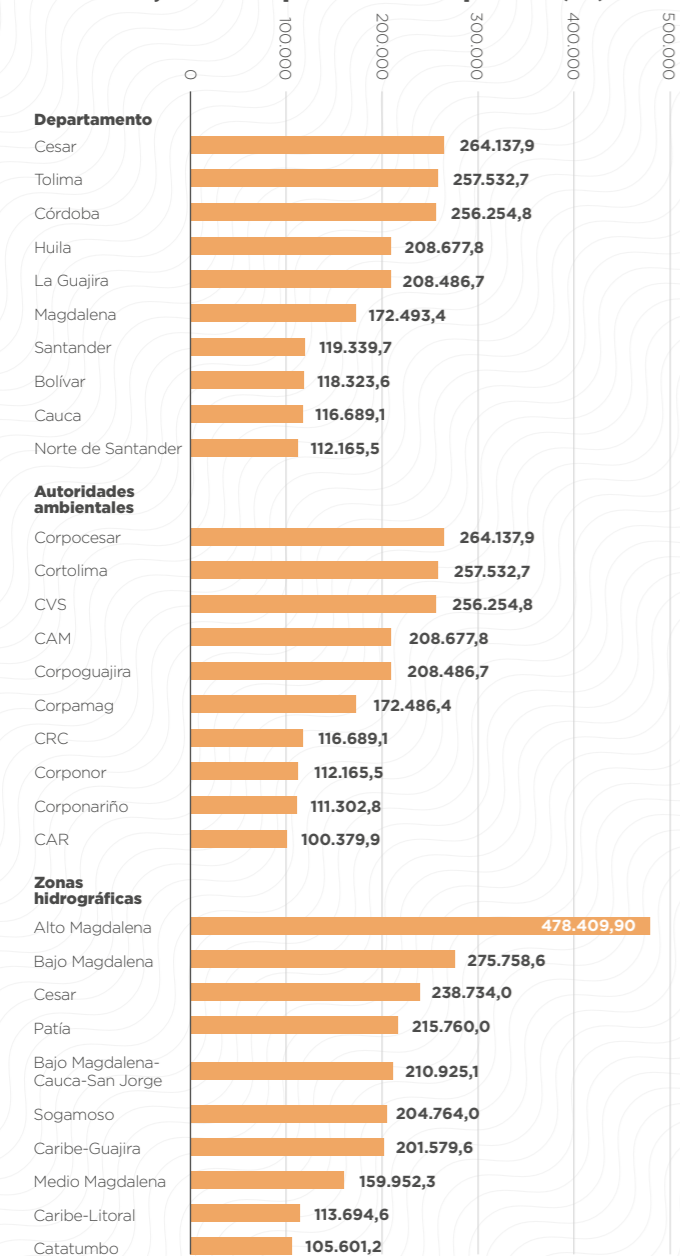
También pueden presentarse otros procesos de degradación de forma sectorizada, como compactación, sellamiento y movimientos en masa dispersos (solifluxión, deslizamientos y desplomes).

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de los suelos en esta unidad se relacionan con:

- Deforestación
- Praderización
- Sobrepastoreo
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Manejo inadecuado de las pasturas
- Actividades mineras no sostenibles
- Sequías extremas y variabilidad climática

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia

5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Recuperación de los efectos de la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Recuperación de los servicios de los ecosistemas
- Recuperar hábitats para la biodiversidad
- Mitigar efectos del cambio climático

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas agronómicas
- Medidas de manejo
- Medidas estructurales

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de uso de la tierra
- Cambio en prácticas y nivel intensidad de uso
- Revegetalización con árboles y arbustos
- Descanso de las tierras, las barreras vivas
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Manejo de aguas de escorrentía
- Terrazas, canales y acequias de ladera
- Protección con gaviones y barreras vivas y muertas
- Manejo de aguas subterráneas
- Aumento del contenido de materia orgánica
- Incorporación de elementos de la biodiversidad
- Promoción del aumento de la humedad del suelo y mejoramiento del ciclo hidrológico
- Reducción del riesgo de desastres basada en biomímesis



6. Recomendaciones

Se recomienda formular e implementar proyectos de recuperación de suelos mediante la reconversión hacia sistemas de agroforestería o silvopastoralismo para restablecer la estabilidad del terreno; promover cultivos de cobertura abundante y permanente que aumenten la biomasa del suelo; fomentar la regeneración natural asistida; promover el uso de especies nativas resistentes a la sequía para incrementar la biodiversidad; promover la cosecha de agua lluvia y sistemas de riego eficientes como medida de adaptación al cambio climático; realizar control de la escorrentía superficial y manejo de la humedad del suelo; formular y ejecutar programas para el manejo de desastres naturales.

Por parte de las autoridades ambientales regionales y locales, identificar sectores que puedan ser objeto de protección y elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y aguas.



7. Representación cartográfica

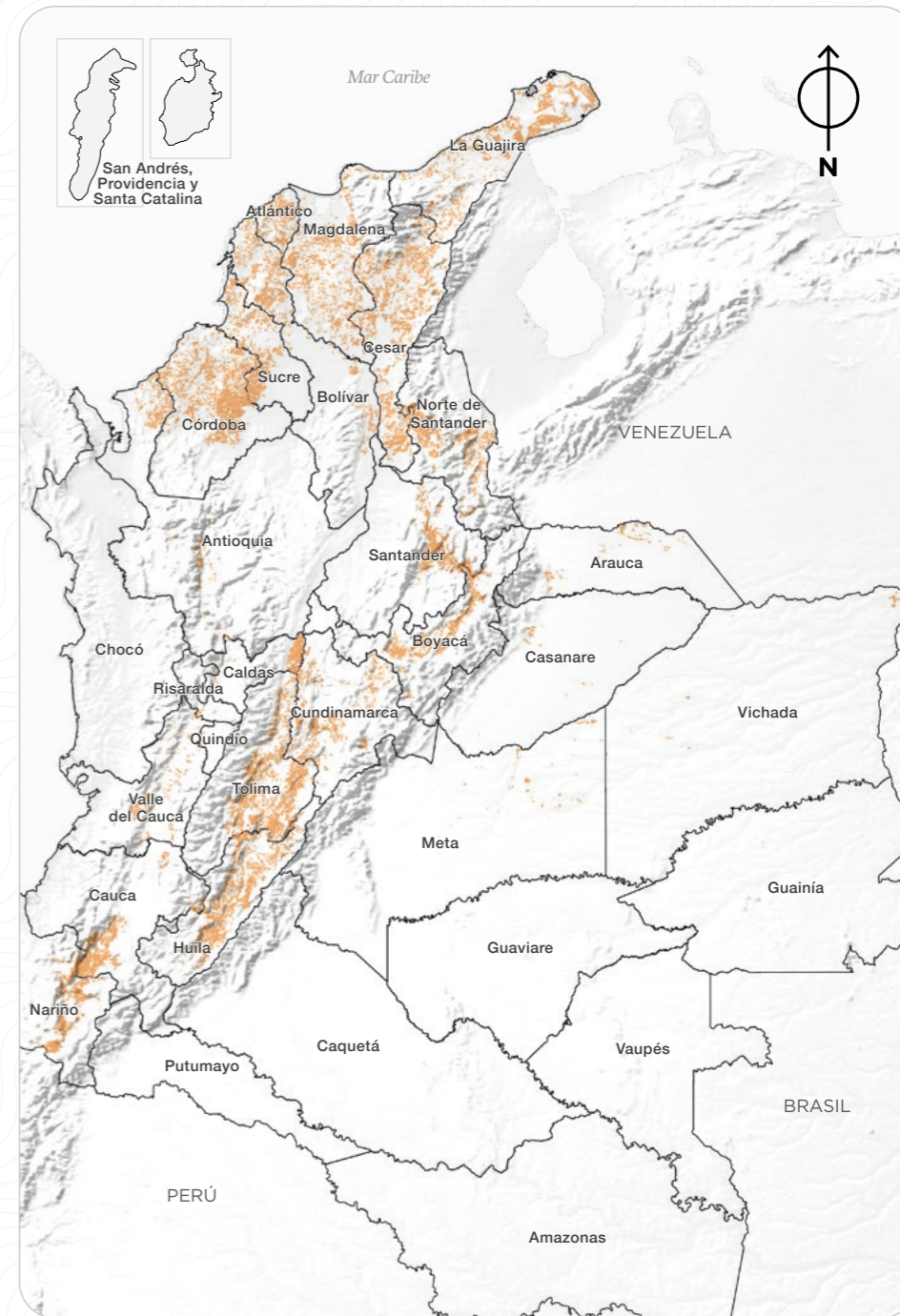


Figura 24. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RC-2 relacionado con recuperación

Unidad de Gestión: Recuperación
Grupo de manejo: RC-2

Lineamientos técnicos para la gestión sostenible de la degradación de suelos por desertificación en Colombia

RECUPERACIÓN

RC-3

Recuperación en áreas con procesos de degradación química y química biológica

1.627.570,7 ha

equivalente al 5,3 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en el Caribe y los valles interandinos.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos asociados a la desertificación en grado moderado y severo, acompañados de salinización ligera y moderada, pérdida de materia orgánica y transformación de la cobertura vegetal, con afectación de los ecosistemas. Actualmente se encuentran en coberturas arbustivas y herbáceas, bosques fragmentados con vegetación secundaria, cultivos, pastos para ganadería y territorios agrícolas, que requieren acciones y actividades de restauración ecológica de intensidad moderada y fuerte.

2. Procesos de degradación

Químico (salinización): sodificación, alcalización e incremento de sales de calcio, magnesio y sulfato-ácidos; grado severo y moderado.

Biológico (pérdida de materia orgánica): severo.

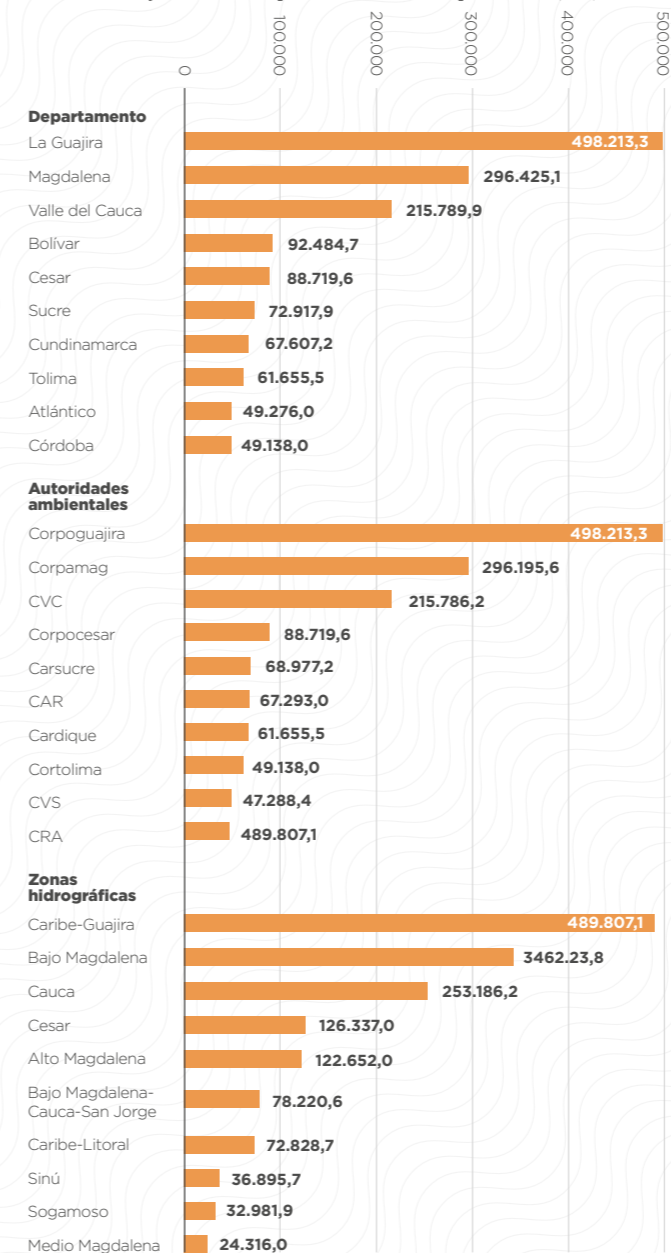
Susceptibilidad a la desertificación: alta y muy alta.

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de los suelos en esta unidad se relacionan con:

- Establecimiento de cultivos y ganadería en zonas no aptas
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Sobrepastoreo
- Uso excesivo de fertilizantes químicos
- Actividades mineras
- Manejo inadecuado de los sistemas de riego
- Uso frecuente de enmiendas del suelo (encalamiento)
- Sequías extremas y variabilidad climática

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Recuperar los efectos de la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Recuperar los servicios de los ecosistemas
- Recuperar los hábitats de la biodiversidad
- Mitigar efectos del cambio climático

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas agronómicas
- Medidas de manejo

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de uso de la tierra según tolerancia a la salinización
- Cambios en las prácticas y nivel de uso (fertilización y riego)
- Reemplazo de especies foráneas e invasoras
- Descompactación del suelo
- Aplicación de abonos orgánicos y verdes
- Labranza cero o mínima
- Rotación de cultivos y potreros
- Manejo de aguas (calidad, riego y drenaje)
- Manejo de aguas subterráneas o contaminadas
- Biorremediación, aplicación de enmiendas orgánicas y químicas
- Siembra de cultivos tolerantes a la salinidad



6.

Recomendaciones

Se recomienda formular e implementar proyectos de recuperación de suelos con énfasis en el manejo del agua y de los agroquímicos. Fomentar prácticas de rotación de cultivos, mayor uso de abonos orgánicos, labranza mínima y riego con aguas de baja salinidad. Promover cultivos de cobertura para aumentar la biomasa del suelo, incorporar abonos verdes y establecer periodos de descanso en los lotes. Incrementar el uso de especies nativas tolerantes a la sequía y a la salinidad para aumentar la biodiversidad; si es necesario, implementar medidas estructurales como terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas para reducir la escorrentía y la acumulación de sales.

Por parte de las autoridades ambientales regionales y locales, elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las aguas.



7.

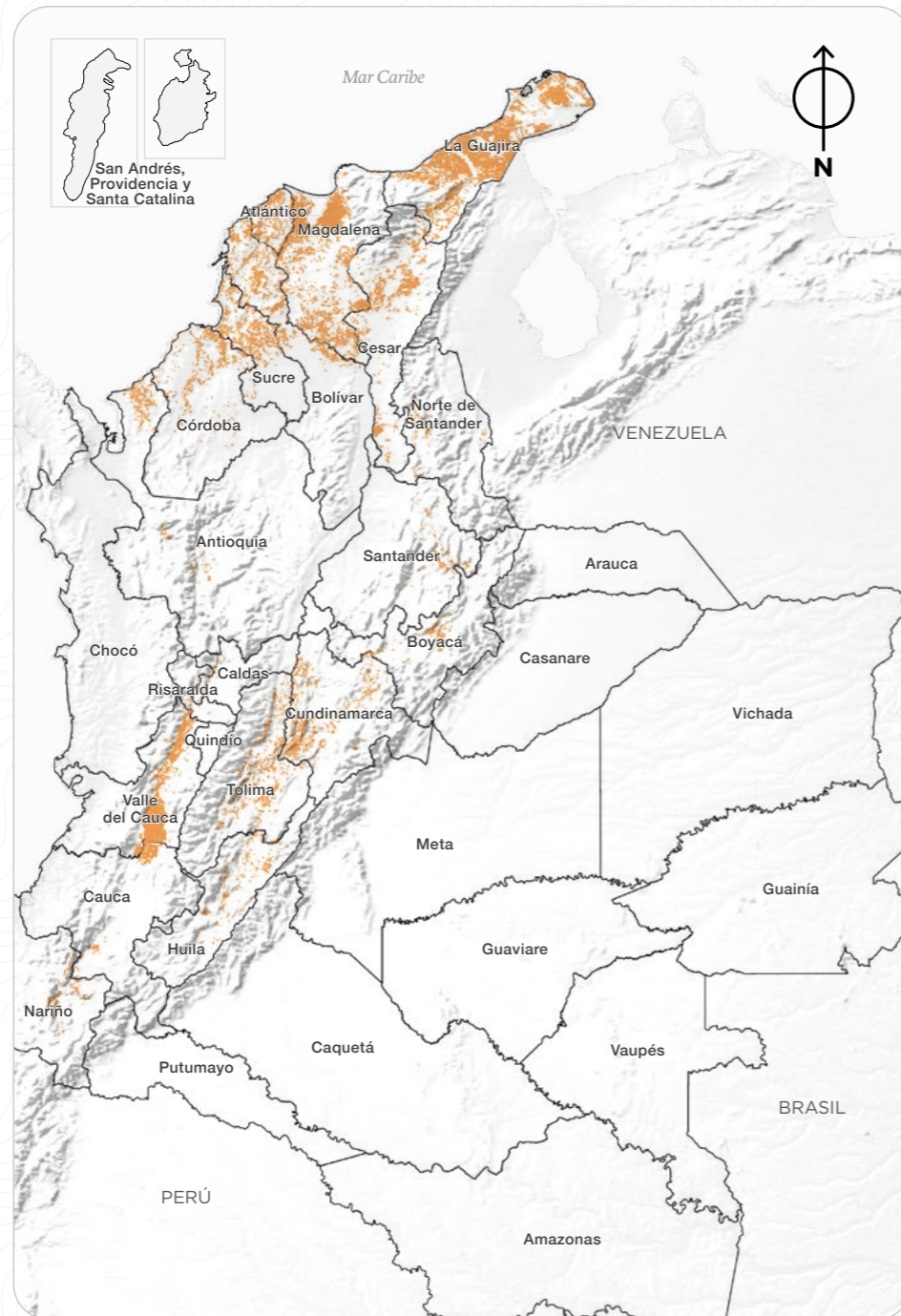
Representación cartográfica

Figura 25. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RC-3 relacionado con recuperación

Unidad de Gestión: Recuperación
Grupo de manejo: RC-3

RECUPERACIÓN**RC-4**

Recuperación en áreas con procesos de degradación física, química y física química biológica

521.766,3 ha

equivalente al 1,7 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en sectores de las regiones Caribe y Andina.

1.**Descripción del grupo de manejo**

Este grupo de manejo agrupa zonas con procesos sinérgicos o acumulativos de degradación de suelos por erosión, salinización y pérdida de materia orgánica, en grado severo y moderado, y con susceptibilidad a la desertificación alta y muy alta. Actualmente se encuentran en cultivos, pastos para ganadería y actividades mineras, que requieren acciones y actividades de recuperación ecológica y productiva de intensidad fuerte y muy fuerte.

2.**Procesos de degradación**

Físico (erosión): laminar, terraceo, surcos y cárcavas; grado severo.

Químico (salinización): alcalización, sodificación e incremento de sales de calcio y magnesio; grado severo.

Biológico (pérdida de materia orgánica): grados severo y moderado.

Susceptibilidad a la desertificación: alta y muy alta.

También se pueden presentar otros procesos de degradación, como compactación por tránsito de ganado y movimientos en masa dispersos (deslizamientos).

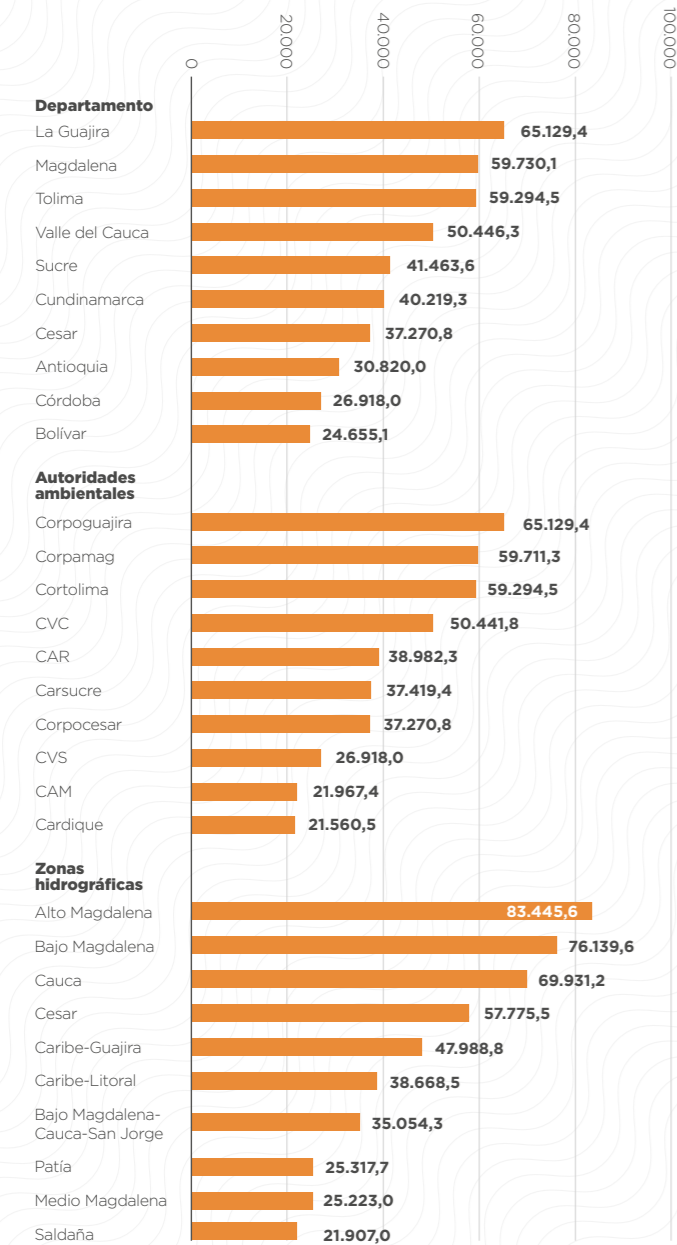
3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de los suelos en esta unidad se relacionan con:

- Deforestación
- Establecimiento de cultivos y ganadería en zonas no aptas
- Prácticas agropecuarias inapropiadas
- Praderización y sobrepastoreo
- Manejo inadecuado del pastoreo de ganado
- Uso excesivo de agroquímicos
- Contaminación del suelo por vertimientos
- Uso ineficiente de sistemas de riego
- Actividades mineras no sostenibles
- Construcción de infraestructura
- Sequías extremas y variabilidad climática

4.

Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5.

Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Recuperar los efectos de la degradación del suelo (suelo, agua y vegetación)
- Recuperar los servicios de los ecosistemas
- Recuperar los hábitats de la biodiversidad
- Mitigación del cambio climático

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas agronómicas
- Medidas de manejo
- Medidas estructurales

Medidas de gestión / manejo

- Cambio de uso de la tierra
- Cambio en las prácticas y nivel de uso
- Revegetalización (cubierta de árboles y arbustos)
- Reemplazo de especies foráneas e invasoras
- Incorporación de abonos verdes y orgánicos
- Descompactación del suelo
- Labranza cero o mínima
- Disminución del uso de fertilizantes químicos
- Terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas
- Manejo del agua de escorrentía (zanjas, canales y acequias)
- Cosechas de agua
- Manejo de desperdicios y aguas residuales
- Manejo de aguas subterráneas y de riego



6.

Recomendaciones

Se recomienda formular e implementar proyectos de recuperación de suelos mediante la reconstrucción del suelo y la reconversión hacia sistemas productivos con prácticas sostenibles, incluidos sistemas de agroforestería. Fomentar la rotación de cultivos y potreros, mayor uso de abonos orgánicos y verdes, labranza cero o mínima y sistemas eficientes de riego que permitan restablecer la estabilidad del terreno. Promover coberturas vegetales o cultivos de biomasa abundante y permanente que aumenten la biomasa y mejoren la estabilidad estructural del suelo. Incrementar el uso de especies nativas resistentes a la sequía y la regeneración natural asistida para aumentar la biodiversidad. Promover el uso eficiente del agua mediante cosechas de agua lluvia, pocetas, terrazas, zanjas de infiltración y barreras vegetativas para reducir la escorrentía y mejorar la humedad del suelo. Formular y ejecutar programas para la gestión del riesgo de desastres naturales.

Por parte de las autoridades ambientales regionales y locales, identificar sectores que puedan ser objeto de protección y restauración; además, elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos y las aguas a nivel local.



7.

Representación cartográfica

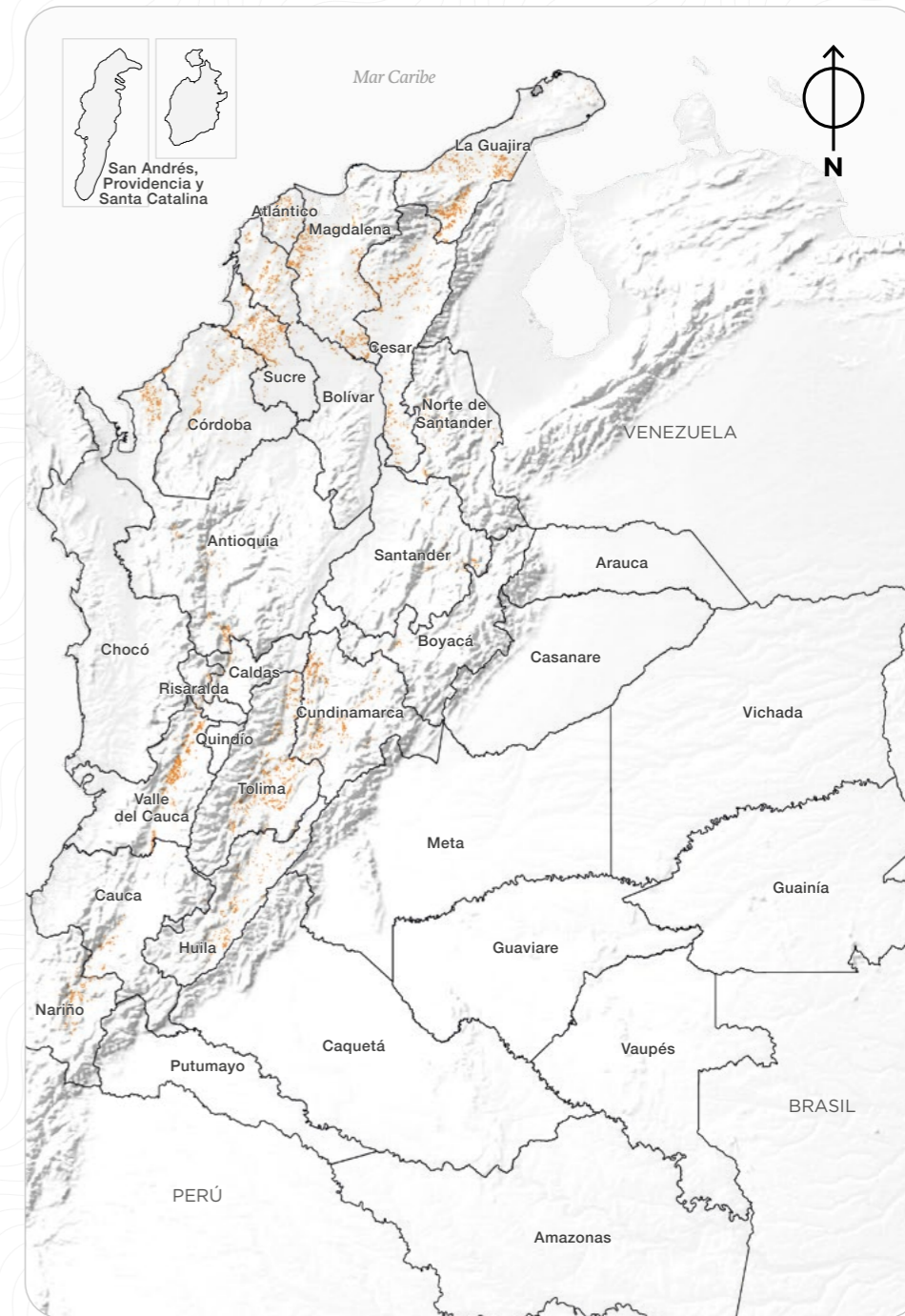


Figura 26. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo RC-4 relacionado con recuperación

Unidad de Gestión: Recuperación
Grupo de manejo: RC-4

ADAPTACIÓN

AD-2

Adaptación en áreas con procesos de degradación física y biológica

508.091,8 ha

equivalente al 1,6 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, principalmente en las regiones Caribe y Andina.

1. Descripción del grupo de manejo

Estas áreas presentan procesos de degradación de suelos en grado muy severo o severo, con susceptibilidad muy alta a la desertificación. Los principales procesos son la erosión en cárcavas y surcos y la pérdida significativa de materia orgánica en los suelos, debido a cambios fuertes de la cobertura vegetal y a actividades agrícolas, pecuarias y mineras altamente inapropiadas. Actualmente se encuentran en coberturas de tierras desnudas y degradadas, zonas de extracción minera, instalaciones recreativas, tejido urbano discontinuo y pastos limpios malos, que requieren acciones y actividades de adaptación ecológica o recuperación sectorizada.

2. Procesos de degradación







Físico (erosión): cárcavas y surcos; grado muy severo y severo.

Biológico (pérdida de materia orgánica): muy severo.

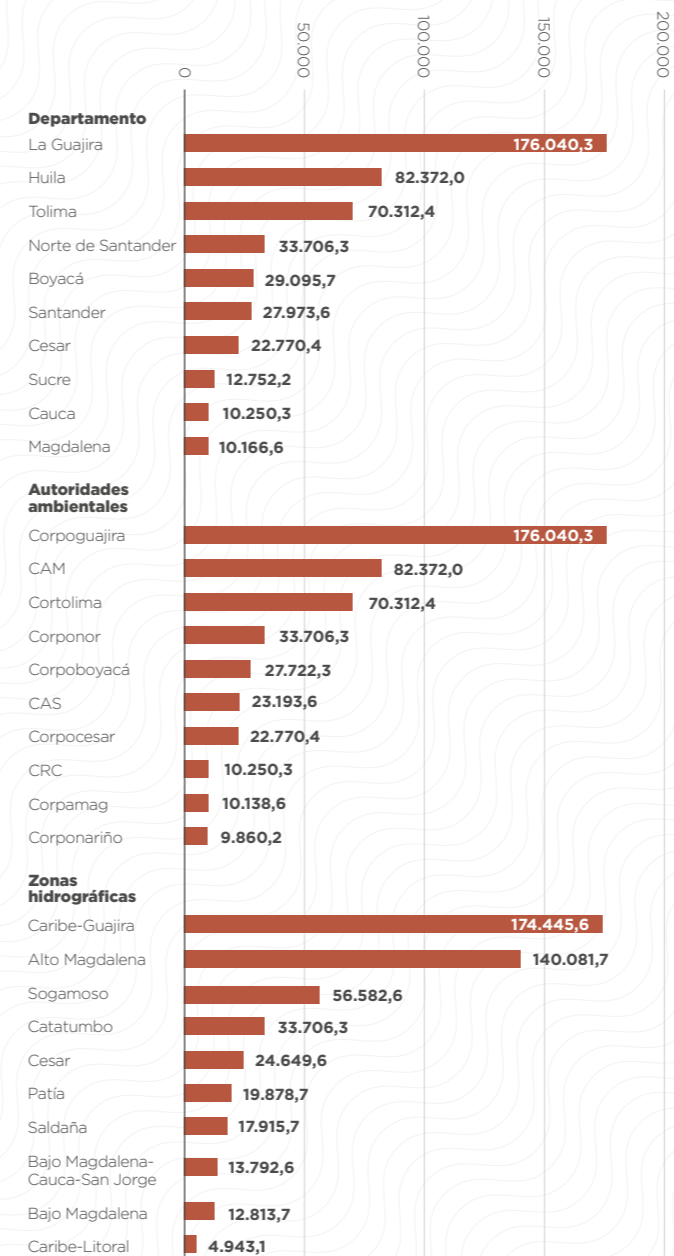
Además, se presentan otros procesos de degradación, como compactación, sellamiento y movimientos en masa dispersos (deslizamientos).

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de los suelos en esta unidad se relacionan con:

-  Deforestación
-  Prácticas agropecuarias altamente inapropiadas
-  Actividades de minería superficial
-  Sobrepastoreo extremo
-  Sequías extremas y variabilidad climática
-  Construcción de infraestructura

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)







5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Reducir el riesgo de desastres
- Reconstrucción de los servicios de los ecosistemas
- Recuperar la biodiversidad
- Adaptarse al cambio climático y sus impactos

Grupo de medidas

-  Medidas vegetativas
-  Medidas agronómicas
-  Medidas de manejo
-  Medidas estructurales

Medidas de gestión / manejo

- Incorporación de materiales orgánicos o abonos verdes
- Revegetalización (introducción de árboles y arbustos)
- Reconformación geomorfológica
- Descompactación de los materiales del suelo y regolito
- Adaptación a otras actividades sostenibles (turismo, minería y paisajismo)
- Obras de infraestructura para recuperar material de suelo y humedad



6. Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios detallados a nivel local en sectores priorizados de este grupo de manejo, en particular para identificar las causas directas e indirectas que han generado la degradación muy severa. Fomentar proyectos de soluciones basadas en la naturaleza que involucren a las comunidades locales en la toma de decisiones sobre prácticas de adaptación, recuperación o restauración ecológica y en el restablecimiento de los servicios ecosistémicos. Implementar prácticas de adaptación a las condiciones de degradación, como ecoturismo, paisajismo o sistemas productivos resistentes a la sequía. Iniciar de manera gradual la recuperación de sectores para rehabilitar la producción o avanzar en la restauración ecológica, mediante el diseño de terrazas para retención de sedimentos, canales y pocetas de captación de agua lluvia, revegetalización con especies nativas resistentes, entre otras acciones.

Establecer estrategias entre las autoridades ambientales, gobernaciones, alcaldías, academia y otras entidades regionales y locales para elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos a nivel local o sectorial.



7. Representación cartográfica

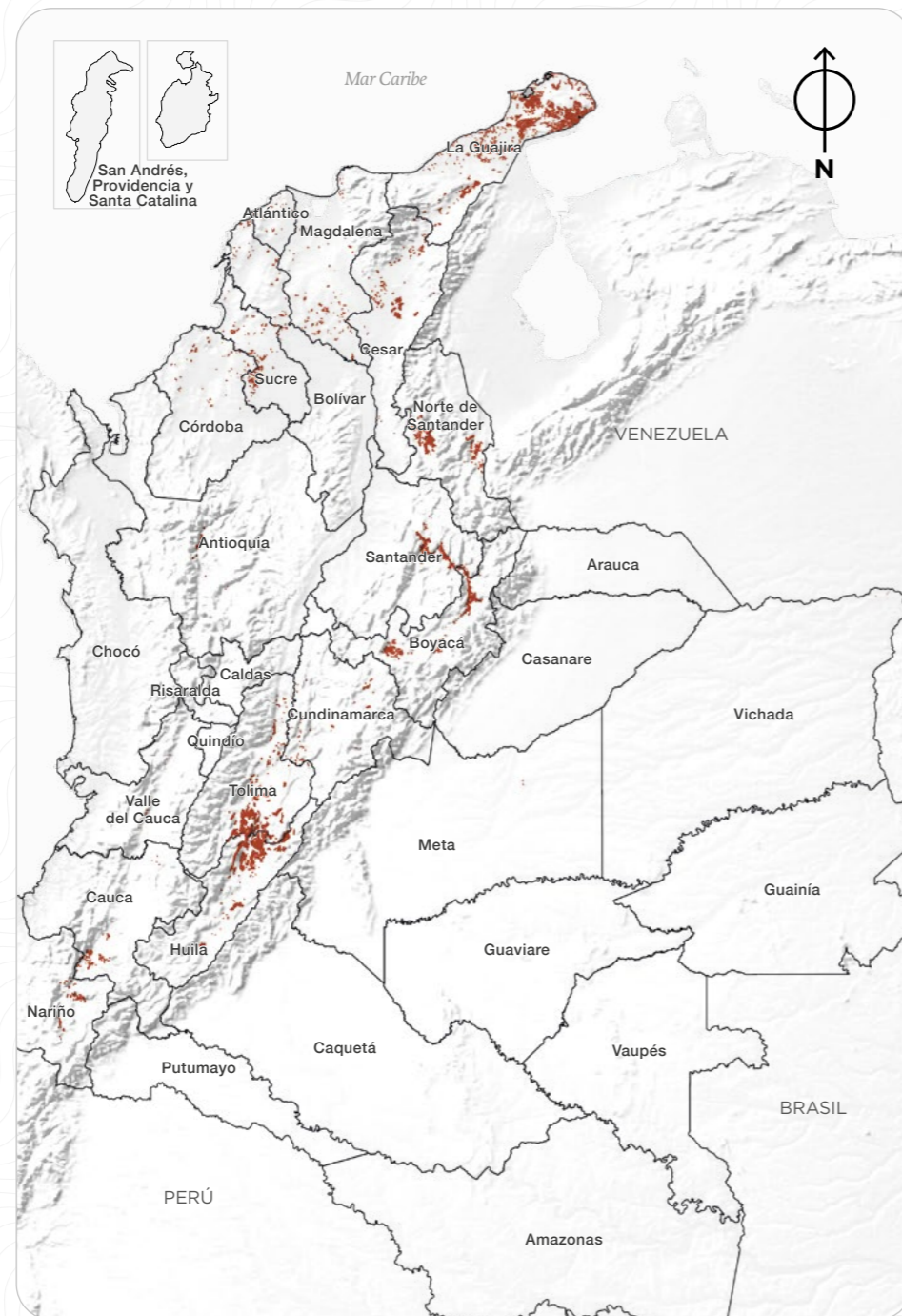


Figura 27. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo AD-2 relacionado con adaptación

Unidad de Gestión: Adaptación
Grupo de manejo: AD-2

ADAPTACIÓN

AD-4

Adaptación en áreas con procesos de degradación física, química y biológica

510.859,3 ha

equivalente al 1,6 % de las zonas áridas, semiáridas y subhúmedas secas del país, ubicadas en su mayoría en La Guajira.

1. Descripción del grupo de manejo

Este grupo de manejo agrupa zonas con procesos de degradación de suelos en grado muy severo y severo, con susceptibilidad muy alta a la desertificación. En esta unidad confluyen los principales procesos de degradación: erosión, salinización y pérdida de materia orgánica, lo que genera deterioro total de los servicios ambientales. Actualmente se encuentran en coberturas de tierras desnudas y degradadas, zonas de extracción minera y pastos limpios muy malos. En estas zonas se requieren acciones y actividades de adaptación ecológica o recuperación sectorizada.

2. Procesos de degradación

Físico (erosión): cárcavas y surcos; grado muy severo y severo.

Químico (salinización): incrementos significativos de sales de sodio, calcio, magnesio, sulfatos y carbonatos, y alcalinización; en grado muy severo y severo.

Biológico (pérdida de materia orgánica): grado muy severo y severo.

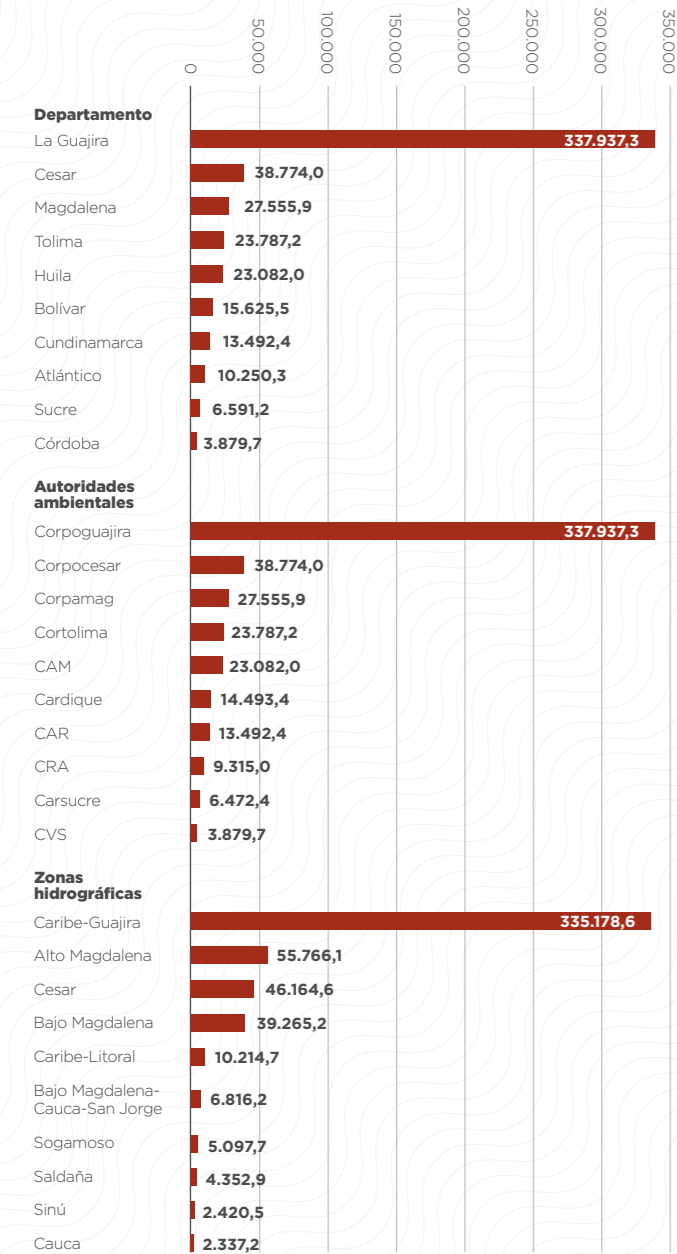
Además, se presentan otros procesos de degradación, como compactación, contaminación y movimientos en masa dispersos (deslizamientos).

3. Causas de la degradación

Las principales causas de la degradación de los suelos en esta unidad se relacionan con:

- Deforestación
- Prácticas agropecuarias altamente inapropiadas
- Actividades de minería superficial
- Sobrepastoreo extremo
- Sequías extremas y variabilidad climática
- Construcción de infraestructura
- Contaminación del suelo por vertimientos
- Uso excesivo de aguas subterráneas salinas

4. Estadísticas, 10 más importantes en superficie (ha)



5. Prácticas y medidas recomendadas para gestión

Propósito de gestión sostenible

- Reducir el riesgo de desastres
- Conservar los ecosistemas
- Preservar y mejorar la biodiversidad
- Adaptarse al cambio climático y sus impactos

Grupo de medidas

- Medidas vegetativas
- Medidas agronómicas
- Medidas de manejo
- Medidas estructurales

Medidas de gestión / manejo

- Incorporación de materiales orgánicos o verdes
- Revegetalización (introducción de árboles y arbustos)
- Reconformación geomorfológica
- Descompactación de los materiales del suelo y regolito
- Adaptación a otras actividades sostenibles (turismo, minería y paisajismo)
- Obras de infraestructura para recuperar material de suelo y humedad
- Biorremediación y fitorremediación



6. Recomendaciones

Se recomienda realizar estudios detallados a nivel local en sectores priorizados de este grupo de manejo, en particular para identificar las causas directas e indirectas que han generado la degradación muy severa. Fomentar proyectos de soluciones basadas en la naturaleza que involucren a las comunidades locales en la toma de decisiones sobre prácticas de adaptación, recuperación o restauración ecológica y el restablecimiento de los servicios ecosistémicos. Implementar prácticas de adaptación a las condiciones de degradación, como ecoturismo, paisajismo, reconformación geomorfológica o sistemas productivos resistentes a la sequía. Iniciar de manera gradual la recuperación de sectores para rehabilitar la producción o avanzar en la restauración ecológica, mediante el diseño de terrazas para retención de sedimentos, canales y pocetas de captación de agua lluvia, revegetalización con especies nativas resistentes y biorremediación, entre otras acciones.

Establecer estrategias entre las autoridades ambientales, gobernaciones, alcaldías, academia y otras entidades regionales y locales para elaborar e implementar el plan de monitoreo y seguimiento de la degradación de los suelos a nivel local o sectorial.



7. Representación cartográfica

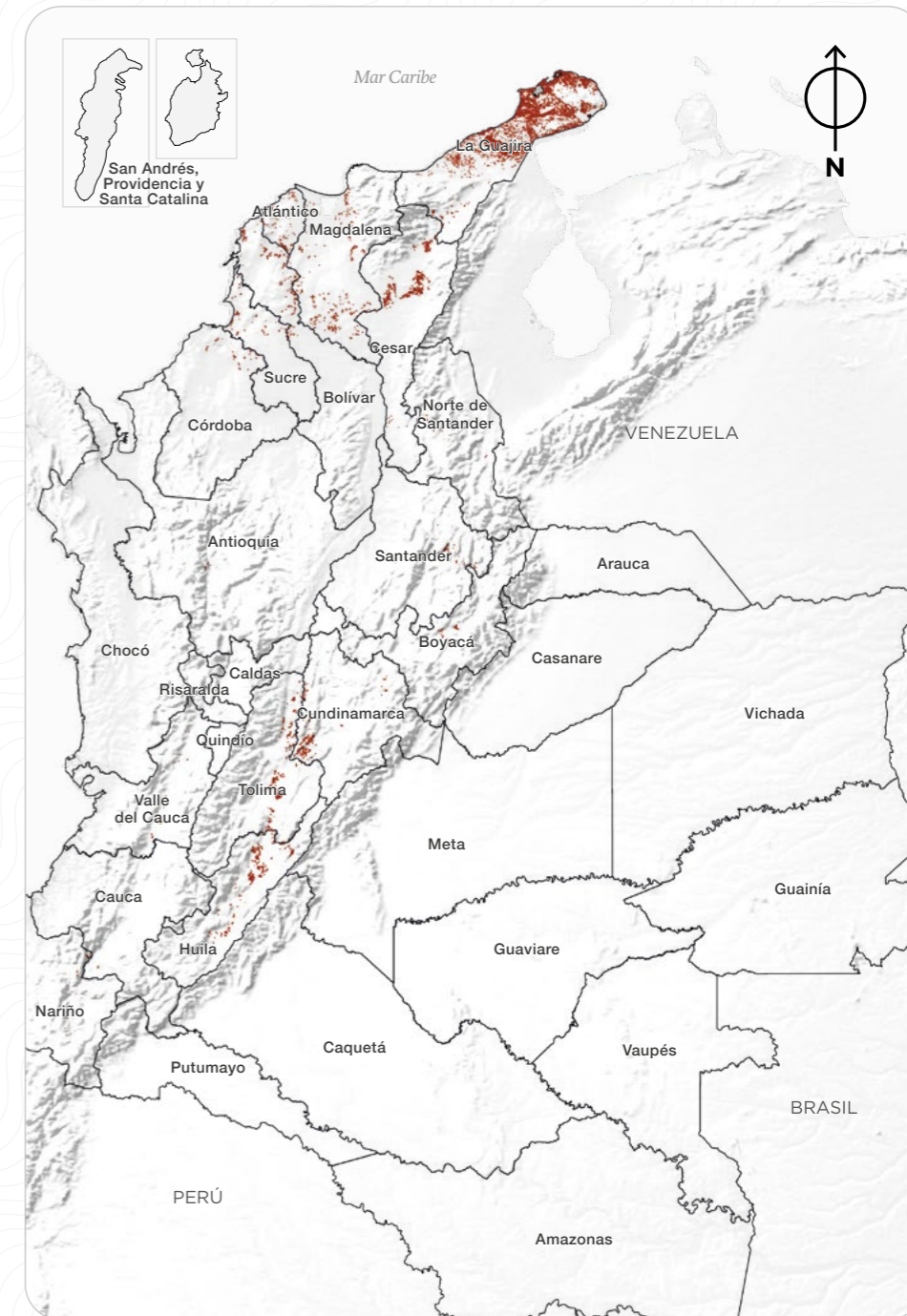


Figura 28. Representación espacial de las áreas del grupo de manejo AD-4 relacionado con adaptación

Unidad de Gestión: Adaptación
Grupo de manejo: AD-4

Capítulo V

Estrategias y experiencias de gestión técnica sostenible de suelos en Colombia



Estrategias relacionadas para gestión sostenible del suelo

En Colombia se han formulado diversas estrategias para combatir la degradación de los suelos, derivadas de políticas estatales e implementadas mediante programas en distintas instituciones. También existen iniciativas provenientes de ONG o de particulares. A continuación, se describen algunas de estas iniciativas y estrategias.



Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas (PNR)

El Plan Nacional de Restauración Ecológica, Rehabilitación y Recuperación de Áreas Degradadas (PNR) (MADS, 2015) es un instrumento de planificación elaborado por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. El plan tiene como objetivo orientar y promover procesos integrales de restauración ecológica que busquen recuperar condiciones de los ecosistemas, como su estructura, composición o funciones, y garantizar la prestación de servicios ecosistémicos en áreas degradadas de especial importancia ecológica para el país.

Ante las condiciones de deterioro del territorio, surgió la necesidad de elaborar el Plan Nacional de Restauración, que sirve como marco de referencia para adelantar acciones orientadas a contrarrestar los efectos negativos acumulados que han

deteriorado los ecosistemas, incluidos los suelos, y la calidad de vida de las comunidades humanas, mediante actividades de restauración ecológica, rehabilitación y recuperación.

Las zonas prioritarias para la restauración ecológica, según el PNR, son ámbitos del territorio identificados mediante criterios biofísicos, ecológicos y socioinstitucionales para orientar intervenciones de restauración, rehabilitación y recuperación en las que la degradación de ecosistemas es crítica o estratégica para la conectividad y los servicios ecosistémicos. El PNR define propósitos, fases y lineamientos técnicos (incluidas guías por ecosistema, como bosque seco y sabanas) para planear y ejecutar procesos de restauración con estándares y seguimiento (MADS, 2015).

El plan trabaja sobre 3 frentes: restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas degradadas:

La restauración ecológica busca los siguientes propósitos de cara a la conservación de los suelos:

- A. Restauración ecológica:** las acciones de este frente dan como resultado un ecosistema autosostenible, lo que garantiza la conservación de las especies y los bienes y servicios. En este caso, el ecosistema debe regresar a una condición similar a la que tenía antes de la degradación.
- B. Rehabilitación:** los sistemas rehabilitados deben ser autosostenibles, preservar algunas especies y mantener los servicios ecosistémicos. No es necesario recuperar la composición original.
- C. Recuperación o reclamación:** por lo general, los ecosistemas resultantes no son autosostenibles y no se parecen al sistema previo a su afectación.

- Reducir la erosión, estabilizar agregados y evitar pérdidas de capa fértil.
- Aumentar la infiltración y la retención de humedad, mejorar la estructura del suelo para la retención del agua, lo cual es clave en zonas secas.
- Recuperar la materia orgánica y la biota del suelo, favorecer la fertilidad y la resiliencia frente a eventos de variabilidad climática como las sequías.



Gestión sostenible en el Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)

Las áreas protegidas reducen presiones (como deforestación, sobrepastoreo y quemas) mediante zonificación, regulación y control, y promueven la preservación, la restauración y el manejo sostenible. Con ello se logra:

- A. Mantener** coberturas vegetales y raíces que disminuyen la erosión y estabilizan agregados del suelo.
- B. Conservar** materia orgánica y ciclos de nutrientes, mejorar la infiltración y la retención de humedad, claves en climas secos.
- C. Resguardar** funciones de los suelos fundamentales (regulación hídrica, control de sedimentos y provisión de hábitat).

Algunas de las áreas protegidas se alinean con el ODS 15 y la meta 15.3: “Gestionar sosteniblemente los bosques, luchar contra la desertificación, detener e invertir la degradación de las tierras, detener la pérdida de biodiversidad”.

El SINAP integra parques nacionales, santuarios de fauna y flora, áreas naturales únicas, reservas

naturales, distritos de manejo integrado, reservas forestales protectoras, parques naturales regionales y reservas de la sociedad civil, entre otras figuras reconocidas por la normativa. Parques Nacionales Naturales coordina el sistema y administra el Sistema de Parques Nacionales Naturales, además de proponer lineamientos para el SINAP (Parques Nacionales Naturales, 2025).

Una de las figuras más importantes de gestión es el Distrito de Conservación de Suelos. Un distrito de conservación de suelos es un entorno geográfico cuyos ecosistemas estratégicos a escala regional continúan desempeñando sus funciones, a pesar de haber experimentado modificaciones en su estructura y composición. Estos ecosistemas son fundamentales para la generación de bienes

y servicios ambientales, cuyos valores naturales y culturales asociados se ofrecen a la población humana con el propósito de destinarlos a su restauración, uso sostenible, preservación, adquisición de conocimiento y disfrute. Actualmente, Colombia cuenta con 21 distritos de conservación de suelos, que abarcan un área geográfica de 148.380,47 hectáreas terrestres (Biodiversidad Colombiana, 2025).



Plan de Ordenamiento Productivo y Social de la Propiedad Rural

El Plan de Ordenamiento Productivo y Social de la Propiedad Rural (POPSPR) es una herramienta clave en Colombia, liderada por la Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA), que busca armonizar el uso del suelo, la producción agropecuaria, la equidad en el acceso a la tierra y la seguridad jurídica para lograr un desarrollo rural sostenible, e integrar aspectos técnicos, sociales y ambientales de forma participativa (UPRA, 2018).

Por lo general, estos planes se formulan a nivel nacional y por departamentos, con el fin de orientar la planificación y gestión del ordenamiento productivo y social de la propiedad rural, a través del desarrollo rural agropecuario,

e integrar estrategias y mecanismos de intervención que contribuyan a un equilibrio adecuado entre la producción agropecuaria (agrícola, pecuaria, forestal, acuícola y pesquera), el uso eficiente del suelo y la distribución equitativa y la seguridad jurídica de la tenencia de la tierra, dentro de un marco de sostenibilidad social, ambiental y económica.

Los Planes Departamentales de Ordenamiento Productivo y Social de la Propiedad Rural, formulados por las gobernaciones y gremios bajo la orientación técnica de la UPRA, consideran proyectos de reconversión productiva y prácticas de manejo sostenible. Algunos de los objetivos de estos planes, relacionados con los suelos, son:

- A. Contribuir** al desarrollo rural agropecuario mediante la implementación de sistemas productivos sostenibles y eficientes que conduzcan a la distribución de las tierras rurales de forma equitativa y transparente.
- B. Fomentar** procesos de buenas prácticas agrícolas y pecuarias, en busca de eficiencia productiva sostenible, acorde con la vocación y aptitud de la tierra.
- C. Impulsar** el desarrollo del plan de irrigación para optimizar la producción en las zonas con potencial agropecuario.
- D. Generar** estrategias de protección de los recursos naturales, como el suelo, en zonas de producción agropecuaria.



Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector Agropecuario (PECTIA)

El Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del sector agropecuario (PECTIA) (Corpoica - Minagricultura - Colciencias, 2016) es el plan estratégico nacional que guía la inversión en ciencia, tecnología e innovación para el sector agropecuario colombiano. Su

objetivo es fortalecer el Sistema Nacional de Innovación Agropecuaria (SNIA) y mejorar la competitividad y sostenibilidad del campo. Es liderado por Agrosavia e incluye líneas de acción en innovación tecnológica y extensión agropecuaria.

Los objetivos estratégicos del PECTIA son (Corpoica - Minagricultura - Colciencias, 2016):

- **Objetivo 1:** incrementar la productividad y competitividad de los sistemas productivos agropecuarios para el cambio técnico y la generación de valor, mediante actividades de Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+i) y soluciones enfocadas en las demandas.
- **Objetivo 2:** contribuir a mejorar la seguridad alimentaria mediante actividades de I+D+i, enfocadas en la calidad e inocuidad de los productos agropecuarios y agroindustriales.
- **Objetivo 3:** promover el desarrollo de sistemas productivos ambientalmente sostenibles para la conservación y el manejo adecuado de los recursos naturales.
- **Objetivo 4:** fortalecer el capital social, las capacidades del Sistema Nacional de Ciencia y Tecnología Agroindustrial (SNCTA) y el relacionamiento de sus actores para el cambio técnico y la generación de valor, a través de la gestión del conocimiento en redes y mecanismos de gobernanza, financiación y evaluación.

El objetivo estratégico especifica cómo generar, acumular, socializar y adoptar conocimiento para el cambio técnico necesario en sostenibilidad ambiental y en procesos de adaptación y mitigación frente a las causas y efectos de la variabilidad y el cambio climático.

Proyecto “Uso sostenible y conservación de la biodiversidad en ecosistemas secos”

El proyecto “Uso sostenible y conservación de la biodiversidad en ecosistemas secos” (PNUD, 2019) es una iniciativa en Colombia, liderada por el PNUD, el Instituto Humboldt y Paisajes Rurales, para proteger el Bosque Seco Tropical (BST). Busca mejorar la calidad de

vida de comunidades vulnerables, reducir la deforestación y la desertificación, y promover prácticas sostenibles, mediante la gestión de recursos naturales y el reconocimiento del valor de estos ecosistemas en la mitigación del cambio climático y la provisión de servicios

ecosistémicos esenciales. El proyecto tiene como propósito aportar al mejoramiento de la calidad de vida de las poblaciones en estado de vulnerabilidad mediante la reducción de la tendencia actual de los procesos de deforestación y desertificación de bosques secos, la conservación de la biodiversidad, el manejo sostenible del suelo y la fijación de carbono, en sitios priorizados en Colombia.

Una de las temáticas de este proyecto es la degradación del suelo, relacionada con acciones de restauración y proyectos productivos

ambientalmente sostenibles. Este proyecto contribuyó a la creación de 12 nuevas áreas protegidas de tipo regional o local o a acuerdos de conservación, que aseguran el flujo de múltiples servicios ecosistémicos y más de 1.000 ha de bosques secos con procesos de recuperación y manejo sostenible del suelo (500 ha en la región Caribe y 500 ha en el valle interandino del río Magdalena). Estas acciones, mediante herramientas de manejo del paisaje, proveen flujos hídricos sostenidos en 6 cuencas hidrográficas e incrementan la conectividad del paisaje (estructural y funcional) entre parches de bosque seco.



Análisis de la gestión pública frente al fenómeno de la desertificación en el territorio colombiano (Contraloría General de la República, 2024)

La Contraloría General de Colombia (CGR) ha alertado sobre la desertificación, un problema grave que afecta el suelo y la productividad del país, e instado a la acción para mitigar sus efectos, dado que una parte importante del territorio colombiano es vulnerable a esta degradación de la tierra, que amenaza los recursos hídricos y la seguridad alimentaria. Además, vincula el tema con la necesidad de

una adecuada gestión ambiental y la lucha contra el narcotráfico (Contraloría General de la República, 2024).

La Contraloría General de la República señala algunas acciones preventivas y correctivas que pueden fortalecer las acciones institucionales para hacer frente a la desertificación (Contraloría General de la República, 2024):

- Creación y fortalecimiento de áreas protegidas para la protección de ecosistemas de zonas secas (áridas, semiáridas y subhúmedas secas).
- Restauración ecológica, incluida la restauración del suelo (restauración, recuperación y rehabilitación), en zonas secas.
- Estabilización de suelos de zonas secas mediante obras de bioingeniería.
- Mejora de condiciones de vida de las comunidades, seguridad y soberanía alimentaria que habitan en zonas secas.

- E. Diseño e implementación de incentivos para la conservación de los ecosistemas, incluidos los suelos, en las zonas secas.
- F. Participación y fortalecimiento de capacidades de las comunidades locales que habitan en las zonas secas.
- G. Formulación de normas, políticas, planes y programas, entre otro tipo de herramientas jurídicas, para combatir la desertificación, fomentar el uso y manejo sostenible de los suelos, y conservar ecosistemas de zonas secas, entre otros.
- H. Articulación y fortalecimiento de capacidades institucionales para combatir la desertificación, fomentar el uso y manejo sostenible de los suelos, y conservar ecosistemas de zonas secas, entre otros.
- I. Planeación y ordenamiento del territorio (ecosistemas, suelo y agua) en las zonas secas.
- J. Reconversión y adecuación productiva (incluye la implementación de sistemas de obtención de productos del bosque no maderables, el establecimiento de sistemas silvopastoriles, la adecuación de represas filtrantes, estanques o abrevaderos, labranza adecuada del suelo, entre otros).
- K. Educación, investigación, divulgación y sensibilización sobre los ecosistemas de las zonas secas y sus servicios ecosistémicos, así como del fenómeno de la degradación de suelos en zonas secas y la sequía, sus riesgos e impactos.
- L. Monitoreo, evaluación y sistemas de alertas tempranas de indicadores climatológicos, meteorológicos, hidrológicos, biológicos, edafológicos, económicos y sociales de las zonas secas y los fenómenos de degradación de suelos y sequía.



Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 (ENR)

El Plan Nacional de Desarrollo (PND) 2022-2026, “Colombia potencia mundial de la vida”, ha propuesto la revitalización de la naturaleza con inclusión social como un catalizador esencial para la transformación productiva, la internacionalización y el cambio climático. La restauración y conservación de la base natural del país son fundamentales para evitar la destrucción de ecosistemas estratégicos y avanzar en la diversificación de actividades productivas que aprovechen la biodiversidad y los servicios ecosistémicos, al tiempo que se

incrementa la resiliencia climática de los territorios y se avanza en el cierre de brechas sociales.

Para orientar este propósito, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible ha diseñado la Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 (ENR), como un instrumento de gestión institucional que brinda lineamientos para dar cumplimiento a la meta de establecer 753.783 nuevas hectáreas bajo procesos de restauración de ecosistemas terrestres y marino-costeros,

en articulación interministerial, intersectorial y del Sistema Nacional Ambiental (SINA) (MADS, 2024).

El cambio de uso y la fragmentación de los ecosistemas, la pérdida de hábitats, la sobreexplotación de recursos naturales y especies, las invasiones biológicas, la contaminación de aguas y el cambio climático persisten como los principales impulsores de la pérdida de biodiversidad y funcionalidad

ecológica en el país. Se requieren prácticas que incluyan soluciones con objetivos ecológicos, agroalimentarios y productivos, siempre que se diseñen desde el reconocimiento de la diversidad biológica territorial para lograr incrementos significativos en la integridad ecológica de los paisajes; es decir, que configuren mayor diversidad ecosistémica, conectividad y capacidad de resiliencia, y aumenten la oferta de servicios ecosistémicos esenciales para la vida (MADS, 2024).



Programa Colombia Sostenible

El Programa Colombia Sostenible es una iniciativa del país y el Banco Interamericano de Desarrollo (BID) para promover la sostenibilidad ambiental y socioeconómica en los 170 municipios PDET, restaurar y proteger su capital natural, mejorar los ingresos de la población rural beneficiaria y fortalecer las capacidades técnicas de los actores locales y regionales involucrados.

El programa apoya proyectos para promover la conservación de la biodiversidad y el desarrollo rural sostenible a través de 2 grandes componentes:

- **Componente 1:** mejorar la conservación de la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos. Se cofinancian proyectos de restauración ecológica o pagos por servicios ambientales hasta en el 70 % de su inversión total. Estas iniciativas cuentan con un área de intervención mínima de 250 hectáreas inscritas en el Registro Nacional de Áreas Protegidas (RUNAP) o en el Registro de Ecosistemas y Áreas Ambientales (REAA), que se encuentren en jurisdicción de los 170 municipios PDET.
- **Componente 2:** prácticas e inversiones productivas sostenibles, bajas en carbono y con medidas de adaptación al cambio climático. Se cofinancian proyectos agropecuarios o agroindustriales sostenibles y negocios verdes no agropecuarios hasta en el 60 % de su inversión total. Estas iniciativas cuentan con mínimo 65 pequeños productores como beneficiarios y priorizan población indígena, afrocolombiana, mujeres, jóvenes y población con discapacidad en jurisdicción de los 170 municipios PDET (Colombia Sostenible, 2025).

Experiencias de gestión sostenible de suelos



Proyectos de Agrosavia

La corporación colombiana de investigación agropecuaria (Agrosavia), como entidad líder en investigación agropecuaria, impulsa soluciones para combatir la desertificación y promover la sostenibilidad de los suelos colombianos. Su trabajo combina investigación científica, desarrollo tecnológico y acompañamiento a las comunidades rurales.

Algunas de sus estrategias más destacadas, relacionadas con los suelos, son:

- Reconversión productiva en ecosistemas estratégicos para restaurar suelos y mejorar la productividad.
- Sistemas agroforestales (SAF) y prácticas sostenibles que regeneran el suelo sin agroquímicos.
- PlaNA, el Plan Nacional de Agroecología para sistemas agroalimentarios resilientes en territorios campesinos.
- Innovación en la agroindustria del almidón de achira, que reduce el consumo de agua.
- Programa “Doctores de los suelos”, con asistencia técnica especializada en zonas críticas.
- Estas acciones están alineadas con el Plan Nacional de Desarrollo “Colombia potencia mundial de la vida” 2022-2026 y con políticas públicas clave como el CONPES 113, la Ley 2294 sobre Áreas de Protección para la Producción de Alimentos (APPA) y el Decreto 28 sobre los derechos del campesinado.

La gestión sostenible de suelos de Agrosavia se centra en la investigación y la aplicación de prácticas sostenibles y agroecológicas. Promueve la conservación, la mejora de la fertilidad y la resiliencia climática mediante el uso de inteligencia artificial, microbiología del suelo, sistemas agroforestales y el retorno de materia orgánica, con el fin de lograr una producción más segura y adaptada al cambio climático.

Investiga microorganismos nativos, desarrolla biofertilizantes y ofrece guías para una correcta toma de muestras y manejo, con el fin de impulsar la sostenibilidad de los suelos colombianos.

Agrosavia ha adelantado algunas experiencias relacionadas con gestión sostenible de suelos en zonas con desertificación:

Plan de manejo y conservación de suelos en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel (Agrosavia, 2024)

Este plan busca optimizar el uso y manejo de los suelos en áreas estratégicas del municipio de La Cruz, Nariño, Colombia. Se desarrolla en el marco de políticas públicas nacionales y en colaboración con productores locales, y aborda prácticas productivas sostenibles y de conservación.

El documento destaca la importancia de las condiciones edafoclimáticas de la región e identifica los principales cultivos y actividades agropecuarias que impactan el suelo. Se detallan prácticas tradicionales en cultivos de raíces y tubérculos, frutales, gramíneas, leguminosas y ganadería, que influyen significativamente en la calidad del suelo. El plan incluye una evaluación del estado actual de los suelos, en la que se identifican conflictos de uso y la necesidad de implementar

prácticas de manejo sostenible. Se proponen estrategias de agricultura de conservación, que incluyen labranza mínima y sistemas agrosilvopastoriles, para mejorar las propiedades biológicas, físicas y químicas del suelo, a fin de promover una gestión más sostenible de los recursos naturales (Agrosavia, 2024).

Este proyecto contó con el apoyo de la Unión Europea (UE), la Agencia Italiana de Cooperación para el Desarrollo (AICS) y la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO), así como del programa DRET II, que busca fortalecer la capacidad técnica y humana en la región para fomentar el desarrollo rural sostenible y la protección de la biodiversidad en áreas de importancia ecológica (Agrosavia, 2024).

Gestión sostenible del agua y del suelo en la producción agropecuaria del departamento del Cesar (Agrosavia, 2023)

La Gobernación del Cesar y Agrosavia, en 2016, presentaron el macroproyecto de ciencia, tecnología e innovación “Optimización del agua y uso eficiente del suelo para mejorar la producción agropecuaria en escenarios de vulnerabilidad agroclimática del departamento del Cesar”, que priorizó los sistemas productivos de maíz, sorgo, silvopastoriles, cítricos, mango y pastos (para ganadería de doble propósito). Este proyecto fue aprobado por el Sistema General de Regalías en 2018.

Los resultados de este proyecto están dirigidos a productores, técnicos e interesados en los cultivos priorizados por el departamento del Cesar, y se presentan en 7 capítulos: i) “Uso eficiente del suelo en sistemas de producción de forrajes y frutales en el Caribe seco”; ii) “Sistemas de riego por pivote central para la producción de biomasa a gran escala en el Caribe

seco”; iii) “Producción, cosecha y postcosecha de cultivos forrajeros”; iv) “Eficiencia hídrica y productividad en 2 sistemas silvopastoriles del Caribe seco colombiano”; v) “Manejo del agua y suelo y control de plagas y enfermedades en el cultivo de mango Keitt en las condiciones del Caribe seco colombiano”; vi) “Manejo integrado del cultivo de cítricos en el Caribe seco: un enfoque en el uso eficiente del agua y el suelo, y el control efectivo de plagas y enfermedades”; y vii) “Análisis comparativo de los retornos económicos en los sistemas de producción priorizados entre la tecnología local y el uso del riego en el Centro de Investigación Motilonia de Agrosavia” (Agrosavia, 2023).

Las investigaciones enfatizaron en las propiedades químicas y físicas de los suelos y en sistemas de riego eficientes para diversos cultivos de la región, con el fin de promover la sostenibilidad y prevenir la desertificación.

Manejo integral para la recuperación de suelos arroceros degradados del Piedemonte Llanero

Corresponde a una guía que permite, de forma progresiva, la recuperación parcial de los suelos arroceros en el piedemonte llanero de la Orinoquía colombiana. Entre las alternativas

para el manejo de suelos arroceros degradados se presenta un modelo de 3 etapas que permite tomar decisiones de acuerdo con las condiciones específicas de los suelos:

- A. Caracterización y diagnóstico de la degradación del suelo (1-2 años), acompañada de labranza profunda para romper las capas compactadas del suelo e incorporar materiales y residuos orgánicos.
- B. Incorporación de materiales de coberturas y abonos orgánicos (3-8 años).
- C. Implementación de un plan de producción sostenible a partir de rotaciones, asociaciones, descansos, uso de coberturas y labranzas de conservación.

Con el uso de estas recomendaciones, y dependiendo del nivel de degradación de los suelos, se espera que entre 3 y 8 años los suelos dispongan de las características físicas,

químicas y biológicas para el establecimiento del sistema productivo de arroz. Esta oferta tecnológica se recomienda para los departamentos de Meta y Arauca.

Establecimiento de un arreglo silvopastoril de árboles dispersos como alternativa hacia una ganadería sostenible en el Caribe seco colombiano (Agrosavia, 2024)

Consiste en una investigación para generar la oferta tecnológica Arreglo Silvopastoril con Árboles Dispersos (ASAD) para ganadería bovina en el Caribe seco. El objetivo de este trabajo es indicar los pasos para su establecimiento, con referencia previa a componentes importantes como la descripción y los beneficios de esta tecnología, entre otros aspectos, sobre el sistema de producción bovino de doble propósito.

Los sistemas silvopastoriles integran especies leñosas perennes, como árboles y arbustos, con los componentes tradicionales de la ganadería, incluidas las gramíneas y los bovinos, bajo un enfoque de manejo integral orientado a mejorar la sostenibilidad de la producción pecuaria. Los ASAD pueden surgir como remanentes de

bosques, establecerse por regeneración natural a partir de semillas dispersadas por el ganado o fauna silvestre, o mediante el uso de estacas.

En los agroecosistemas ganaderos, los servicios ecosistémicos mantienen una fuerte asociación entre el suelo, el aire, el agua, la planta, el animal, el clima y la energía. En ese sentido, pueden verse como una oportunidad para el diseño de sistemas resilientes y sostenibles, en los que el componente arbóreo es el elemento integrador que propicia el flujo conjunto y estable de estos beneficios. Con respecto a los suelos, se destacan los servicios de regulación hídrica, regulación de la temperatura, almacenamiento de carbono y soporte de la fertilidad del suelo.

Programa Global y Nacional de Doctores de los Suelos

El Programa Global y Nacional de Doctores de los Suelos es una iniciativa de formación de agricultor a agricultor, encabezada por la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y la Alianza Mundial por el Suelo (AMS), que tiene como objetivo desarrollar la capacidad de los agricultores en el manejo sostenible del suelo.

El programa opera mediante la identificación de “promotor”, “formador” y “doctor” de suelos en cada uno de los países donde interviene. Agrosavia, como socio de la AMS y líder en Colombia del pilar 1 (Agrosavia, 2025): promoción del manejo sostenible del suelo, actúa como promotor y facilita la implementación del primer piloto de doctores de los suelos en Colombia. Los colaboradores de estas instituciones, con formación especializada en suelos, ocupan el rol de “formadores”, cuya función es capacitar y formar a los agricultores como “doctores” de los suelos. Estos “doctores” son agricultores destacados que asumen el proceso de forma voluntaria y responsable para, posteriormente, transmitir este conocimiento a sus colegas, vecinos y comunidad.

Una de las experiencias realizadas por Agrosavia tuvo lugar en el municipio de Cimitarra, Santander, donde se llevó a cabo una jornada dedicada a la socialización del Programa de Doctores de los Suelos y al desarrollo de un taller práctico sobre sistemas silvopastoriles, dirigido a productores ganaderos de la región (Agrosavia, 2025). La actividad se realizó en noviembre de 2024 y contó con la participación de 32 asistentes, entre ellos ganaderos y representantes de la Alcaldía de Cimitarra. Fue liderada por investigadores y profesionales de los Centros de Investigación Tibaitatá y de las sedes Cimpa y Central, quienes enfatizaron en la importancia del manejo sostenible del suelo y su relación directa con la productividad agropecuaria y la preservación de los recursos naturales.

Esta actividad forma parte de los proyectos “Reconversión productiva para mejorar seguridad alimentaria y resiliencia climática en agroecosistemas priorizados en Santander” e “Implementación de una estrategia de formación entre productores para el manejo sostenible de suelos agropecuarios e impulsar la reconversión productiva en áreas de reforma agraria”, financiados por el Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural.



Otras experiencias en manejo sostenible de suelos en Colombia

Uso sostenible. Lineamientos para su implementación en el marco de las compensaciones bióticas e inversión forzosa de no menos del 1% (TNC-Ecopetrol-MinAmbiente)

El uso sostenible, ya sea desde el enfoque del aprovechamiento de la biodiversidad o del establecimiento de sistemas productivos, es una estrategia que complementa las acciones de preservación o restauración en territorios donde las comunidades locales buscan oportunidades para mejorar sus formas de vida, al tiempo que se

comprometen con los procesos de conservación en sus territorios.

Esta guía busca superar las barreras identificadas en la aplicación de esta acción y ofrecer instrumentos, metodologías y marcos de análisis para lograr que el uso sostenible sea

implementado por más proyectos en los territorios donde las compañías cumplen sus obligaciones ambientales. Además, busca servir

como herramienta orientadora para los diferentes actores que formulan, implementan y evalúan proyectos de compensación y de inversión del 1 %.

Proyecto: rehabilitación ecológica de zonas degradadas en la cuenca media del río Carraipía de la RFP Montes de Oca, municipio de Maicao, La Guajira

Este proyecto pretende adelantar la “plantación y protección de 150.625 especies forestales nativas en la cuenca media del río Carraipía del municipio de Maicao”. Además, tiene como

objetivo rehabilitar las zonas degradadas de la Reserva Forestal Protectora (RFP) Montes de Oca, en la cuenca media del río Carraipía, municipio de Maicao.

Los objetivos son:

- Acercamiento con la comunidad para ejecutar el establecimiento de plantaciones forestales.
- Visitas a viveros del departamento de La Guajira para la adquisición de especies forestales.
- Implementar aislamiento para la protección de plantaciones forestales.
- Búsqueda de profesionales idóneos para ejecutar actividades de sensibilización ambiental.
- Realizar un plan de acción para mejorar la sostenibilidad ambiental y ecológica de las parcelas de monitoreo.
- Acuerdo sobre estrategias de evaluación y seguimiento de las plantaciones forestales establecidas.

La Fundación Natura realizó una serie de proyectos de restauración ecológica ejecutados que contribuyen a la recuperación de zonas secas

- 2015. Programa de restauración ecológica en 11.079 hectáreas aledañas al Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo.
- 2014-2018. Plan piloto de restauración ecológica del bosque seco tropical, área de compensación Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo. Emgesa.
- 2014-2015. Análisis de la integridad ecológica de coberturas vegetales de bosque seco y fauna vertebrada asociada, en 2 áreas de conservación regionales potenciales de declaración, en el Cañón de Chicamocha (Santander).
- 2014-2016. Rehabilitación de hábitat para fauna silvestre en bosque seco tropical, área de compensación Proyecto Hidroeléctrico El Quimbo. Emgesa.
- 2014. Plantación de 13.000 árboles para restauración ecológica de bosques que protegen recursos hídricos en el municipio de La Calera.

Otros proyectos relacionados con las metas voluntarias de neutralidad de la degradación

- Restauración de zonas de pastos a bosques en la cuenca hidrográfica del río Sinú, departamento de Córdoba, relacionado con la Iniciativa 20x20.
- Restauración de bosques en zonas de recargas de acuíferos en jurisdicción de la Corporación Regional del Departamento de Sucre, en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica - Estrategias y planes de acción nacionales en materia de biodiversidad.
- Mejoramiento de coberturas de pastos con especies forestales para implementación de sistemas silvopastoriles en la jurisdicción de Carsucre, desarrollada en el Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.
- Recuperación de áreas deforestadas con sistemas silvopastoriles en la microcuenca del Arroyo Mancomoján, Zambrano Magdalena, en el marco del programa nacional de restauración ecológica.
- Mejoramiento de productividad de los suelos para fines agropecuarios, en la región de La Mojana, con reconversión tecnológica y mejoramiento de prácticas de uso de suelos, con el Fondo de Adaptación.
- Conservación y recuperación mediante restauración natural de bosque en el parque Los Besotes, Valledupar, en el marco del Convenio sobre la Diversidad Biológica - Estrategias y planes de acción nacionales en materia de biodiversidad.
- Fomento de plantación de especies forestales dendroenergéticas en La Guajira, proyecto de Corpoguajira.
- Implementación de acciones de restauración ecológica en los municipios PDET: Argelia, Balboa, Mercaderes, Leiva, el Rosario y Policarpa, de la región Alto Patía en los departamentos de Cauca y Nariño, Proyecto Asopatía - PDET.
- Gestión para la recuperación de suelos degradados en Cauca, Proyectos de CRC y la Convención Marco de las Naciones Unidas sobre el Cambio Climático.



Capítulo VI

Recomendaciones sobre gestión técnica sostenible de suelos

La implementación efectiva de las medidas de manejo sostenible del suelo requiere un conocimiento o diagnóstico detallado y actualizado del estado actual de la degradación del suelo, así como de sus causas y consecuencias. Este diagnóstico debe considerar la dinámica ecológica y productiva de cada caso o zona de aplicación y basarse en la colaboración activa entre las autoridades, la academia, los gremios y las comunidades locales, lo que permitirá contar con un mejor acercamiento a la problemática de la degradación.

Este diagnóstico es el insumo que permitirá a las autoridades territoriales y a los actores involucrados diseñar estrategias para el manejo sostenible de la tierra y el establecimiento de políticas que promuevan la ejecución de programas orientados principalmente al manejo y conservación de los suelos.

Las estrategias de manejo sostenible del suelo deben partir de un enfoque integral, en el que todos los actores se involucren y trabajen en conjunto para proteger, conservar o restaurar este recurso. Para tal fin, se debe fortalecer el marco legal e institucional, fomentar la inversión en tecnologías sostenibles, garantizar la capacitación y sensibilización en el tema y crear incentivos para implementar proyectos que promuevan prácticas de manejo y conservación del suelo.

También, debe abordarse desde una perspectiva orientada a soluciones específicas a corto, mediano y largo plazo, que combinen medidas preventivas, de mitigación, rehabilitación y restauración. Sin embargo, es conveniente hacer hincapié y concentrar esfuerzos económicos, académicos, institucionales y humanos en la prevención y conservación, debido a que sus resultados generan sostenibilidad con costos financieros de menor impacto en las economías regionales y locales.

El manejo de suelos, bajo el enfoque de la Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD), se ha concentrado en neutralizar el estado actual de la degradación mediante diferentes estrategias, como prácticas de manejo sostenible, agricultura de conservación y ecológica y buenas prácticas de uso de la tierra. La neutralidad de la degradación de las tierras (NDT) se centra en preservar la productividad de los recursos de la tierra, apoyar las funciones y servicios de los ecosistemas y, por consiguiente, satisfacer las necesidades de las generaciones actuales y futuras. En términos de neutralidad, el concepto de NDT significa alcanzar el equilibrio entre la nueva degradación de tierras ya anticipada y las futuras medidas para disminuirla. Su objetivo es equilibrar, de forma anticipada, las pérdidas con las ganancias en términos de servicios y

funciones de los ecosistemas que proporcionan los recursos de la tierra (CNULD, 2017).

Bajo la estrategia de neutralidad, el manejo de suelos debe partir de la prevención como uno de sus pilares y luego concentrar esfuerzos en la preservación y mitigación, manteniendo los servicios ambientales de los suelos. La mayor atención debe centrarse en la rehabilitación, con el fin de evitar el aumento en la intensidad de la degradación y disminuir los efectos de estos procesos. Las acciones de recuperación

y adaptación requieren mayores inversiones, para lo cual se debe evaluar el costo-beneficio ecológico y productivo.

El Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la FAO, en la publicación *Guía de buenas prácticas* (MADS, 2014), presentan cinco principios ecológicos de suma relevancia para la sostenibilidad de los agroecosistemas, que se deben tener en cuenta al implementar las medidas de manejo. Estos son:

- A. Aumentar el reciclaje de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- B. Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, particularmente a través del manejo de la materia orgánica y el aumento de la actividad biótica del suelo.
- C. Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, la cosecha de agua y el manejo del suelo a través del aumento de la cobertura.
- D. Diversificar de manera específica y genética el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
- E. Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad, promoviendo procesos y servicios ecológicos claves.

La formulación de los lineamientos de manejo en este documento debe entenderse como prácticas y medidas generales para cada una de las categorías utilizadas en los grupos homogéneos de manejo, considerando los análisis a partir de información espacial de escala 1:100.000. La formulación e implementación de prácticas de manejo más específicas requieren estudios de mayor detalle sobre los procesos de degradación de suelos, así como la identificación específica de las presiones o causas directas de la desertificación.

Referencias bibliográficas

- Agrosavia. (2023). *Gestión sostenible del agua y del suelo en la producción agropecuaria del departamento del Cesar*. Colección Alianzas Agrosavia.
- Agrosavia. (2024). *Establecimiento de un arreglo silvopastoril de árboles dispersos como alternativa hacia una ganadería sostenible en el Caribe seco colombiano*.
- Agrosavia. (2024). *Plan de manejo y conservación de suelos en la zona de amortiguamiento del Parque Nacional Natural Complejo Volcánico Doña Juana-Cascabel: Recomendaciones para los productores del municipio de La Cruz, Nariño*. Colección Alianzas Agrosavia.
- Agrosavia. (2025, octubre). Doctores de los suelos fortalece capacidades desde las regiones. *Noticias Agrosavia*. <https://www.agrosavia.co/noticias/doctores-de-los-suelos-fortalece-capacidades-desde-las-regiones>
- Bautista Cruz, A., Etchevers Barra, J., del Castillo, R. y Gutiérrez, C. (2004). La calidad del suelo y sus indicadores. *Ecosistemas*, 13(2).
- Biodiversidad Colombiana. (2025, noviembre). *Mecanismo de intercambio de información*. <https://co.chm-cbd.net/es/node/629>
- Burbano, H. (2016). El suelo al servicio de la sociedad y su rol en el contexto de los cambios globales. *Tendencias*, 11(2), 53-62.
- Comisión de las Comunidades Europeas (CCE). (2002). *Hacia una estrategia temática para la protección del suelo*.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD). (2017). *Marco científico conceptual para la neutralidad en la degradación de las tierras: Un reporte de la Interfaz Ciencia-Política de la CLD*.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD). (2019). *Creación de un entorno propicio para la neutralidad en la degradación de las tierras y su posible contribución a la mejora del bienestar, la subsistencia y el medio ambiente*.
- Colombia Sostenible. (2025, noviembre). *Programa Colombia Sostenible*. <https://www.colombiasostenible.gov.co/programa/nosotros/#quienessomos>
- Contraloría General de la República. (2024). *Análisis de la gestión pública frente al fenómeno de la desertificación en el territorio colombiano*.
- Convención de las Naciones Unidas de Lucha contra la Desertificación (CNULD). (2025, octubre 1). *Los principios de neutralidad en la degradación de las tierras*. <https://www.unccd.int/land-and-life/land-degradation-neutrality/ldnprinciples>

- Corporación Colombiana de Investigación Agropecuaria (Corpoica), Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Colciencias. (2016). *Plan Estratégico de Ciencia, Tecnología e Innovación del Sector Agropecuario Colombiano (PECTIA) 2017-2027*.
- Departamento Nacional de Planeación (DNP)-Consejo Nacional de Política Económica y Social (CONPES). (2021). *Política para la consolidación del Sistema Nacional de Áreas Protegidas: Visión 2021-2030*.
- Doran, J. y Parkin, B. (1994). Defining soil quality for a sustainable environment. *Soil Science Society of America*, 35.
- Galeas Sosa, R. A. (2020). *Las prácticas de manejo sostenible de la tierra (MST) y su relación con la mitigación del cambio climático en los ecosistemas andinos tropicales* [Tesis de maestría, Universidad Andina Simón Bolívar].
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2019). *Protocolo de identificación y evaluación de la degradación de suelos por desertificación*. Imprenta Nacional de Colombia.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2021). *Documento metodológico para la identificación y zonificación de la susceptibilidad de los suelos a la desertificación en Colombia* [Documento no publicado].
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2021). *Zonificación de tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2024). *Actualización de la zonificación de tierras áridas, muy secas, secas y subhúmedas secas*.
- Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales (Ideam). (2025). *Estudio nacional de degradación de suelos por desertificación* [Documento en elaboración].
- Land Degradation Assessment in Drylands (LADA). (2003). *Evaluación de la degradación de las tierras en zonas áridas: Informe final*. FAO.
- Lal, R. (1999). Soil degradation, soil quality and soil resilience. *Soil and Tillage Research*, 29, 1-8.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2014). *Guía técnica para la formulación de los planes de ordenación y manejo de cuencas hidrográficas*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2015). *Plan nacional de restauración: Restauración ecológica, rehabilitación y recuperación de áreas disturbadas*.
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2016). *Política para la gestión sostenible del suelo en Colombia*. https://archivo.minambiente.gov.co/images/AsuntosAmbientalesySectorialyUrbana/pdf/suelo/Política_para_la_gestión_sostenible_del_suelo_FINAL.pdf
- Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2024). *Estrategia nacional de restauración 2023-2026*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). *Carta mundial de los suelos*.

- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2015). *Documento de trabajo de la evaluación de los recursos forestales No. 180. Términos y definiciones*.
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2024, octubre). *Portal de suelos de la FAO: Degradación del suelo*. <https://www.fao.org/soils-portal/soil-degradation-restoration/es/>
- Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*. MADS.
- Parques Nacionales Naturales de Colombia. (2025, octubre). *Sistema Nacional de Áreas Protegidas (SINAP)*. <https://old.parquesnacionales.gov.co/portal/es/sistema-nacional-de-areas-protegidas-sinap/>
- Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD). (2019). *Proyecto uso sostenible y conservación de la biodiversidad en ecosistemas secos para garantizar el flujo de los servicios ecosistémicos y mitigar procesos de deforestación y desertificación*.
- Soil Survey Staff. (2015). *Illustrated guide to soil taxonomy* (Version 2.0). U.S. Department of Agriculture, Natural Resources Conservation Service.
- Unidad de Planificación Rural Agropecuaria (UPRA). (2018). *Gestión del territorio para usos agropecuarios: Bases para la formulación de política pública* (2.ª ed.).
- Urquiza, M. N. (2011). *Manual de procedimientos para manejo sostenible de tierras*. Programa de Asociación de País sobre la Desertificación y la Sequía. Banco Mundial.
- World Overview of Conservation Approaches and Technologies (Wocat). (2021). *Cuestionario de tecnologías de manejo sostenible de tierras (MST)*.

Referencias de apoyo sobre gestión y prácticas de manejo sostenible de suelos

Avella Muñoz, A., Garzón Fierro, E. M., Páez Díaz, M. J. y Ordosgoitia, D. (2022). *Restauración ecológica: Principios y prácticas*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia y Fundación Natura.

Carrasco, J. y Riquelme, J. (2003). *Métodos y prácticas de conservación de suelos y aguas*. Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA).

Corporación Autónoma Regional de Cundinamarca (CAR) y Geología Regional y Prospección (GRP). (2021). *Estrategias de manejo para control de la degradación de suelos por erosión en la jurisdicción CAR* (Vol. III).

Castillo Franco, J. y Ceballos Freire, J. (2016). *Una alternativa de manejo hacia el establecimiento de un modelo productivo-conservacionista en zonas de bosque seco tropical del Caribe colombiano*. Tropenbos Internacional Colombia y Fondo Patrimonio Natural.

Espinosa, A. J. (2024). *Consideraciones teóricas acerca del manejo sostenible de tierras a escala de paisaje*. Universidad de La Habana.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO). (2014). *Sistematización de prácticas de conservación de suelos y aguas con enfoque de adaptación al cambio climático: Metodología basada en WOCAT para América Latina y el Caribe*. FAO.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO) y Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (MADS). (2018). *Guía de buenas prácticas para la gestión y uso sostenible de los suelos en áreas rurales*.

Freitas, V. H. (2000). *Manejo del suelo en pequeñas fincas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura (FAO).

Futa, B., Gmitrowicz-Iwan, J., Skersienė, A., Šlepetienė, A. y Parašotas, I. (2024). Innovative soil management strategies for sustainable agriculture. *Sustainability*, 16, 9481.

Merchán, M., Valverde, F., Novoa, V. y Pumisacho, M. (2009). *Guía para facilitar el aprendizaje en el manejo integrado de suelos en el cultivo de la papa*. INIAP y SENACYT.

Murcia, C. y Guariguata, M. R. (2014). *La restauración ecológica en Colombia: Tendencias, necesidades y oportunidades* (Documentos Ocasionales 107). CIFOR.

Preston, S. (2007). *El manejo sostenible de suelos*. Servicio Nacional de Información de la Agricultura Sostenible ATTRA del Centro Nacional para la Tecnología Apropriada (NCAT-USDA). <https://attra.ncat.org/wp-content/uploads/2023/12/suelos.pdf>

Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo (PNUD), Secretaría de Ambiente y Desarrollo Sustentable de la Nación e Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria (INTA). (2014). *Manual de buenas prácticas para la conservación del suelo, la biodiversidad y sus servicios ecosistémicos*. [Autores: María E. Zaccagnini, Marcelo G. Wilson y José D. Oszust].

Raudes, M. y Sagastume, N. (2009). *Manual de conservación de suelos*. Programa para la Agricultura Sostenible en Laderas de América Central, Escuela Agrícola Panamericana El Zamorano.

Saco, P. M., McDonough, K. R., Rodríguez, J. F., Rivera-Zayas, J. y Sandi, S. G. (2021). The role of soils in the regulation of hazards and extreme events. *Philosophical Transactions of the Royal Society B*, 376, 20200178. <https://doi.org/10.1098/rstb.2020.0178>

ISBN: 978-958-5489-54-7



9 789585 489547



Ambiente



IDEAM



Subsecretaría de Ambiente