



Restableciendo el vínculo con la naturaleza
**Manual de restauración ecológica
en la Orinoquia colombiana**





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

Natalia María Ramírez Martínez
Directora de Bosques Biodiversidad y Servicios Ecosistémicos

Carlos Garrid Rivera
Profesional especializado

Laura Daniela Duarte Jaramillo
Contratista



FUNDACIÓN NATURA

Clara Ligia Solano
Directora ejecutiva

Sandra Galán
Subdirectora de gobernanza, territorios étnicos y áreas conservadas

Nancy Vargas Tovar
Subdirectora región Caribe

Lorena Franco Vidal
Subdirectora cambio climático

Claudia Céspedes
Subdirectora restauración y compensaciones

Mauricio Rosas
Jefe financiero y contable

Andrea Gutiérrez de Piñeros
Jefe administrativa y de gestión humana

Eliana Garzón
Jefe de comunicaciones

Equipo técnico

Sandra Galán
Subdirectora de gobernanza, territorios étnicos y áreas conservadas.
Coordinadora del proyecto REA

Lina Gineth Rodríguez Chitiva
Enlace técnico

Martha Elizabeth Narváez Ocampo
Coordinadora técnica de implementación

Ledy Nohemy Trujillo Ortiz
Experta en restauración

Wilson Fernando Gómez Anaya
Asesor del portafolio de restauración ecológica

Pedro Emilio Martínez Ospina
Experto en SIG

Harvey Farfán Pirabán
Profesional SIG y estructuración de DDB

Brayan Daniel Nieto Parra
Profesional SIG

César Agustín Guarín Fonseca
Facilitador de restauración en Casanare

Jairo Humberto Rojas Bonilla
Facilitador de restauración en Meta

Ingrid Marisol Riaño Bojacá
Implementadora de la estrategia de comunicación

Martín Iván Montero González
Elaboración y edición de fichas de especies

Eliécer Cárdenas Díaz
Técnico de apoyo en restauración en Casanare

Elkin Shneyder Correa Díaz
Técnico de apoyo en restauración en Casanare

Guillermo Rozo Piñeros
Técnico de apoyo en restauración en Meta

Andrés Sebastián García Martínez
Técnico de apoyo en restauración en Meta

Néstor Raúl Espejo Delgado
Asesor del plan de monitoreo para la restauración ecológica

Francisco Torres-Romero
Jefe del proyecto Plan de restauración bosque seco tropical

Autores

Eliécer Cárdenas Díaz
Elkin Shneyder Correa Díaz
Néstor Raúl Espejo Delgado
Harvey Farfán Pirabán

Andrés Sebastián García Martínez
Wilson Fernando Gómez Anaya
César Agustín Guarín Fonseca

Pedro Emilio Martínez Ospina
Martín Iván Montero González
Martha Elizabeth Narváez Ocampo

Brayan Daniel Nieto Parra
Ingrid Marisol Riaño Bojacá
Lina Gineth Rodríguez Chitiva

Guillermo Rozo Piñeros
Jairo Humberto Rojas Bonilla
Francisco Torres-Romero

Ledy Nohemy Trujillo Ortiz

Edición técnica

María Elfi Chaves

Corrección de estilo
Claudia Campos

Fotografía
Ingrid Marisol Riaño Bojacá
Carlos Contreras

Diseño y diagramación
María Isabel López Reyes

Ilustración
Juan Pablo Sanabria Ríos
María Isabel López Reyes

Impresión
La imprenta editores

ISBN: 978-628-7629-32-5
ISBN digital: 978-628-7629-31-8
Septiembre de 2025

© Colombia. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible, 2025

© Fundación Natura, 2025

Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción y divulgación de material contenido en este documento para fines educativos u otros fines no comerciales sin previa autorización del titular de los derechos de autor, siempre que se cite claramente la fuente. Se prohíbe la reproducción total o parcial de este documento para fines comerciales.

Cómo citar: Cárdenas Díaz, E., Correa Díaz, E., Espejo Delgado, N., Farfán Pirabán, H., García Martínez, A., Gómez Anaya, W., Guarín Fonseca, C., Martínez Ospina, P., Montero González, M., Narváez Ocampo, M., Nieto Parra, B., Riaño Bojacá, I., Rodríguez Chitiva, L., Rozo Piñeros, G., Rojas Bonilla, J., Torres Romero, F., Trujillo Ortiz, L. (2025). *Restableciendo el vínculo con la naturaleza. Manual de restauración ecológica en la Orinoquia colombiana*. Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Fundación Natura.

Esta publicación es un resultado del Convenio REA 001 del 2023, entre el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y Fundación Natura.



Restableciendo el vínculo con la naturaleza

Manual de restauración ecológica en la Orinoquia colombiana

Convenio REA 001-2023

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible - Fundación Natura

Contenido

Presentación	6
Introducción	9

Proyecto REA 001-2023.....	9
Alcance y estructura del manual	12

1. Contexto nacional y regional	16
----------------------------------------------	-----------

Estrategia Nacional de Restauración (ENR) 2023-2026	17
La región de la Orinoquia en la ENR 2023-2026.....	17
La Orinoquia en el Plan de Acción de Biodiversidad de Colombia al 2030	22
Biomás y ecosistemas naturales de la Orinoquia	23
Paisajes productivos y procesos de transformación de la Orinoquia	27

2. Paso a paso de la restauración ecológica en los ecosistemas de la Orinoquia.....	38
--------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

Los pasos de la restauración ecológica en la Orinoquia	39
PASO 1. Identificación y priorización de áreas para la restauración en la región	42
PASO 2. Caracterización de los ecosistemas de referencia.....	46
PASO 3. Planteamiento de los objetivos y las metas de restauración	52
PASO 4. Identificación de los escenarios potenciales para la restauración	58
PASO 5. Definición de las estrategias de restauración	68

PASO 6. Definición de acciones de restauración	80
PASO 7. Plan de seguimiento y monitoreo de la restauración.....	90
PASO 8. Articulación y divulgación de resultados de los procesos de restauración	96
PASO 9. Plan de implementación de la restauración.....	98

3. Aprendizajes y retos para la restauración ecológica en la Orinoquia colombiana	104
------------------------------------------------------------------------------------------------	------------

4. Glosario	110
5. Bibliografía	113
6. Anexos.....	120

ANEXO 1. Participantes del proyecto. Meta y Casanare
ANEXO 2. Biomás de la Orinoquia y sus ecosistemas
ANEXO 3. Fichas de especies potenciales para la restauración y sistemas sostenibles para la región de la Orinoquia
ANEXO 4. Información sobre especies útiles para restauración en la Orinoquia
ANEXO 5. Ficha predial





Presentación

*Restaurar es volver a escuchar al territorio.
Es sanar el suelo, el agua, la vida... y con ellas,
nuestras propias raíces.*

Papa Francisco, *Laudato si'*

La restauración ecológica es más que una acción ambiental, es un acto de compromiso con el presente y el futuro. En un territorio como la Orinoquia colombiana, vasto, diverso y estratégico, restaurar implica comprender profundamente los ecosistemas, dialogar con los saberes locales y planear con visión a largo plazo. Por eso, este *Manual de restauración ecológica en la Orinoquia colombiana* nace como una herramienta fundamental para orientar a quienes trabajan, habitan y toman decisiones en ese territorio.

Este documento es producto del proyecto REA Orinoquia, una iniciativa liderada por el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible (Minambiente), implementada por la Fundación Natura y acompañada técnicamente por entidades como el Sistema Regional de Áreas Protegidas (SIRAP) Orinoquia y la Red Colombiana de Restauración Ecológica (Red-CRE). Su objetivo es claro: aportar a la recuperación de ecosistemas transformados en los departamentos de Meta y Casanare, mediante acciones participativas de restauración activa y pasiva, conectando la ciencia con la acción local.

Con el respaldo de comunidades rurales, autoridades ambientales, reservas naturales de la sociedad civil, alcaldías, gobernaciones y organizaciones comunitarias, se encuentran en proceso de restauración más de 600 ha en 23 predios. Pero el mayor valor está en el proceso, la planeación técnica rigurosa, la formación local, el seguimiento participativo, la apropiación social y los aprendizajes permanentes.

Este manual recoge el paso a paso del proceso de restauración, desde la identificación de áreas prioritarias hasta el mantenimiento y monitoreo de las áreas en restauración. También presenta orientaciones

metodológicas, criterios técnicos, aprendizajes, retos y casos prácticos que permiten no solo entender cómo restaurar, sino por qué hacerlo con enfoque ecológico, territorial, participativo y adaptativo. En la infografía anexa al manual se presenta el *Portafolio de Áreas para restauración en la Orinoquia*, un insumo técnico que queda al servicio y a la disposición de los actores del territorio como guía de planificación y toma de decisiones.

La Orinoquia está dando un paso firme hacia la sostenibilidad y este documento es una invitación abierta a seguir caminando por esa senda. Que esta guía sirva como inspiración para quienes creen que restaurar es posible, necesario y urgente. Y que sea replicada, adaptada y enriquecida en otros territorios de Colombia que sueñan con recuperar sus ecosistemas y fortalecer el vínculo entre las personas y la naturaleza.





Introducción

Proyecto REA 001-2023

En 2023, el Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible y la Fundación Natura suscribieron un convenio que tenía por objeto “aunar esfuerzos técnicos, administrativos, financieros y operativos para fomentar la conservación de la naturaleza a través acciones de restauración, protección y uso sostenible de la biodiversidad, que redunde en beneficios a las comunidades locales en el contexto de los aportes del país a las contribuciones determinadas a nivel nacional (NDC).” En el marco del convenio se desarrolló el proyecto REA 001-2023, que buscó establecer las bases socioecológicas necesarias para el desarrollo de procesos de restauración ecológica en la Orinoquia a través de la construcción de un portafolio de áreas potenciales para la restauración a una escala de priorización y de la articulación de los esquemas de gobernanza regionales, departamentales y municipales para su intervención.

A partir de la identificación de las áreas potenciales se priorizó la intervención de 600 ha en los departamentos de Casanare y Meta, donde se construyeron planes de restauración de predios públicos y privados, en los que se tomaron en cuenta las necesidades sociales y ambientales particulares. Dichos planes fueron implementados posteriormente a través de acciones de restauración asistida y no asistida. Los actores involucrados se vincularon a la construcción, la puesta en marcha de las acciones y, a futuro, su monitoreo y mantenimiento, con el objetivo de aportar al restablecimiento de los componentes del paisaje y al aumento de la capacidad de resiliencia de las comunidades frente a los impactos del cambio climático. Como parte del proceso y su resultado, es de gran importancia la socialización de los avances, los retos y las lecciones aprendidas, para lo cual el convenio también desarrolló una estrategia de comunicación.

Esta publicación, y la infografía incluida en el *Portafolio de áreas para restauración en la Orinoquia*, están dirigidas a entes territoriales, autoridades ambientales regionales y de desarrollo sostenible, dueños, poseedores y tenedores de predios en la Orinoquia, y organizaciones no gubernamentales y de base comunitarias, entre otros.

Para el trabajo a escala local se priorizaron cuatro municipios de Casanare (Yopal, Támara, Pore y Paz de Ariporo) y cuatro municipios del Meta (Acacías, Castilla La Nueva, Puerto López y Villavicencio) (Figura 0.1).

Es importante recalcar que, como se detalla en el primer capítulo de este documento, la Orinoquia colombiana es una región diversa, tanto en términos biológicos y ecológicos como en aspectos sociales, culturales y económicos. En el contexto de esta diversidad, los procesos de restauración que se llevaron a cabo representan los primeros pasos en la construcción de una propuesta metodológica de restauración ecológica efectiva, sensible y adecuada a este contexto. La articulación con el SIRAP Orinoquia, que reúne 19 entidades y organizaciones (entre ellas, organizaciones no gubernamentales [ONG], universidades,

el Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt [IAvH] y 10 organizaciones articuladoras), permite garantizar que las acciones de restauración iniciadas y la aplicación de la propuesta metodológica se seguirán implementando y enriqueciendo a mediano y largo plazo mientras se contribuye a fortalecer las redes ecológicas conformadas por las diferentes iniciativas de conservación y manejo sostenible de la biodiversidad, climáticamente inteligentes, incluidas en el SIRAP Orinoquia.

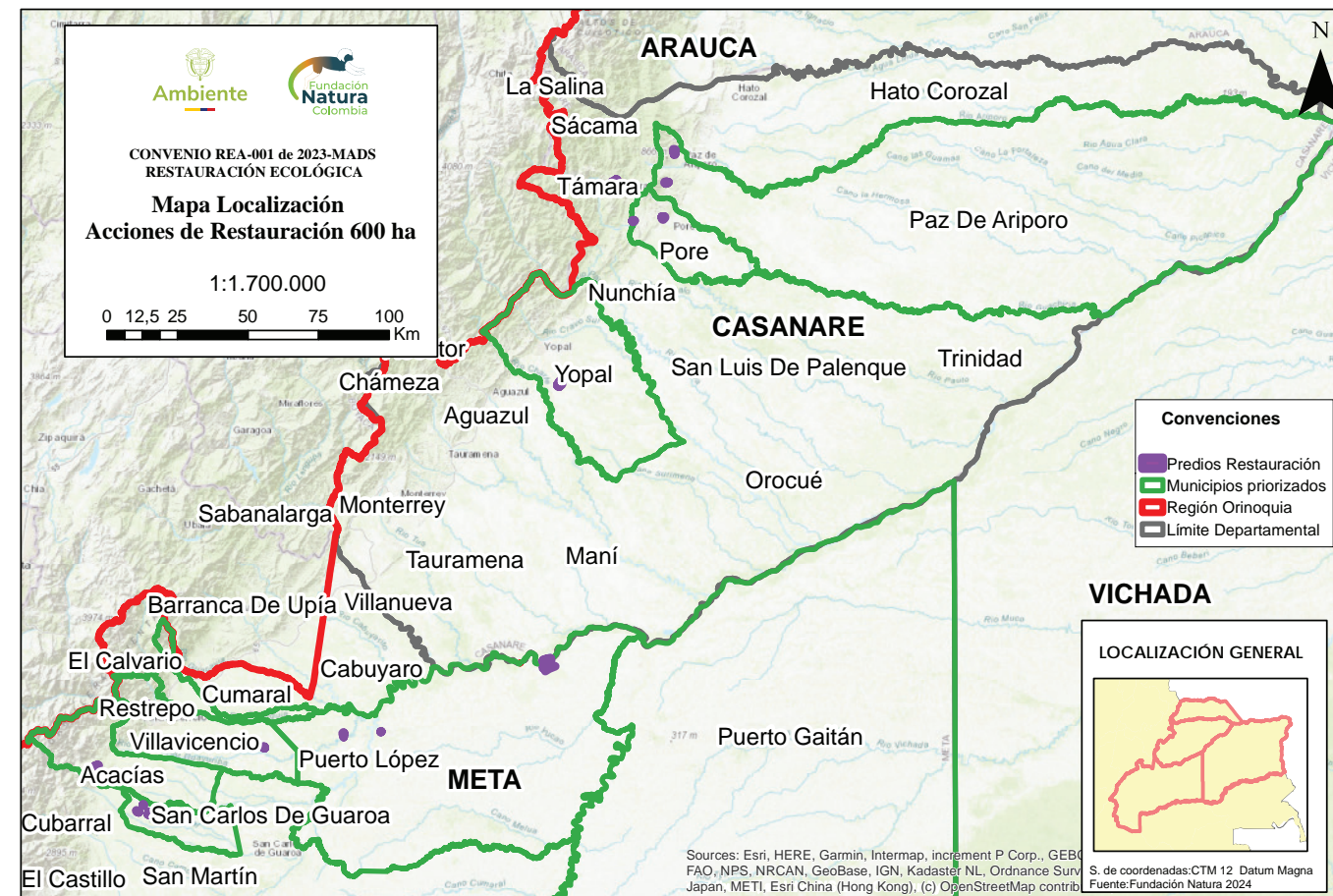


Figura 0.1 Municipios priorizados de los departamentos de Meta y Casanare para restauración ecológica, Proyecto REA 001-2023 Minambiente-Fundación Natura

Alcance y estructura del manual

En el primer capítulo de este documento (“Contexto nacional y regional”) se incluyeron tres subcapítulos: Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 (Minambiente, 2024), en el que se describen las acciones contempladas para la Orinoquia; La Orinoquia en el Plan de Acción de Biodiversidad de Colombia al 2030; y Biomas y ecosistemas naturales de la Orinoquia, donde también se señalan los procesos de transformación y los agroecosistemas de la región.

El segundo capítulo constituye el grueso del manual, pues presenta los nueve pasos del proceso de restauración implementado. Para algunos de ellos se elaboró una ficha con la siguiente información: i) Una definición conceptual; ii) Breve explicación de lo que se hace en general iii) Cómo se llevó a cabo el proceso; iv) Aprendizajes y recomendaciones. Es importante señalar que no todos los pasos se describen de la misma manera. En algunos de ellos no se presentan todos estos temas y el Paso 9, por ejemplo, se expone de otra forma. Sin embargo, el conjunto del capítulo, expresado paso a paso, da cuenta de la totalidad del proceso.

Cabe advertir que con este paso a paso no se plantea una receta de cocina que deba seguirse rigurosamente. El cómo se lleva a cabo la restauración ecológica depende de los objetivos planeados a corto, mediano y largo plazo. Aún en territorios que tengan condiciones bióticas y abióticas similares y una historia de transformación parecida, la forma en que se hace la restauración ecológica puede variar dependiendo de los objetivos que se persigan en cada caso.

Según las características específicas y el contexto del lugar donde se va a hacer la restauración, los actores involucrados deben sopesar los ajustes o variaciones que hay que hacer en cada paso. Es probable que la experiencia y el conocimiento del lugar conlleven que estos sean más adecuados. En cualquier caso, como todo proceso de aprendizaje, la experimentación juega un papel importante; por ello el seguimiento y monitoreo de la restauración es fundamental para la aprehensión de los aprendizajes derivados de los experimentos. Esperamos que este manual motive y apoye el desarrollo del círculo virtuoso de restauración ecológica–experimentación–aprendizaje–restauración ecológica.

En el tercer capítulo, que reúne los aprendizajes adquiridos y los retos identificados en el proceso, se resalta que la restauración ecológica no solo se enfoca en frenar la degradación, sino también en promover el uso sostenible de los recursos, mejorar la calidad de vida de las comunidades y garantizar la disponibilidad de agua, un recurso esencial tanto para la producción como para el consumo humano. Además, señala cómo el proceso de restauración aporta al ordenamiento del predio, lo que contribuye

a una gestión más eficiente y equilibrada del territorio, y cómo la participación activa de los actores locales, el trabajo en equipo y el análisis detallado de los datos son claves para asegurar el éxito de este tipo de proyectos. Por último, se incluye un breve glosario para apoyar la lectura del documento y el *Portafolio de Áreas para Restauración en la Orinoquia*, que presenta una infografía en la que, con base en un análisis a escala regional (1:25.000), se identifican dichas áreas potenciales.



En la región de la Orinoquia varias de las entidades públicas y entes territoriales, como corporaciones autónomas regionales (CAR) y de desarrollo sostenible (CDS) y municipios, se centran en garantizar procesos que aseguren la disponibilidad de agua para diversos sectores. Un ejemplo de esto es el proyecto implementado en el predio Campo Hermoso, propiedad de la alcaldía de Támara. En este caso, se aplicó una estrategia de restauración pasiva en un área de 99,1 hectáreas, cuyo objetivo inicial fue recuperar y promover el proceso de restauración vegetal. Este enfoque busca, a mediano y largo plazo, proteger y conservar el recurso hídrico del acueducto de la vereda Guaseque.



En áreas donde los ecosistemas estratégicos se restauran no solo por razones utilitarias, sino también para conservación de fauna y flora, se pueden generar estrategias de restauración más enfocadas en una escala más amplia y en el disfrute del territorio. Aunque la restauración no se centre directamente en la protección de recursos hídricos, los ecosistemas recuperados probablemente contribuyen a la protección de estos. Aquí el objetivo no es solo restaurar, también se espera crear paisajes que ofrezcan conectividad para la biodiversidad y promuevan el bienestar social y cultural de las comunidades locales.

1.

Contexto nacional y regional



Estrategia Nacional de Restauración (ENR) 2023-2026

La ENR parte de reconocer que los esfuerzos hechos desde hace ya varias décadas no han sido suficientes para mantener la biodiversidad y la funcionalidad ecológica del país. Se requieren, por tanto, esfuerzos mayores para abordar los impulsores del cambio y mitigar la degradación. Particularmente, la ENR promueve “procesos integrales de restauración multifuncional a gran escala –de mediano y largo plazo–, capaces de detener la degradación de los ecosistemas, incrementar la oferta de servicios ecosistémicos y mejorar la capacidad de adaptación territorial al cambio climático” (Minambiente, 2024). En la Figura 1.1 se resumen su meta, sus objetivos (general y específicos) y las condiciones habilitantes para su cumplimiento.



La región de la Orinoquia en la ENR 2023-2026

Un primer paso de la ENR 2023-2026 fue identificar escenarios prioritarios para el desarrollo de procesos de restauración a escala de paisaje. Así, se reconocieron, entre otros, escenarios priorizados para el ordenamiento territorial alrededor del agua y el desarrollo de la economía forestal y de la biodiversidad. La Orinoquia y el Núcleo de Desarrollo Forestal y de la Biodiversidad (NDFyB) Sarare fueron algunos de los 17 territorios estratégicos priorizados. En este escenario, de la extensión total (18.909.805 ha), 9 % tiene muy baja integridad ecológica y 16 %, baja integridad (1.713.322 ha y 3.102.998 ha, respectivamente, Figura 1.2). En consecuencia, 25 % del territorio (4.816.320 ha) fue señalado en la ENR como prioritario. En el *Portafolio de Áreas para Restauración en la Orinoquia*, el Zonobioma Húmedo Tropical y el Peinobioma presentan menores valores de integridad ecológica y, en consecuencia, se consideran prioritarios para llevar a cabo procesos de restauración en ellos.

Otro de los escenarios identificados fue el de vulnerabilidad a incendios, que se basó en los puntos

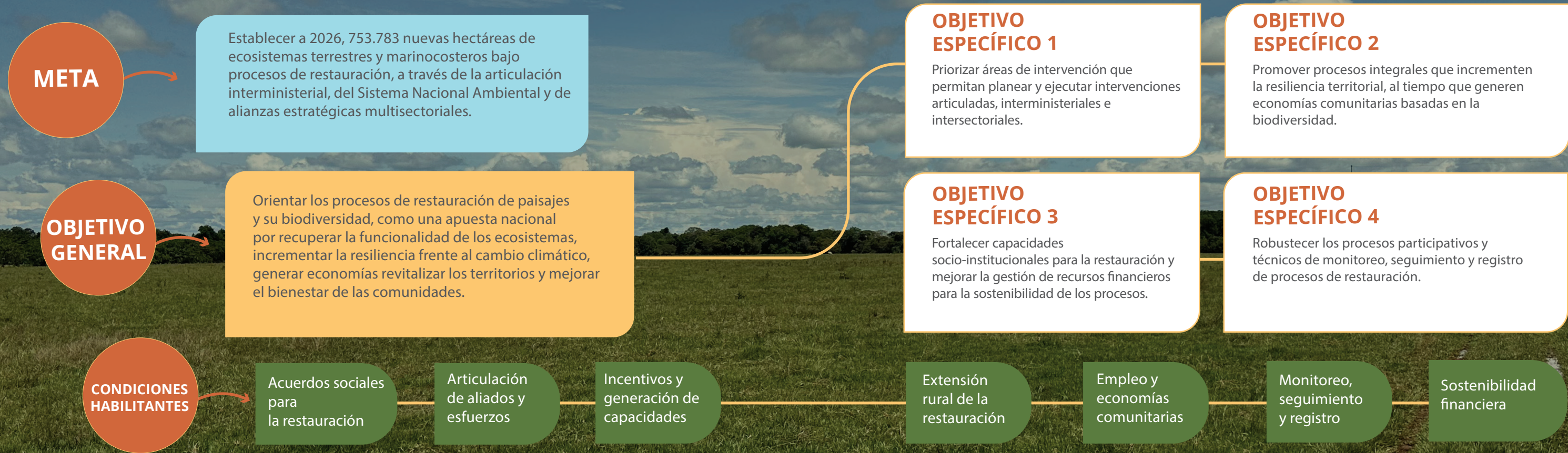


Figura 1.1 Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 (Minambiente, 2024)

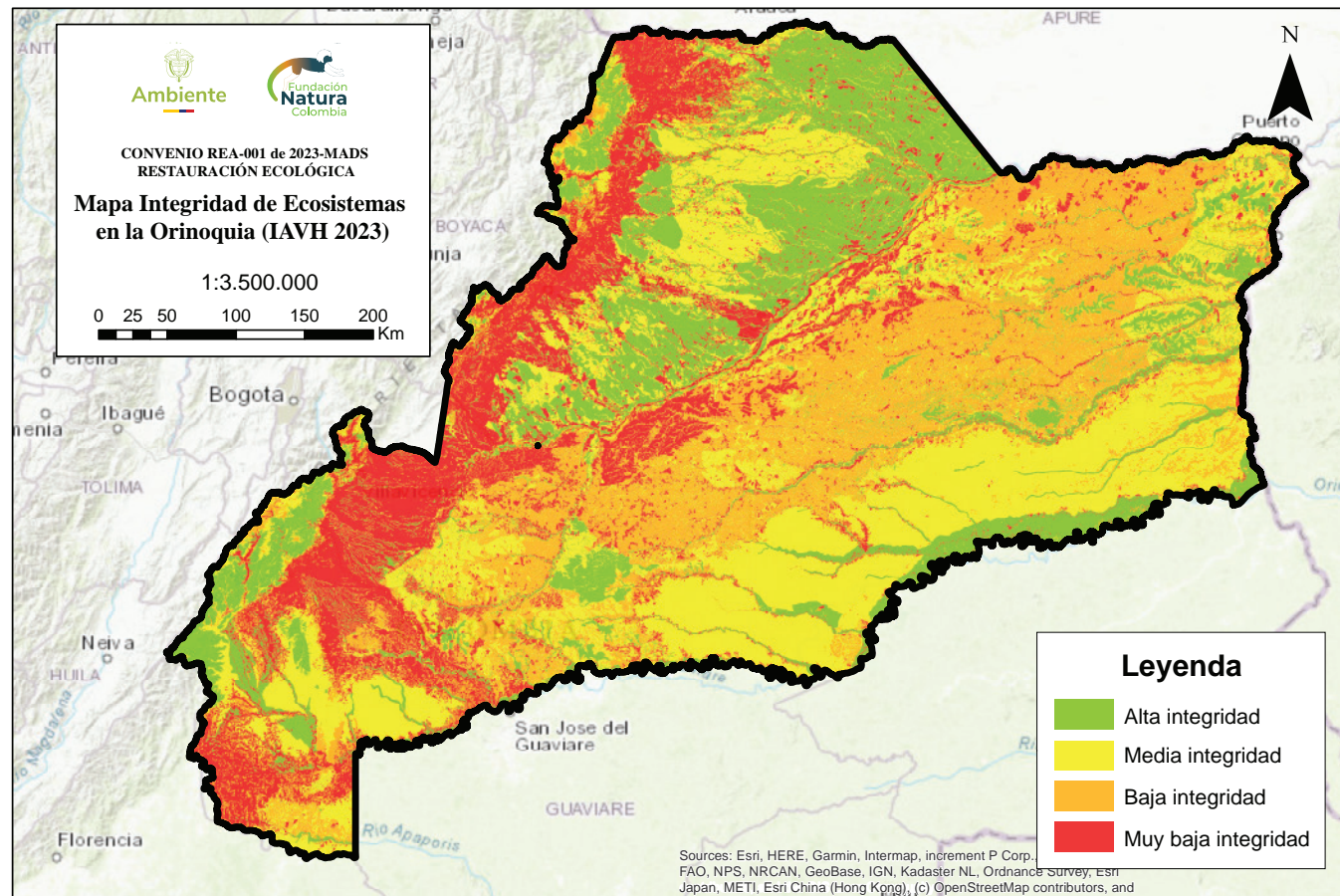


Figura 1.2 Integridad de ecosistemas en la Orinoquia colombiana (Fuente: IAvH, 2023)

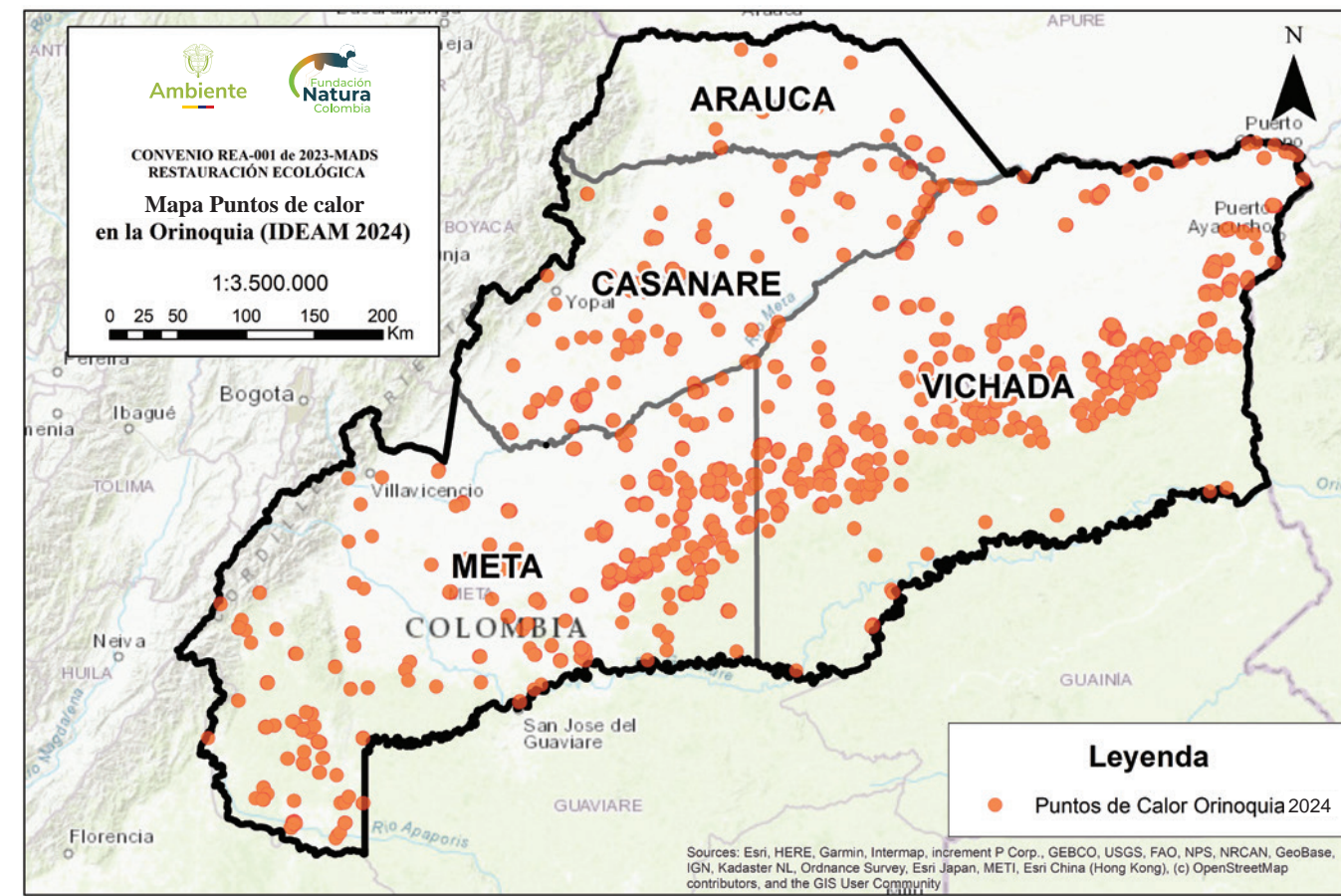


Figura 1.3 Puntos de calor por departamento en la Orinoquia (Fuente: IDEAM, 2024)



Bosque de galería y ripario. Predio California, Támara, Casanare.

La cuenca del Orinoco tiene una extensión de 981.446 km², 65 % de los cuales están en territorio venezolano y 35 % (343.506 km²) en Colombia. El río, uno de los más largos de Suramérica, recorre 2150 km, tiene un caudal de 31.061 m³/s, el tercero a nivel mundial, y transporta 150 millones de toneladas de sedimentos al año.

En la Orinoquia colombiana se han definido nueve biomas distintivos que incluyen 156 ecosistemas naturales, que en 2004 ocupaban el 79,1 % de la superficie de la región, y 49 de origen humano, que ocupaban, en ese mismo año, el 20,95 % del territorio (Romero *et al.*, 2004, citado en Cárdenas *et al.*, 2016).

En el Anexo 2 se encuentra el listado de ecosistemas naturales y otras coberturas existentes para cada uno de los biomas. Las definiciones de bioma y ecosistema se encuentran en el glosario, al final de este documento. A continuación, se describen de forma breve los más representativos.

- **Bosque de galería:** conjunto de árboles que forman una masa boscosa que se localiza a lado y lado de las corrientes de agua de las sabanas, tales como ríos, caños y cañadas de aguas negras o claras. Estos bosques por lo general delimitan con sabanas nativas. Hay dos tipos de bosques de galería (Castro-Lima y Medrano-Niño, 2021):

- **Bosque de galería no inundable:** masa de bosque que se encuentra en los diques o partes más altas, donde las inundaciones no alcanzan a llegar o donde pueden suceder inundaciones esporádicas en épocas en las que las precipitaciones son más altas de lo normal.
- **Bosque de galería inundable:** franja boscosa que se encuentra en el plano de inundación de la fuente de agua. Presenta un sotobosque muy poco denso, fácil de transitar, con pocas palmas y epífitas; su vegetación característica está constituida por árboles, arbustos, lianas y algunas palmas que toleran inundaciones por más de seis meses.

- **Mata de monte:** masas boscosas de formas oblongas o redondeadas que se encuentran aisladas en medio de la sabana, en zonas libres de inundación, por lo que su vegetación es muy similar a la del bosque de galería no inundable; generalmente se encuentran distanciadas de las fuentes de agua (Rivera Ospina, 2005).
- **Bancos de sabana:** constituyen los sitios plano-convexos altos que durante los meses de lluvia



Bancos de sabana. Predio Alcón Colorado, Villavicencio, Meta.

permanecen relativamente secos (Castro-Lima y Medrano-Niño, 2021), aunque pueden llegar a tener un nivel freático superficial, aproximadamente de 20 cm, entre junio y octubre. Sus suelos son de textura arenosa, franco-arenosa y de baja fertilidad natural.

- **Bajos o sabanas inundables:** también llamados bajíos, son áreas planas consideradas como la transición entre el banco y el estero. Se inundan siempre en la estación lluviosa y al final de esta se secan muy rápidamente, dado que el nivel de inundación no supera los 20 cm de profundidad (Castro-Lima y Medrano-Niño, 2021).
- **Transición banco-bajos:** generalmente tienen un contenido mayor de materia orgánica que los bancos y una textura franco-arenosa, franco-arcillo-limosa y, en algunos casos, arcillosa. La vegetación predominante es de gramíneas perennes y dicotiledóneas anuales (con arbustos esporádicos).
- **Esteros:** son depresiones más bajas que se mantienen inundadas la mayor parte del año. La profundidad varía desde 40 cm hasta 1 m; su vegetación también cambia de acuerdo con la profundidad de la lámina de agua. Por lo general son áreas muy limpias, con abundancia de gramíneas y ciperáceas (Castro-Lima y Medrano-Niño, 2021).
- **Ecosistemas andinos:** se ubican en las estribaciones de la vertiente oriental de la cordillera

Oriental; incluyen bosques altoandinos (1800-2800 m. s. n. m.), donde se destacan árboles grandes, con portes de 20 a 35 m. Se caracterizan por la abundancia de palmas, epífitas vasculares, orquídeas y helechos arborescentes. Generalmente se manifiestan dos estratos bien definidos y hay gran presencia de hojarasca en el suelo. Después de este ecosistema montañoso se encuentran los páramos (>2800 m s. n. m.), dominados por frailejones, adaptados a temperaturas extremas y suelos volcánicos.

- **Bosques de piedemonte:** este ecosistema se caracteriza por ser la transición entre montaña y llanura con alturas desde los 300 hasta los 1100 m. s. n. m.; con gran biodiversidad y pendientes pronunciadas, su temperatura y precipitaciones son altas, y presenta además un elevado nivel de endemismo de plantas y animales. El piedemonte es un mosaico de ecosistemas compuesto por bosques pluviales húmedos o subhúmedos que se extienden hacia la planicie de los llanos y las vegas de los grandes ríos (bosques de galería). Estos bosques han sido objeto de grandes transformaciones debido a los procesos productivos extensivos de los últimos años. En consecuencia,



Paisajes de ganadería tradicional. Castilla La Nueva, Meta.

es uno de los ecosistemas con los valores más bajos de integridad.

- Además de los ecosistemas de paisajes de sabana ya mencionados, es importante resaltar que la cuenca del Orinoco incluye páramos, bosques de niebla y subandinos del piedemonte de la vertiente oriental de la cordillera Oriental, selvas de transición amazónicas y formaciones vegetales sobre areniscas del escudo guyanés y afloramientos de granito. Esta diversidad ecosistémica se refleja en una alta diversidad de especies, en especial de plantas (Cárdenas *et al.*, 2016).

Paisajes productivos y procesos de transformación de la Orinoquia

Paisajes de ganadería tradicional

El asesinato de Jorge Eliécer Gaitán en 1948 propició el surgimiento de la guerrilla en los llanos colombianos; debido a esto, buena parte del ganado fue trasladado a los llanos venezolanos. Sin embargo, con la dictadura de Pérez Jiménez en Venezuela, el ganado retornó a los llanos colombianos entre 1953 y 1958 (Huertas, 2014). La bonanza petrolera venezolana llevó a que el contrabando y la exportación legal

de carne hacia ese país fueran un buen negocio. En consecuencia, se consolidó la cría y ceba de ganado en el piedemonte de los departamentos de Casanare y Meta, y se produjo una primera transformación radical del paisaje con la tala de bosques para sembrar pastos Gordura (*Melinis*) y Puntero (*Hyparrhenia*). Se estima que entre 1950 y 1990, alrededor de 80.000 ha de bosque fueron taladas en el piedemonte del Casanare. En este mismo periodo, a comienzos de los años 60, se reemplazó la raza criolla Casanareña por la raza cebú Brahman que, dado su origen en el trópico seco, no prospera en humedales. En consecuencia, se presentó sobrepastoreo en las áreas de banco, que son más secas, y una proliferación de fundos ganaderos a partir de 1953, por ocupación de baldíos y fraccionamiento de hatos (Huertas, 2014).

La desaparición del hato tradicional se ha dado como consecuencia de varios factores (Sánchez, 2007):

- El cambio de ganadería extensiva a ganadería tecnificada, en la que la alimentación del ganado se hace con pasturas introducidas, como *Brachiaria*.
- La presión económica de los grupos armados, que ha llevado a que propietarios de hatos hayan tenido que vender porciones de estos.

- La ocupación de dichos hatos por colonos, que ha traído graves conflictos por uso y tenencia de la tierra.
- La repartición de la sabana realizada por el Instituto Colombiano de la Reforma Agraria (Incora) a lo largo de 25 años (1964-1989), lo que cambió la tenencia comunal de la tierra y a su vez modificó los patrones de manejo del ganado y la organización social en la que se basaba ese manejo.
- La exploración y la explotación petrolera han llevado a que en la región se haya adoptado un modelo social y económico desarrollista, donde “los trabajadores del llano han sido reemplazados por tecnologías productivas de mayor rendimiento” (Sánchez, 2007).

Paisajes de exploración y explotación de hidrocarburos

En segundo lugar, de más reciente establecimiento en la región, están los paisajes socioecológicos definidos por la actividad de exploración y explotación petrolera. Esta inició en 1983 cuando se descubrió el yacimiento petrolero Caño Limón y, posteriormente, con el hallazgo de Cusiana (1991) y Cupiagua (1992)



Extracción petrolera. Jan Zakelj tomada de Pexels.

(Gómez Santiago y Hernández, 2021). A lo largo de estos años la producción de petróleo se consolidó en Arauca, Casanare y Meta.

Entre 2005 y 2018 estos tres departamentos aportaron el 6,7 % del PBI nacional, una cifra, según Gómez Santiago y Hernández (2021), “apenas significativa”. En la actualidad, la exploración, la producción y la conducción de hidrocarburos son actividades sometidas a regulación y al cumplimiento de estándares

sociales y ambientales. No obstante, proyectos anteriores a la normatividad no funcionaron bajo estos estándares y generaron pasivos ambientales que todavía están vigentes. Aún más, incluso en el marco legal actual, la actividad tiene impactos sociales y ambientales, puesto que en las zonas con potencial petrolero existen grupos étnicos, áreas protegidas, áreas silvestres y paisajes ganaderos, entre otros factores, con los que las acciones petroleras entran en conflicto (Andrade *et al.*, 2018).



Paisajes agroindustriales de palma de aceite

Este monocultivo ha estado presente en la región de la Orinoquia colombiana desde hace más de 58 años, con una expansión acelerada a partir del año 2000 y un aumento promedio cercano al 10 % anual (Fedepalma, 2015, citado en Rojas Bustos, 2016). Esta expansión ha llevado a cambios de la cobertura vegetal en la región, como se observa en la Tabla 1.1.

En la región de la Orinoquia, la expansión de palma ocurrió en el 11 % de las sabanas, el 12 % de los cultivos de arroz de riego y el 55 % de las pasturas. Además de causar transformaciones en la cobertura vegetal, la expansión del monocultivo tiene efectos socioeconómicos y culturales en las formas preexistentes de la tenencia de la tierra y genera presiones sobre tierras de uso y destinación comunal e incremento en el precio de la tierra, además de impactos sobre la seguridad y la soberanía alimentaria local (Castiblanco y Hortúa, 2012, citados en Rojas Bustos, 2016).

Tabla 1.1 Cambios de la cobertura vegetal en la región generados por la expansión de la palma africana (Fuente: Rojas Bustos, 2016)

PERIODO ↓	COBERTURAS ↓	% DE TRANSFORMACIÓN POR PALMA	Fuente citada en Rojas Bustos (2016)
1987 - 2000 →	• Bosques	0,03	Romero <i>et al.</i> , 2012
	• Cultivos y pasturas exóticas	0,16	
	• Altillanura	0,06	
	• Sabanas inundables	0,04	
2000 - 2007 →	• Bosques	0,12	
	• Cultivos y pasturas exóticas	0,36	
	• Altillanura	0,03	
	• Sabanas inundables	0,04	
2000 - 2005 →	• Bosques de galería, humedales, estribaciones y sabana	25	MAVDT, 2008
	• Cultivos en transición y pasturas	75	
2002 - 2008 →	• Sabanas	11	Castiblanco <i>et al.</i> , 2013
	• Pasturas	58	
	• Cultivos de arroz	12	



Paisajes agroindustriales, arroz. Periódico del Meta

Paisajes agroindustriales de arroz

Este cultivo anual ha incidido fuertemente en la pérdida tanto de sabanas naturales como de áreas con pastos introducidos. Opera principalmente mediante el arriendo de terrenos, donde durante la adecuación de la tierra se pierden áreas de ecosistemas naturales (matas de monte, bosques de galería), se encalan suelos que alteran el pH naturalmente ácido del agua y, luego, con la aplicación intensiva de agroquímicos, se afecta la calidad del agua con efectos negativos sobre ecosistemas de agua dulce que aún no se han evaluado en su dimensión real.

Existen además agroecosistemas cafeteros que se encuentran en el piedemonte de los departamentos del Meta, Casanare y Arauca. Aunque se maneja un sistema de asocio con especies de sombrero, el requerimiento de agroinsumos es alto y es necesario reconvertirlos a procesos ambientalmente sostenibles y amigables con la biodiversidad.

Los agroecosistemas de cultivos mixtos están presentes en mayor extensión en el piedemonte. Incluyen plátano, yuca, caña, cítricos, frutales, maíz, cacao y piña, entre otros.

Por último, las plantaciones forestales se localizan en los departamentos de Meta, Casanare y Vichada. Son plantaciones con especies exóticas introducidas hace más de medio siglo con fines de reforestación de áreas alteradas y de producción de madera.

Impactos del cambio climático en la región

El Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) y la Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena (Cormacarena) (2017) analizaron el impacto del cambio climático en 73 cuencas de la región. En general, con base en los resultados del análisis, se espera que todos los años el caudal de los ríos aumente en época de lluvias, disminuya más rápidamente al final del año y vuelva a aumentar en el mes de mayo. Por lo tanto, habrá ríos con un caudal pobre en la época seca, que será más larga. En términos amplios, se espera que:

- Aumenten las probabilidades de inundación, en cuanto a número de casos y área inundada.
- Haya limitaciones en el transporte fluvial por más tiempo, en especial en el departamento del Vichada.
- Se afecte el suministro de agua para ganadería, agricultura y consumo humano, dado que habrá más escasez de agua a finales de año y se prolongará por más tiempo. Probablemente esto lleve a un incremento en conflictos y tensiones por demanda del recurso.

En consecuencia, proteger las fuentes hídricas y establecer reservorios de agua son acciones prioritarias para la región (Tabla 1.2). Muchas de estas acciones, como se observa en la tabla, están relacionadas con procesos de restauración.

Tabla 1.2 Medidas de adaptación al cambio climático propuestas en el Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquía (Extractado de CIAT y Cormacarena, 2017)

MEDIDA DE ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN	MEDIDA DE ADAPTACIÓN	DESCRIPCIÓN
Implementación de sistemas silvopastoriles (SSP)	Siembra y/o regeneración natural de árboles y arbustos que sirvan como sombrío, forrajes, cercas vivas, maderables, frutales, ornamentales, leña y semillas. Sistemas intensivos o semi-intensivos en la zona de piedemonte. Se recomienda implementarlos en suelos de baja fertilidad y donde hay árboles dispersos en potreros.	Recuperación de suelos degradados	Implementación de pastoreo racional, siembra de árboles dispersos en potreros, rotación de cultivos, labranza mínima y manejo de residuos de cosecha. Estas acciones son fundamentales para la regulación hídrica de los cauces, particularmente en Puerto López y Puerto Gaitán.
Mejoramiento genético de ganado bovino	Inclusión de razas como San Martinero, que son más resistentes a las altas temperaturas, en los programas de mejoramiento genético que se llevan a cabo en la zona. Aplicable a toda la región.	Gestión y control de aguas subterráneas	Es urgente conocer el estado real de las aguas subterráneas y monitorear su comportamiento a lo largo del tiempo; acción prioritaria para la altillanura de Meta y Vichada.
Uso de variedades de pastos mejorados	Renovación con variedades tolerantes y resistentes al encharcamiento y a las sequías en sitios con pasturas introducidas y mejoradas. Se recomienda para zonas de piedemonte y cercanas a la carretera Villavicencio-Puerto Gaitán.	Conectividad del paisaje	Establecimiento y conservación de corredores biológicos y matrices más amigables con la biodiversidad entre los fragmentos de bosque, ecosistemas de sabana inundable y bosques andinos. Críticos en Vichada, oriente de Casanare, zona central y oriental del Meta y gran parte de Arauca.
Cosecha de agua	Construcción de reservorios de agua para consumo animal en época de sequía en el departamento de Vichada, la zona centro norte de Casanare y la zona central de Arauca.	Protección de zonas inundables	Protección de zonas cercanas a los ríos que se desbordan en época de lluvias para disminuir el riesgo de pérdida de infraestructura. Es importante evitar nuevos asentamientos en zonas ribereñas.
Recuperación y rehabilitación de áreas protectoras de zonas de captación de agua	Desarrollo forestal sostenible en cuencas para recuperar, proteger y asegurar regulación hídrica y caudal ecológico en las temporadas secas. La protección de bosques en montaña y páramos es una prioridad.	Establecimiento de más Reservas Naturales de la Sociedad Civil (RNSC) y Otras Medidas Efectivas de Conservación Basadas en Áreas (OMECA)	Ambas figuras, por su vocación de conservación/producción sostenible, tienen un papel fundamental en la protección de biodiversidad y el desarrollo de alternativas productivas sostenibles y climáticamente inteligentes.
Recuperación de bosque ripario	El bosque de ribera es fundamental como protector frente a crecidas, fijador de cauces y de gran valor ecológico, como hábitat de biodiversidad.	Declaración y manejo efectivo de áreas protegidas	En las zonas que están en buen estado de conservación, aunque sufrirán un alto impacto por cambio climático, la probabilidad de mantener algo de biodiversidad y servicios ecosistémicos aumenta si no están sometidas a una presión antrópica adicional.

Contribuciones Nacionalmente Determinadas para la reducción de emisiones de gases de efecto invernadero (GEI)

De acuerdo con el *Inventario Nacional de Emisiones y Absorciones Atmosféricas de Colombia* realizado por el IDEAM (2024), el sector asociado al Uso de la Tierra, Cambio de Uso de la Tierra y Silvicultura (LULUCF) representó para el año 2021 el 34,49 % de las emisiones del país. Históricamente, este sector es el que mayor aporte ha generado en términos de emisiones a la contabilidad nacional, asociado principalmente con fenómenos como la deforestación y la degradación de bosques y otros ecosistemas naturales. Lograr revertir esta situación no es un trabajo fácil; sin embargo, en la actualidad los gobiernos nacional, regionales y locales, de la mano con la cooperación internacional, la empresa privada, la sociedad civil y las comunidades locales, han promovido diversos mecanismos para frenar estas tendencias y, por otro lado, iniciar procesos de recuperación de áreas que han sido afectadas por fenómenos de transformación, y que además promuevan esquemas de producción que integren en sus prácticas acciones sostenibles.

Es así como la restauración ecológica juega un papel importante en la lucha contra el cambio climático, pues presta una doble funcionalidad: en la mitigación, como una acción que contribuye a la remoción de GEI de la atmósfera, y en la adaptación, porque contribuye a que los sistemas naturales y antrópicos sean menos vulnerables ante fenómenos de variabilidad climática y se adapten a los impactos del cambio climático.

En este sentido, la última actualización de las Contribuciones Nacionalmente Determinadas de Colombia (NDC, por su sigla en inglés) establece como uno de sus elementos transversales e integradores la necesidad de proteger el agua, los ecosistemas y la biodiversidad, y señala que acciones como la restauración ecológica pueden ayudar a cumplir con este propósito. Es así como las NDC plantean la intención de restaurar 962.615 ha entre 2015 y 2030, para, de esta manera, remover 16,94 Mt CO₂ eq.

En el caso de la Orinoquia, la restauración de bosques y paisajes degradados tiene un papel crucial en la mitigación del cambio climático, y es uno de los pilares de las NDC de Colombia. Los bosques y los ecosistemas naturales actúan como sumideros de

carbono, dado que absorben CO₂ de la atmósfera y ayudan a reducir la huella de carbono del país.

Las NDC de Colombia incluyen compromisos específicos sobre reforestación y restauración de tierras degradadas, los cuales se alinean con los esfuerzos realizados en la Orinoquia. En esta región, que cuenta con importantes áreas de bosques tropicales y sabanas, las acciones de restauración, como la recuperación de humedales y pastizales, no solo contribuyen al aumento de la capacidad de secuestro de carbono, sino que también protegen cuencas hidrográficas y servicios ecosistémicos esenciales, lo que reduce la vulnerabilidad al cambio climático y fortalece la seguridad hídrica.

Por eso, en el proyecto fue necesario contemplar diferentes aspectos, como los siguientes:

- Priorización de ecosistemas estratégicos, como los humedales, los bosques inundables, las sabanas y los bosques secos, dada su relevancia para la biodiversidad, que son, además, ecosistemas clave para la regulación hídrica y la captura de carbono.

- Identificación de áreas de conservación de la biodiversidad que aportaran a la creación de corredores biológicos y a la conectividad de zonas de importancia ambiental.
- Predios vulnerables al cambio climático, como los que experimentan deforestación o degradación acelerada debido a actividades como la ganadería.
- Factores socioeconómicos para poder involucrar activamente a las comunidades locales en los procesos de restauración y así promover la sostenibilidad de las acciones implementadas.
- Uso de herramientas geoespaciales para identificar, por ejemplo, las áreas prioritarias de restauración (ver Portafolio).



2.

Paso a paso de la restauración ecológica en los ecosistemas de la Orinoquia



Los pasos de la restauración ecológica en la Orinoquia

En el marco de la Estrategia Nacional de Restauración 2023-2026 y del proyecto REA 001-2023, desarrollado por la Fundación Natura en convenio con Minambiente, se planteó un proceso de nueve pasos para implementar proyectos de restauración; estos pasos se resumen en la Figura 2.0.1. Si bien allí se muestran como una secuencia, es necesario aclarar que en la realidad varios se abordan al mismo tiempo, dado que se parte de un reconocimiento y análisis del contexto, del estado actual del área a restaurar y de las condiciones y las acciones que llevaron a su degradación o transformación, entre otros aspectos.

En este subcapítulo se incluyen, para algunos de los pasos, los siguientes aspectos: i) una definición conceptual, ii) breve explicación de lo que se hace en general, iii) cómo se llevó a cabo el proceso, iv) aprendizajes y recomendaciones. Como se comentó en la sección acerca de la estructura de este documento, aunque no todos los pasos se ajusten a esos aspectos, en su totalidad describen el proceso de restauración realizado en la Orinoquia en el contexto del proyecto REA 001-2023.

Previo a la descripción de los pasos, es necesario referirse a un tema muy relevante para que los procesos de restauración ecológica sean viables a largo plazo y efectivos en sus objetivos y metas: la participación comunitaria. Esta permite garantizar las condiciones habilitantes para la restauración a largo plazo, y conlleva que se puedan identificar y mitigar o eliminar las barreras a la restauración (ver Paso 4, más adelante).

Participación comunitaria en la restauración ecológica

Es relevante destacar que la participación comunitaria es una condición central en cada uno de los pasos y para el proceso completo. Por una parte, son los pobladores y los actores locales quienes en gran medida toman las decisiones que afectan los ecosistemas naturales. Es decir, que en algunos casos pueden generar las barreras a la restauración y en otros propician condiciones habilitantes para alcanzar las metas de restauración ecológica. Por otra parte, dado que estos procesos son a mediano y largo plazo, más allá del ciclo de proyectos puntuales, como el REA 001-2003, tanto las acciones de mantenimiento como el seguimiento y el monitoreo



Figura 2.0.1. Pasos de la restauración ecológica definidos e implementados en el proyecto REA 001-2023 Minambiente-Fundación Natura

de la restauración deben ser realizadas por las comunidades y los actores beneficiados por la mejora de servicios ecosistémicos relacionados con el ecosistema restaurado.

Dentro de los procesos participativos se destacan los siguientes:

- Los espacios de socialización y comunicación inicial del proyecto a los diferentes actores presentes en el territorio.
- La vinculación de los actores en la construcción y la proyección del proceso.
- La consolidación de iniciativas que fortalezcan la gobernanza y la apropiación del proceso de restauración en el territorio.
- Los espacios de intercambio de saberes.
- El monitoreo participativo o con apoyo de las comunidades acompañado de un fortalecimiento de capacidades técnicas y de la organización social.
- El desarrollo de viveros comunitarios que brinden alternativas laborales y económicas y que generen y fortalezcan negocios verdes para las comunidades de la región.

Acuerdos socioambientales

Estos se refieren a concertaciones realizadas con entes administrativos, gubernamentales, privados u organizaciones ambientales en pro de la articulación o la unión de esfuerzos para el cumplimiento de objetivos y metas de restauración en la región.

Antes de emprender cualquier proceso de restauración es crucial abrir espacios de diálogo con los actores locales para comprender sus prioridades y expectativas. En una de las RNSC se intentó proyectar acciones de restauración basadas en el plan de manejo del predio. Sin embargo, al dialogar con los propietarios, se descubrió que sus intereses no coincidían con las propuestas iniciales. A pesar de las estrategias planteadas, los propietarios expresaron que no deseaban realizar ningún cambio ni mejora en sus terrenos, ya que preferían mantener sus áreas de potreros tal como estaban, sin alteraciones. Este hallazgo subraya la importancia de considerar las realidades locales y productivas de la Orinoquia en el diseño de procesos de restauración.



PASO 1.

Identificación y priorización de áreas para la restauración en la región

i. Una definición conceptual

Para llevar a cabo acciones de restauración ecológica se requiere, en primera instancia, identificar las áreas con necesidades de recuperación o restablecimiento total o parcial de las características del ecosistema natural que se encuentran como parches remanentes. A escala de paisaje, como puede ser toda la región de la Orinoquia, se busca tanto conocer el estado de degradación de las diferentes zonas como mantener o restablecer la conectividad ecológica y asegurar la prestación de los servicios ecosistémicos estratégicos para un territorio.

ii. Breve explicación de lo que se hace en general

Para este paso, durante la primera etapa se analizó la información geográfica disponible para la región. En la segunda etapa se hizo un análisis independiente para cada uno de los biomas generales de la región, los cuales tienen unas dinámicas hídricas y climáticas y unas características de suelos particulares que son determinantes en la diversidad ecosistémica de la Orinoquia. En particular, en procesos de restauración se deben tener en cuenta estas

diferenciaciones ecológicas, que en gran medida determinan la composición, la estructura y la funcionalidad de cada ecosistema.

En la tercera etapa se identificaron las áreas susceptibles de restauración por cada bioma mediante el método de evaluación multicriterio, en el que se establecieron los diferentes criterios o variables a escala de paisaje.

Los resultados del ejercicio de identificación y priorización de áreas para la restauración en la región se encuentran en la infografía del portafolio anexa a este documento. Con base en estos resultados, se realizó la selección de áreas a restaurar. En los siguientes apartados se mencionan algunos de estos sitios como ejemplos de cómo implementar los pasos de la restauración. En el Anexo 1 se presentan los listados de los predios donde se iniciaron los procesos de restauración. En total se trabajó en 23 predios, 12 del departamento del Meta y 11 de Casanare. En el Meta, 5 predios son de las alcaldías de Castilla La Nueva y uno de Puerto López. Otros 6 predios son RNSC en Villavicencio (3), Puerto López (2) y Acacías (1). En Casanare el proyecto se implementó principalmente en predios de alcaldías, 5 en Támara y 1



Manejo de arvenses. Predio La Vorágine, vereda Picón, Yopal, Casanare

en Paz de Ariporo; en 4 predios de la gobernación del Casanare y en una RNSC localizada en Yopal. En total, el proyecto se implementó en 16 predios públicos (12 de alcaldías y 4 de gobernaciones) y en 7 RNSC, para un total de 603,85 hectáreas en procesos de restauración.

Dentro de cada predio, a una escala local y no regional, se requiere también identificar los sitios donde la restauración ecológica podría fortalecer el cumplimiento de los objetivos planteados para el predio. En cualquier caso, uno de los aspectos fundamentales a tomar en cuenta es la urgencia de proteger los recursos y las dinámicas hídricas relacionados con los ecosistemas naturales descritos anteriormente.

iv. Aprendizajes y recomendaciones

- La información de las áreas priorizadas debe complementarse a una escala fina para determinar las mejores estrategias de restauración. De igual forma, se requiere información detallada para evaluar los factores tensionantes y limitantes (ver Paso 4) existentes a escala local. Por consiguiente, la priorización permite saber dónde realizar las implementaciones a escala de paisaje. Sin

embargo, una vez identificadas las áreas objeto de restauración, es necesario realizar un análisis detallado de estas para definir las estrategias de restauración ecológica más adecuadas para cada caso.

- Es importante contar con información actualizada sobre el estado actual e histórico de los procesos de transformación del paisaje, así como con un análisis de conectividad estructural y funcional y orientaciones sobre el ordenamiento, especialmente alrededor del agua, para evidenciar las necesidades de restauración en el territorio.
- En función de las metas relacionadas con las NDC para Colombia, la zonificación de áreas para restauración aporta a la identificación de las áreas relevantes para acciones de reducción de emisiones de GEI; contribuye también al ordenamiento ambiental del territorio, para fortalecer la estructura ecológica principal de la región de la Orinoquia.
- El análisis de la dinámica de cambio de las coberturas de la tierra en áreas de restauración en Casanare y Meta evidencia una tendencia hacia la regeneración de vegetación secundaria

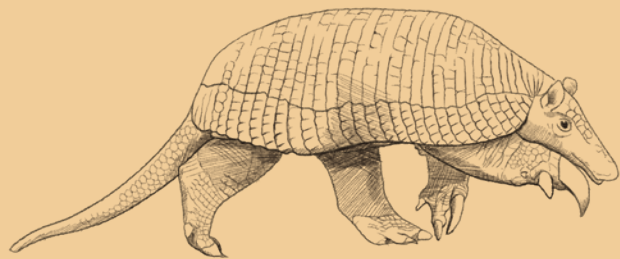
entre 2018 y 2024, impulsada por procesos de sucesión ecológica y acciones de restauración realizadas por propietarios. Este cambio refleja un abandono progresivo de actividades agropecuarias, lo que favorece la recuperación de áreas de alta importancia ecológica. Las transformaciones incluyen una disminución de pastos limpios y mosaicos de cultivos, con un aumento notable en la vegetación secundaria, lo que destaca la resiliencia de los ecosistemas y la efectividad de las intervenciones, a pesar de los recursos limitados.

- Sin embargo, persisten áreas con coberturas poco favorables para la biodiversidad, donde los pastos limpios no han mostrado cambios significativos. Esto subraya la necesidad de estrategias específicas para promover la regeneración ecológica en dichos predios. Los resultados refuerzan la importancia de combinar restauración activa y pasiva para optimizar las acciones con base en datos precisos como los obtenidos y garantizar así una gestión adaptativa y sostenible que asegure la recuperación funcional de los ecosistemas.
- A escala de predio, al definir los sitios donde se llevará a cabo la restauración, es importante

conseguir un balance entre el territorio destinado a producción y el “apartado” para restauración, considerando que probablemente a mediano plazo los beneficios de esta redundarán de forma positiva en la producción.

El desafío de las fincas privadas y la resistencia al cambio

En las fincas privadas a menudo se presentan dificultades en la toma de decisiones, ya que algunos propietarios no están dispuestos a ceder áreas para la restauración, especialmente si son utilizadas para el pastoreo de ganado. Esto se evidenció en varios casos en los que, a pesar de tener la voluntad de restaurar, los propietarios no querían perder tierras productivas. En dichas situaciones se realizaron esfuerzos de diálogo y negociación para encontrar soluciones que equilibraran los intereses de los propietarios con los objetivos de restauración que redundan a mediano plazo en su propio beneficio.



PASO 2. Caracterización de los ecosistemas de referencia

i. Una definición conceptual

Con la restauración ecológica se busca que el área retorne a las características parecidas a las del sistema original; por lo tanto, es necesario saber cómo era este. Existe la posibilidad de que aún haya cerca parches en buen estado de dicho ecosistema, los cuales sirven de referencia para saber qué especies de plantas y animales había originalmente (composición) y cómo estaban distribuidas en el área (estructura).

ii. Breve explicación de lo que se hace en general

Se debe establecer el bioma en el que se encuentra el área, los ecosistemas naturales que esta contenía y los aún remanentes. En el portafolio de prioridades de restauración (ver infografía anexa a este documento) se encuentran los mapas de cada uno de los biomas con las zonas priorizadas, donde se pueden ubicar los sitios aptos para implementar la restauración. Una vez hecho lo anterior, se identifican las condiciones biofísicas determinantes (suelos, pendiente, regímenes de lluvia y sol, cobertura vegetal y especies de fauna y flora existentes) y los requerimientos para el proceso de restauración, basados en el estado de alteración del área en comparación con el ecosistema de referencia.

Cada uno de los nueve biomas que abarcan la Oriñoquia están descritos en el Anexo 2. Es pertinente resaltar que dos de ellos tienen poca viabilidad de restauración: el Hidrobioma, que comprende cuerpos de agua, y el Litobioma, conformado por áreas rocosas y con poca representación en la región. En el Anexo 1 se encuentran listados todos los tipos de coberturas existentes en cada uno de los biomas.

En el glosario, que está al final de esta publicación, se explican los términos.



a) Bosque de galería; b) Bosque de galería inundable; c) Bosque alto de tierra firme; d) Bosque subandino.



a) Mosaico de pastos con espacios naturales; b) Bosque denso alto de tierra firme; c) Sabanas naturales; d) Bosque de piedemonte

iii. Cómo se llevó a cabo el proceso

Las características de los ecosistemas de referencia se establecieron mediante información secundaria (Anexo 2), información de especialistas y observaciones de campo. Con base en estas fuentes se definieron:

- Las especies potenciales para restauración activa y los sistemas sostenibles para los diferentes biomas de la Orinoquia (Anexo 3); igualmente, una guía de uso en restauración de algunas de las especies identificadas (Anexo 4).
- Los diseños florísticos que fueron implementados en la restauración activa. En las figuras 2.2.1 y 2.2.2 se muestran estos ejemplos de diseños de enriquecimiento y de establecimiento de núcleos de vegetación, respectivamente (ver Tabla 2.6.1 para mayor claridad). En el Paso 4 se detallan los escenarios potenciales de restauración, que vinculan los ecosistemas de referencia con las estrategias necesarias para lograr un proceso efectivo en los sitios donde esta se va a llevar a cabo. En el Paso 6, más adelante, se especifican las acciones de restauración referidas a cada tipo de estrategia.



Venado de cola blanca (*Odocoileus virginianus*)

Ejemplo de posible arreglo florístico

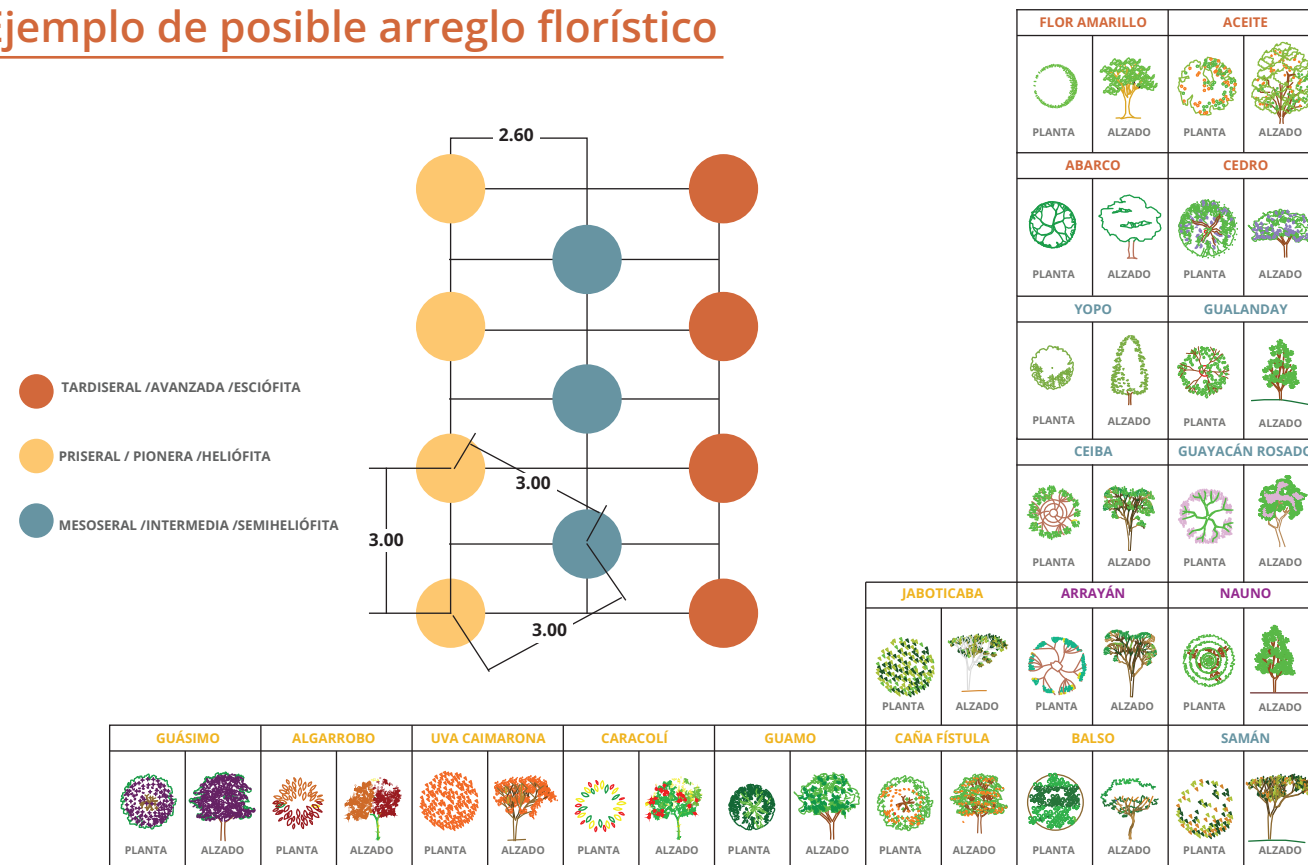


Figura 2.2.1 Ejemplo de posible diseño florístico para enriquecimiento (las especies, distancias de plantación y forma geométrica pueden ser ajustadas en cada predio).

Ejemplo de posible arreglo florístico

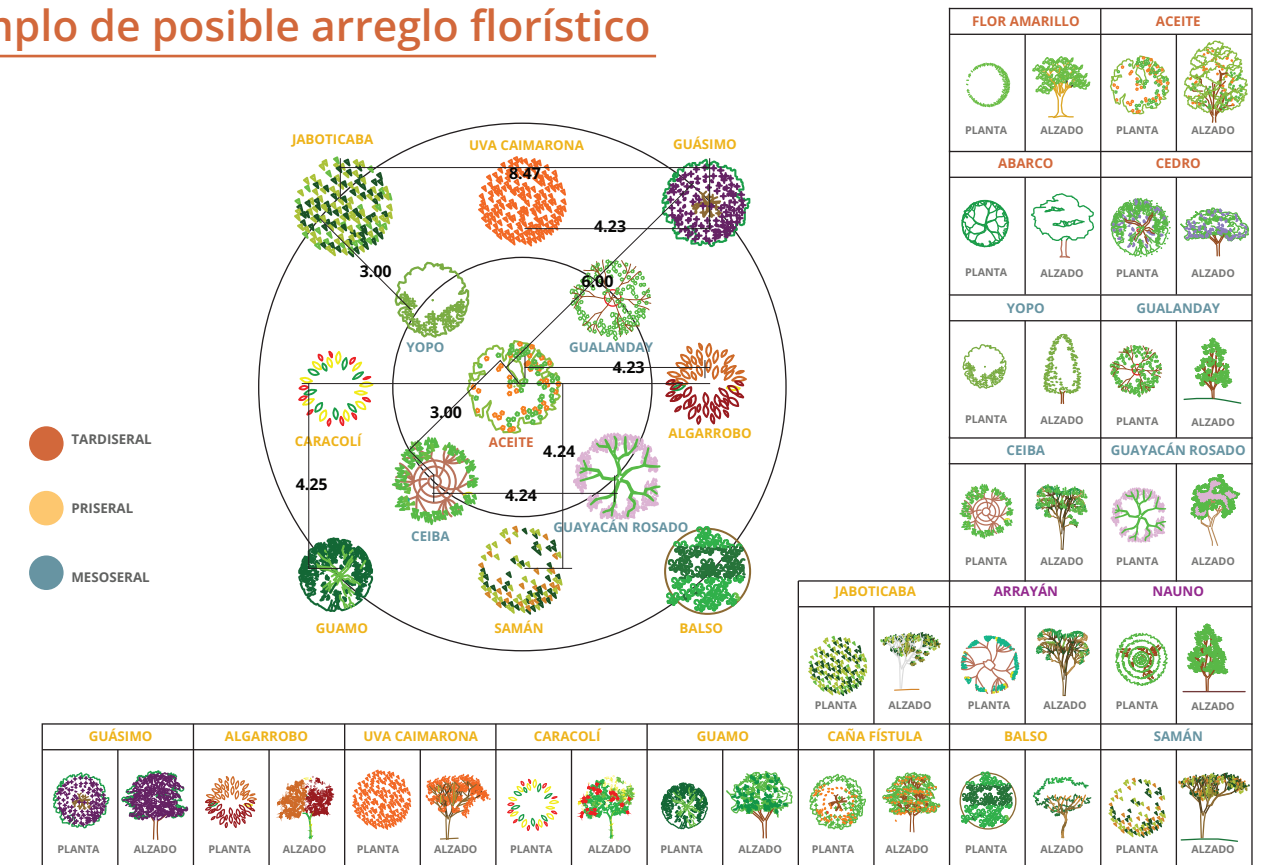
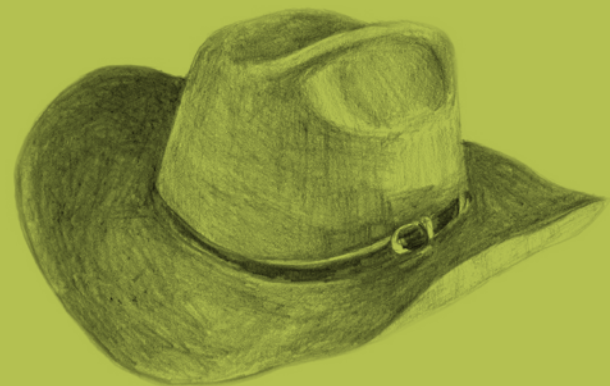


Figura 2.2.2 Ejemplo de posible diseño florístico para establecimiento de núcleos de vegetación en coberturas de pastos introducidos (las especies, distancias de plantación y forma geométrica pueden ser ajustadas en cada predio).



PASO 3.

Planteamiento de los objetivos y las metas de restauración

i. Una definición conceptual

Para determinar los objetivos y las metas hay que tomar en cuenta que la restauración es un proceso a mediano y largo plazo y que, por lo tanto, es necesario definirlos con base en el compromiso de los actores involucrados a través del tiempo. Para ello, se requiere establecer: las características del ecosistema de referencia, el estado actual del escenario a restaurar, las barreras existentes para la restauración (factores limitantes y tensionantes, como se señala más adelante en esta sección) y las acciones requeridas para el proceso de restauración (ver Paso 6, más abajo).

ii. Breve explicación de lo que se hace en general

Una vez se tiene una meta a largo plazo (5 a 10 años), es posible definir objetivos y metas parciales, de corto (1 a 3 años) y mediano plazo (3 a 5 años). Para hacerlo hay que tomar en cuenta otras variables, como la factibilidad de iniciar el proceso de restauración de acuerdo con el contexto y las condiciones actuales. Estas últimas incluyen aspectos climáticos, medioambientales, sociales, políticos y económicos

que pueden afectar el proceso; además, la disponibilidad de recursos (tiempo, infraestructura y recursos financieros), el acceso y la disponibilidad de apoyo técnico y mano de obra, el acceso a material vegetal, y las acciones prioritarias requeridas para mitigar o eliminar barreras.

iii. Cómo se llevó a cabo el proceso

Es importante aclarar que en el proyecto REA 001-2023 los acuerdos de restauración suscritos con los dueños de los 23 predios fueron a corto plazo, dado que el proyecto duraba un año. No obstante, en este también se incluyeron compromisos de mantenimiento a más largo plazo en las zonas definidas para llevar a cabo la restauración. Las figuras 2.3.1 y 2.3.2 muestran la delimitación del escenario de restauración y las metas para cada estrategia de restauración definida (activa y pasiva) en la RNSC La Vorágine.

iv. Aprendizajes y recomendaciones

- Provisión de materiales e insumos: en lo posible, se debe procurar que los proveedores de materiales, insumos y herramientas sean de las zonas de influencia directa del proyecto, y es necesario

involucrarlos en el proceso de restauración informándolos sobre los procesos que se están desarrollando; esto permite que la entrega de las compras realizadas se realice de una manera más rápida y eficaz.

- Enfoque participativo y conocimiento local: el primer paso para establecer objetivos y metas realistas en un proceso de restauración es reconocer que el conocimiento local es invaluable. El propietario del predio es quien mejor conoce las condiciones del terreno, su historia y los posibles obstáculos que puedan surgir en el proceso. Por ello, se debe generar un plan predial participativo en el que los propietarios y las comunidades locales jueguen un papel clave en la identificación de problemas, prioridades y oportunidades. Las reuniones y los diálogos continuos con los actores locales permiten establecer objetivos basados en la realidad y las capacidades de los involucrados.
- Visión del predio a largo plazo: es crucial entender qué se quiere lograr con el predio a largo plazo, ya sea en términos de restauración ecológica, uso sostenible o beneficios para la comunidad. Esta visión orientará los objetivos y las metas.

- Contexto local: conocer las características y necesidades del territorio es fundamental. Esto incluye información sobre clima, tipo de suelo, biodiversidad, presencia de especies invasoras y cualquier otro factor que pueda influir en la restauración.
- Condiciones socioeconómicas de los actores locales: es importante saber quiénes son los actores locales, qué expectativas tienen y cómo sus actividades pueden influir en el proceso.
- Disponibilidad de recursos: evaluar los recursos disponibles, tanto financieros como humanos, es esencial. Esto incluye el presupuesto para ejecutar las acciones de restauración, la mano de obra local disponible y la infraestructura existente. Es recomendable que las organizaciones comunitarias mantengan su documentación al día pues esto les permite acceder a convocatorias que podrían aumentar los recursos financieros.
- Problemáticas o tensiones existentes: es primordial identificar problemas actuales, como la deforestación, la degradación del suelo, el ingreso de actividades como la ganadería o la agricultura intensiva, o cualquier factor que

represente una amenaza para el éxito del proceso de restauración.

- Marco normativo y político: es necesario conocer las políticas públicas y los marcos legales relacionados con la restauración y la conservación del medioambiente. Esto incluye planes de manejo, Planes de Ordenación y Manejo de Cuencas Hidrográficas (POMCAS), regulaciones sobre el uso de la tierra y programas de incentivos.
- Estrategias previas y lecciones aprendidas: es importante revisar experiencias anteriores, locales, nacionales e internacionales, que puedan proporcionar información valiosa sobre qué estrategias han funcionado y cuáles no. Esto también incluye las posibles barreras o desafíos que se hayan identificado.
- Indicadores de éxito: definir cómo se medirá el progreso de la restauración es clave. Esto comprende la identificación de indicadores ecológicos (como la recuperación de la vegetación, la biodiversidad o la calidad del agua) y sociales (como la participación comunitaria y la mejora en la calidad de vida).

- Posibles alianzas, apoyo y uso de canales de comunicación: es esencial identificar posibles aliados y fuentes de apoyo, como alcaldías, ONG, entidades gubernamentales y otros actores clave en la restauración y conservación. Estos aliados pueden ofrecer financiamiento, por ejemplo, a través de pagos por servicios ambientales o mediante otras iniciativas. Además, para garantizar que el proceso de restauración no sea aislado y tenga un impacto positivo en la comunidad, es fundamental establecer canales de comunicación efectivos entre los propietarios, los vecinos y las autoridades locales. Esto facilita la creación de corredores de conectividad ecológica, esenciales para integrar los ecosistemas restaurados al paisaje más amplio, y fomenta la colaboración intermunicipal y a nivel de veredas. De esta forma, se pueden identificar sinergias, compartir recursos y conocimientos, y fortalecer las redes de apoyo, lo que aumenta la eficacia y la sostenibilidad de las acciones de restauración.
- Generar modelos asociativos-productivos: en muchos casos es útil generar modelos donde la restauración se combine con actividades productivas sostenibles. Esto no solo hace que el proceso

sea más viable desde un punto de vista económico, sino que también fortalece el compromiso de los propietarios y las comunidades. Dichos modelos permiten definir metas claras en función de resultados tangibles que integren la conservación con el uso sostenible de los recursos. Por ejemplo, la restauración de ciertos tipos de bosque puede ir acompañada de la producción de productos forestales no maderables, que benefician tanto a la comunidad como al ecosistema restaurado.



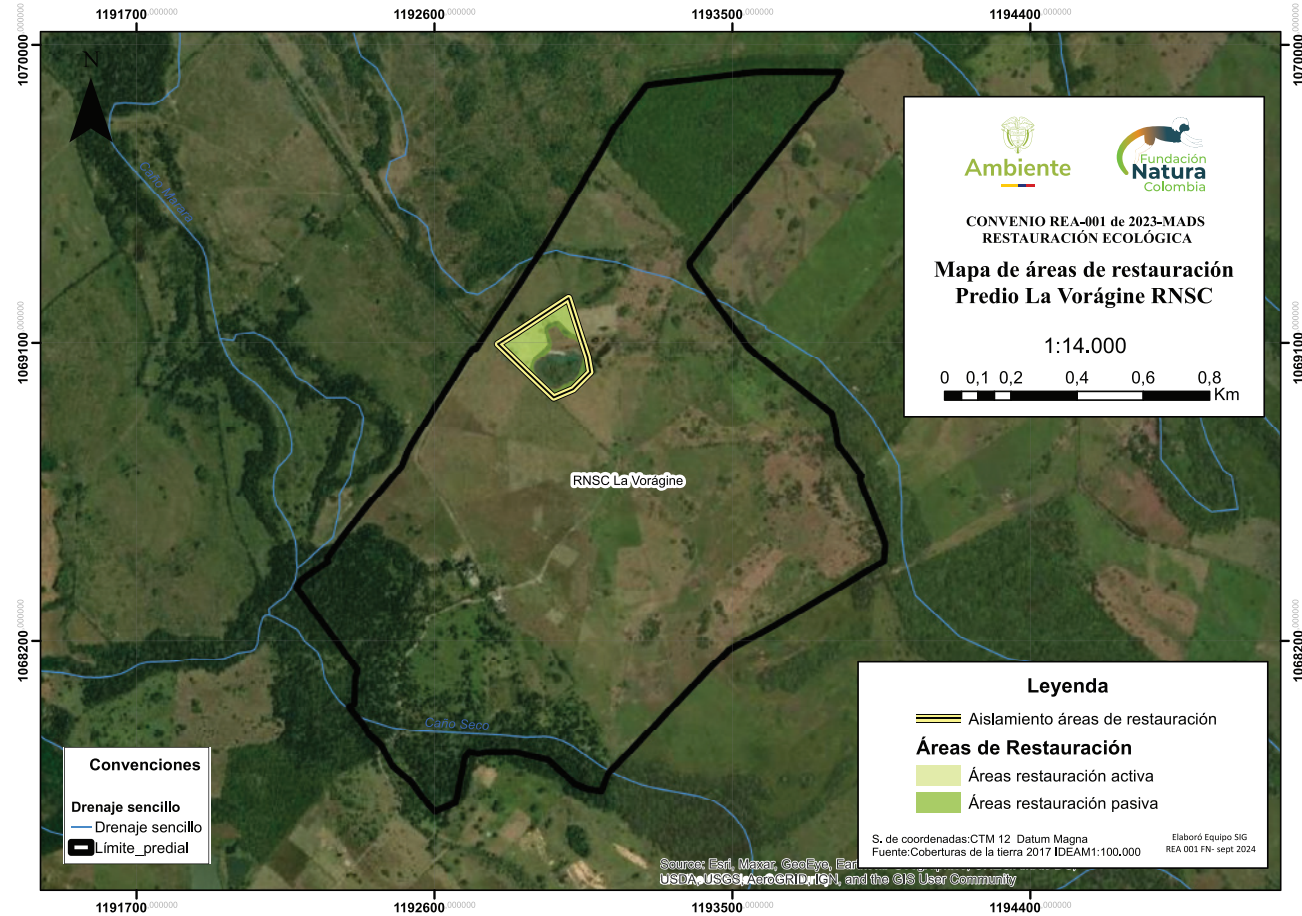


Figura 2.3.1 Escenario de restauración priorizado en la RNSC La Vorágine



Figura 2.3.2 Ejemplo de arreglo florístico y áreas de restauración activa y pasiva en el escenario de restauración priorizado en la RNSC La Vorágine



PASO 4. Identificación de los escenarios potenciales para la restauración

i. Una definición conceptual

En este cuarto paso se identifica el tipo de cobertura presente en el área a restaurar y qué condición de cobertura natural/ecosistema podría lograrse mediante la restauración. En la Tabla 2.4.1 se describen los diferentes tipos de cobertura vegetal actual encontrados y se listan los escenarios potenciales de ecosistemas naturales y sistemas productivos sostenibles que podrían implementarse mediante acciones de restauración.

Es de resaltar que los escenarios potenciales para la restauración ecológica son áreas transformadas con diferentes grados de alteración debidos a la actividad antrópica asociada con las prácticas productivas tradicionales y con los procesos de cambio de uso o transformación de los ecosistemas, y que se encuentran en zonas con prioridad de restauración dentro de la planificación del territorio. Para la Orinoquia tenemos:

- Áreas no alteradas que se podrían manejar para conservación, como es el caso de los bosques densos, bosques, arbustales y herbazales cerrados.

- Áreas naturales alteradas referidas a bosques, arbustales o herbazales abiertos, y bosques fragmentados o coberturas vegetales que denotan un proceso de regeneración, como vegetación secundaria alta o baja.
- Coberturas que por la historia de uso del sitio presentan alteraciones. Se pueden identificar como escenarios potenciales de restauración si se encuentran abandonados o bajo acuerdos que consideran aislarlos o limitar los factores tensionantes presentes en la zona para permitir la restauración (ver más adelante la explicación de factores limitantes y tensionantes). Pueden ser pastizales o mosaicos de cultivos abandonados, con algo de vegetación natural en regeneración o relictual, como es el caso de los pastizales arboreados o mosaicos de cultivos con espacios naturales.
- Las coberturas que reflejan un uso agropecuario activo, relacionadas con pastizales, mosaico de cultivos o cultivos activos, que para la Orinoquia son arroz, maíz, sorgo, palmales y frutales, entre otros. Estas coberturas no son objeto de restauración directamente, ya que hacen parte de las áreas productivas de la región. Sin embargo,

pueden ser escenarios potenciales de acciones enfocadas en la implementación de sistemas sostenibles en el marco de acuerdos socioambientales implementados en la zona.

ii. Breve explicación de lo que se hace en general

De ser posible, es recomendable identificar las coberturas presentes en las áreas de restauración con base en la versión más actualizada de las coberturas establecidas por el IDEAM (2010) y complementarlas con imágenes de satélite que faciliten un acercamiento temporal más preciso al área a restaurar. La identificación de coberturas vegetales se realiza a través de la metodología CORINE (Coordination of Information on the Environmental) Land Cover adaptada para el país (IDEAM, 2010), la cual realiza el inventario de la cubierta biofísica de la tierra a partir de la interpretación de fotografías aéreas.

Como se mencionó, en la Tabla 2.4.1 se describen los escenarios potenciales de restauración para la región. La identificación de las coberturas presentes en el área que se va a restaurar (¿qué hay?), la determinación de los ecosistemas de referencia

(¿qué hubo?) y las prioridades definidas para atender las problemáticas del área (por ejemplo, procesos severos de compactación de suelos por pisoteo o pérdida de coberturas naturales) permiten definir cuáles son los escenarios potenciales de restauración (Figura 2.3.1).

iii. Cómo se llevó a cabo el proceso

Para cada predio se identificaron los biomas, los ecosistemas y las coberturas, y se definieron los factores tensionantes y limitantes de la restauración a los que se hace referencia en el siguiente punto de este paso. Con base en esta caracterización y de acuerdo con las prioridades y necesidades definidas con los propietarios, se determinaron los escenarios para la restauración.

Las barreras a la restauración ecológica

Se describen como factores que, por un lado, limitan las dinámicas propias del ecosistema, como la sucesión natural (Barrera-Cataño y Valdéz-López, 2007) y, por otro, factores tensionantes o que ejercen presión sobre las áreas de importancia ambiental en el territorio, como las diversas actividades antrópicas

no sostenibles, a las que se hizo referencia en el capítulo anterior.

- **Los factores limitantes** son las condiciones propias del sistema que limitan, demoran o restringen el desarrollo del ecosistema. Por tanto, se relacionan con el estado de los diversos componentes del ecosistema (bióticos y abióticos), así como con la alteración de los mecanismos de regeneración de la vegetación dependientes de la dinámica funcional de este (polinización, dispersión de propágulos, establecimiento). Así, los factores limitantes están conectados con los procesos de transformación y de deterioro o alteración del territorio.

Es de vital importancia considerar estos factores en los procesos de restauración, ya que pueden impedir el desarrollo de algunas especies que lleguen y se establezcan a través de la lluvia de semillas o de especies que se encuentran en el banco de semillas (Barrera-Cataño y Valdéz-López, 2007). En este orden de ideas, la ausencia o escasez de nutrientes, la baja capacidad de retención de agua en el suelo y los suelos ácidos y con alta compactación como resultado de la ganadería

extensiva pueden actuar como agentes limitantes en el proceso de sucesión que se da en el lugar (Vargas, 2012).

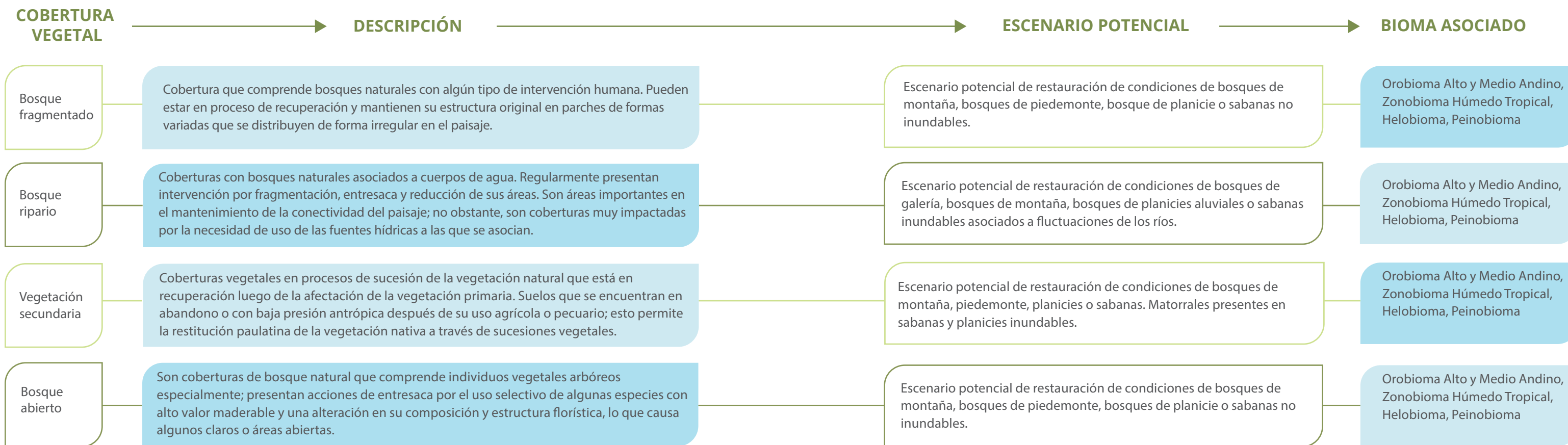
- **Los factores tensionantes** son agentes externos que afectan negativamente la diversidad de los ecosistemas y se relacionan directamente con las actividades antrópicas (Grime, 1989). El daño que pueden generar sobre los ecosistemas receptores depende del estado de desarrollo y del nivel de resiliencia de estos. Si los factores tensionantes son más fuertes que las fuerzas que permiten el desarrollo de los ecosistemas y los paisajes naturales, es necesario buscar la manera de mitigarlos o neutralizarlos antes de iniciar las actividades de restauración ecológica (Barrera-Cataño y Valdéz-López, 2007).

Identificar este tipo de factores permite adelantar acciones que los disminuyan o eliminen definitivamente de los ecosistemas a restaurar.

La Orinoquia se caracteriza por presentar diversos factores tensionantes, como la extracción de petróleo, la explotación de diferentes tipos de minerales, la deforestación, los monocultivos extensos de arroz y palma de aceite, la introducción de especies exóticas maderables para la industria maderera y de pastos exóticos como alimento para el ganado, la ganadería intensiva, la agricultura que utiliza fertilizantes en formas inadecuadas y las malas prácticas agropecuarias (Rodríguez y Rey, 2022).



Tabla 2.4.1 Coberturas vegetales como escenarios potenciales de restauración y de sistemas sostenibles



COBERTURA VEGETAL

DESCRIPCIÓN

ESCENARIO POTENCIAL

BIOMA ASOCIADO

Arbustal abierto	Esta cobertura comprende especialmente individuos de porte arbustivo distribuidos de forma regular, que forman un dosel discontinuo y cuya cubierta representa entre el 30 % y el 70 % del área total de la unidad.	Escenario potencial de restauración de condiciones de arbustales presentes en ecosistemas de montaña y piedemonte, así como matorrales presentes en sabanas y planicies aluviales.	Orobioma Alto y Medio Andino, Zonobioma Húmedo Tropical, Helobioma, Peinobioma
Pastizales arbolados	Tierras cubiertas con pastos que presentan árboles aislados con alturas superiores a 5 m. Los árboles deben ocupar entre el 30 % y el 50 % del total de las pasturas.	Escenario potencial de restauración de condiciones de bosques de ecosistemas de montaña, bosques de piedemonte, bosques de planicies aluviales o sabanas.	Orobioma Alto y Medio Andino, Zonobioma Húmedo Tropical, Helobioma, Peinobioma
Pastos enmalezados	Coberturas con dominio de pastos mezclados con elementos dispersos de especies consideradas malezas, las cuales configuran asociaciones de vegetación secundaria, baja en algunos casos.	Escenario potencial de restauración de condiciones de ecosistemas de montaña, piedemonte, planicies aluviales o sabanas. Es importante el bioma y el ecosistema en donde se presenta.	Orobioma Alto y Medio Andino, Zonobioma Húmedo Tropical, Helobioma, Peinobioma
Pastos limpios	Coberturas con dominio de especies de pastos, con bajo o ningún porcentaje de asociaciones con otro tipo de vegetación. Están vinculadas con actividades ganaderas.	Escenario potencial de restauración de condiciones de ecosistemas de montaña, piedemonte, planicies aluviales o sabanas.	Orobioma Alto y Medio Andino, Zonobioma Húmedo Tropical, Helobioma, Peinobioma
Mosaicos de cultivos, transitorios o permanentes	Coberturas referidas a agroecosistemas que pueden encontrarse en estado de abandono y presentar procesos de regeneración vegetal, evidenciados por la presencia de espacios naturales. También pueden ser sistemas productivos activos, en los que se podrían concertar sistemas sostenibles bajo acuerdos socioambientales.	Agroecosistemas en abandono que pueden ser escenarios de restauración dependiendo del ecosistema de referencia en donde se encuentren. Por otra parte, si el agroecosistema está activo, este puede ser escenario potencial de implementación de sistemas sostenibles.	Orobioma Alto y Medio Andino, Zonobioma Húmedo Tropical, Helobioma, Peinobioma

iv. Aprendizajes y recomendaciones

- Los acuerdos socioambientales cobran gran relevancia en el momento de integrar predios privados en procesos de conservación, restauración y uso sostenible dentro de las áreas priorizadas. Como se discutió anteriormente, un acuerdo se entiende como la disposición de las partes para destinar, por parte de los propietarios privados, áreas para la restauración y para llevar a cabo la reconversión de sus sistemas productivos con el fin de hacerlos sostenibles y amigables con la biodiversidad, y así reducir los impactos antrópicos negativos sobre los ecosistemas presentes en la región.
- De igual manera, los acuerdos con las instituciones públicas, las cuales adquieren predios con el fin del cumplimiento de sus obligaciones, permiten articular esfuerzos para alcanzar las metas de restauración, así como para aportar insumos y acompañamiento técnico para el logro de los objetivos ambientales.
- Entre los efectos de los factores tensionantes presentes en la región se han identificado impactos sobre los suelos, ya que la ganadería repercute en

su compactación y la pérdida de sus características fisicoquímicas. Esto reduce la capacidad de regulación hídrica de las capas edáficas, potencia la escorrentía superficial y, con ello, la erosión o pérdida paulatina del suelo. Por tanto, las matrices de pastizales abandonados o liberados de los factores tensionantes se constituyen en uno de los escenarios potenciales de restauración que requieren acciones de restauración activa, dada la gran competencia por recurso que generan las especies de pastos exóticos usados regularmente en la ganadería.

- De igual forma, las actividades agrícolas asociadas con el uso constante de agroinsumos y fertilizantes, así como con las acciones de arado previas a las siembras, generan sobrecarga de residuos nitrogenados en el suelo. Con el tiempo, esto repercute en la fertilidad del suelo.
- Las prácticas agrícolas a pequeña escala están relacionadas con acciones de tala y quema que se realizan con el fin de aumentar nutrientes en los suelos al inicio del cultivo. No obstante, esta práctica va reduciendo las capas orgánicas del suelo deteriorándolo paulatinamente. Las áreas

de mosaicos de cultivos y zonas agrícolas abandonadas son otro de los escenarios potenciales de restauración activa, no solo para controlar las gramíneas exóticas, sino para direccionar el mejoramiento de los elementos fisicoquímicos del suelo y, con ello, su fertilidad.

- Otros escenarios potenciales son las áreas que presentan algún grado de alteración de la estructura florística como resultado de procesos de fragmentación, reducción o regeneración de coberturas arbóreas o arbustivas. Estas pueden ser bosques fragmentados, bosques y arbustales abiertos que han sido entresacados, bosques riparios, que en muchos casos están reducidos, fragmentados y entresacados, y la cobertura de vegetación secundaria presente en las áreas con procesos de regeneración de la vegetación leñosa. Dichas áreas, si bien muestran procesos de regeneración natural que pueden ser favorables para establecer acciones de restauración pasiva, representan zonas con potencial de enriquecimiento con especies nativas y estrategias de fortalecimiento de corredores de conexión del paisaje (restauración activa).





PASO 5. Definición de las estrategias de restauración

i. Una definición conceptual

La restauración ecológica se define como el proceso de ayudar intencionalmente a la recuperación de la composición, la estructura y la función de un ecosistema degradado, dañado o destruido. Para las sabanas de la Orinoquia, Vargas Ríos *et al.* (2012) plantearon cinco objetivos de la restauración:

- “Restaurar ecosistemas de sabana degradados por sobrepastoreo, quemas frecuentes e introducción de pastos exóticos.
- Restaurar sabanas que en la actualidad tienen plantaciones de pino (*Pinus caribea*).
- Restaurar los ecotonos (límites) entre sabana y bosques
- Restaurar sabanas arboladas, matas de monte y morichales.
- Propagar especies propias de los ecosistemas de sabana.”

La restauración ecológica puede ser activa o pasiva. En un ecosistema natural que está muy degradado o transformado y no puede regenerarse por sí mismo

es necesario, por un lado, eliminar las barreras que impiden su recuperación y, por otro, agregar elementos clave, es decir, plantas de especies que propicien esa recuperación y que también promuevan su regeneración. Esto último es lo que se conoce como restauración activa o asistida. En la restauración pasiva o no asistida, con solo eliminar las barreras que impiden la recuperación del ecosistema, este se reestablecerá por sí mismo, lo que implica llevar a cabo otras acciones que se discuten en los pasos anteriores. Específicamente, en las fichas de los pasos 4 y 6 se detallan las acciones de restauración activa y pasiva a desarrollar.

Así, la primera decisión que se debe tomar es acerca del tipo de restauración a implementar en un predio previamente seleccionado, como se discutió en el paso anterior. Como se describe a continuación, para implementar procesos de restauración en la Orinoquia es indispensable tener en cuenta los ecosistemas y los biomas presentes en el área de implementación de la restauración, de acuerdo con sus características, condiciones y dinámicas estacionales:

- Para los biomas asociados con inundaciones estacionales, como es el caso de los Helobiomas,

que abarcan las planicies de inundación de los ríos y los humedales temporales o permanentes, la restauración pasiva puede proveer acciones de aislamiento que favorecen la regeneración y la recomposición de la vegetación natural asociada y adaptada a las fluctuaciones de las aguas.

- Por otro lado, en el Peinobioma relacionado con ecosistemas de sabana, en donde las sabanas secas están asociadas a la dinámica de fuegos en la temporada de sequía, la restauración pasiva, combinada con acciones de control de biomasa, puede estimular la regeneración de especies nativas resistentes a esas dinámicas del fuego.
- El Litobioma, asociado con áreas pedregosas con poca acumulación de materia orgánica, reducida formación de suelos profundos y alto nivel de lavado de nutrientes del suelo por alta precipitación, debe ser evaluado en pro de decidir la pertinencia de implementar acciones de restauración. En este bioma la restauración pasiva puede ser una opción más acorde con sus condiciones.

Con base en estos planteamientos, una ruta de decisión sobre el tipo de restauración a desarrollar incluye, en primer lugar, definir la localización del

área en cuanto al bioma al que corresponde y los ecosistemas naturales presentes en ella. En segundo lugar, es necesario llevar a cabo un diagnóstico del nivel de alteración y del estado del ecosistema natural, así como de los factores tensionantes que afectan el área o la historia de uso del predio. Luego de esto, para el caso de los ecosistemas presentes, es importante determinar sus dinámicas naturales, como inundaciones o fuegos estacionales.

En las zonas terrestres no inundables ni vulnerables a fuegos se requiere el análisis del grado de alteración del ecosistema causado por acciones antrópicas previas, como la presencia de especies exóticas y de áreas degradadas o erosionadas, la reducción de bancos de propágulos, el deterioro del suelo y la ausencia de regeneración de especies nativas, entre otras.

ii. Breve explicación de lo que se hace en general

En las tablas 2.6.1 y 2.6.2 están listadas las acciones de restauración, tanto activa como pasiva, a las que se refiere el Paso 6.

iii. Cómo se llevó a cabo el proceso

Se resalta de nuevo que la selección de una estrategia u otra depende principalmente del estado del ecosistema natural que se quiere restaurar y de la cercanía del ecosistema de referencia, que puede ser fuente de semillas y propágulos de la flora de dicho ecosistema. Como se observa en las figuras 2.5.1 y 2.5.2, en el predio California se llevó a cabo tanto restauración activa como pasiva. La restauración activa se implementó como respuesta a unos factores limitantes (compactación de suelos, pérdida de suelo por erosión, baja regeneración de especies nativas, presencia de especies invasoras, entre otras), y se desarrolló mediante el establecimiento de núcleos de vegetación facilitadora o árboles nodriza en pastizales enmalezados y de núcleos de vegetación multiestratificados en pastizales abiertos. Por otra parte, también se realizó restauración pasiva, debido a la presencia de agricultura y ganadería extensiva en los predios vecinos, por medio del establecimiento y el fortalecimiento de cercas de alambre en el perímetro de las coberturas de pastos limpios, pastos enmalezados y vegetación secundaria alta, con el fin de eliminar posibles factores tensionantes, como el

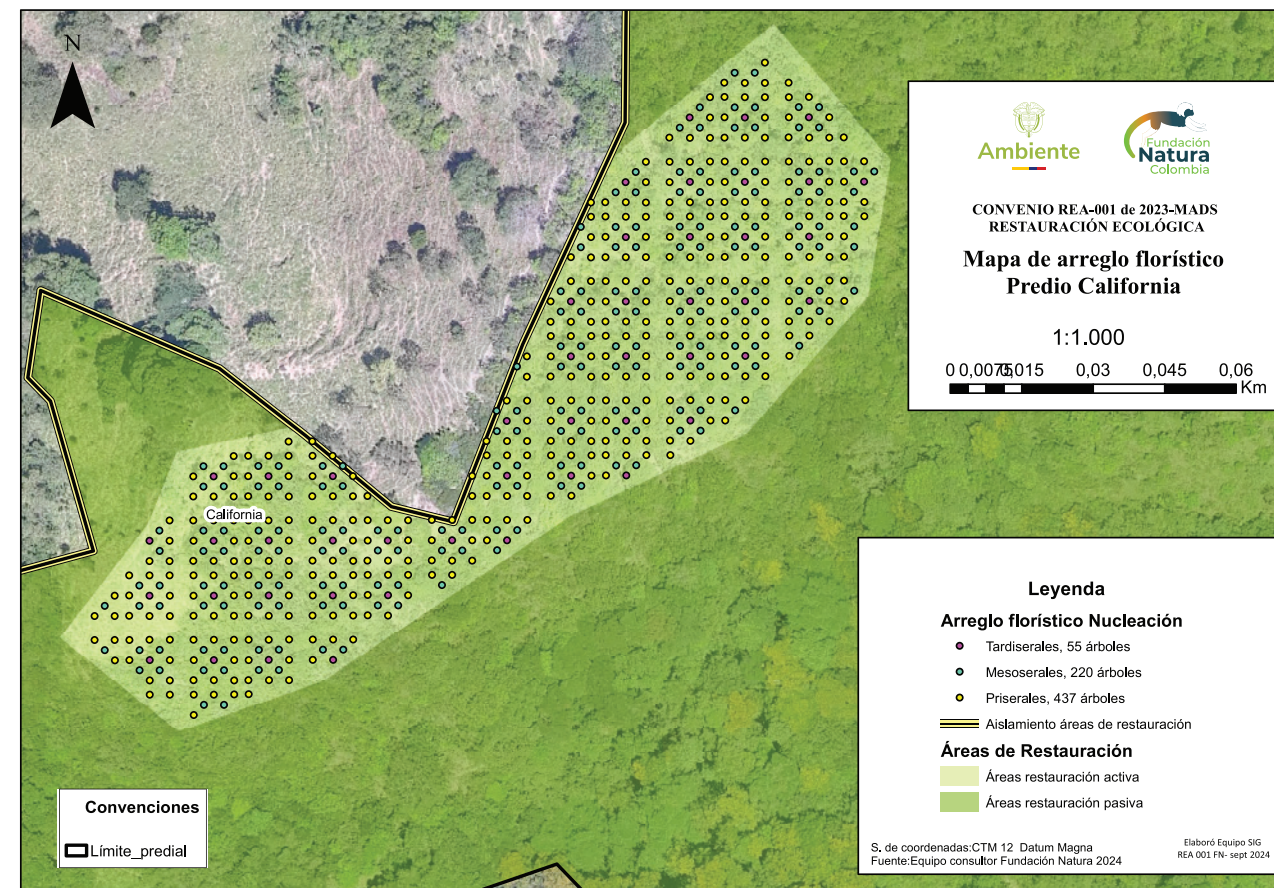


Figura 2.5.1 Ejemplo de arreglo florístico de núcleos de vegetación en el predio California. Nótese que no hay bosques cercanos.

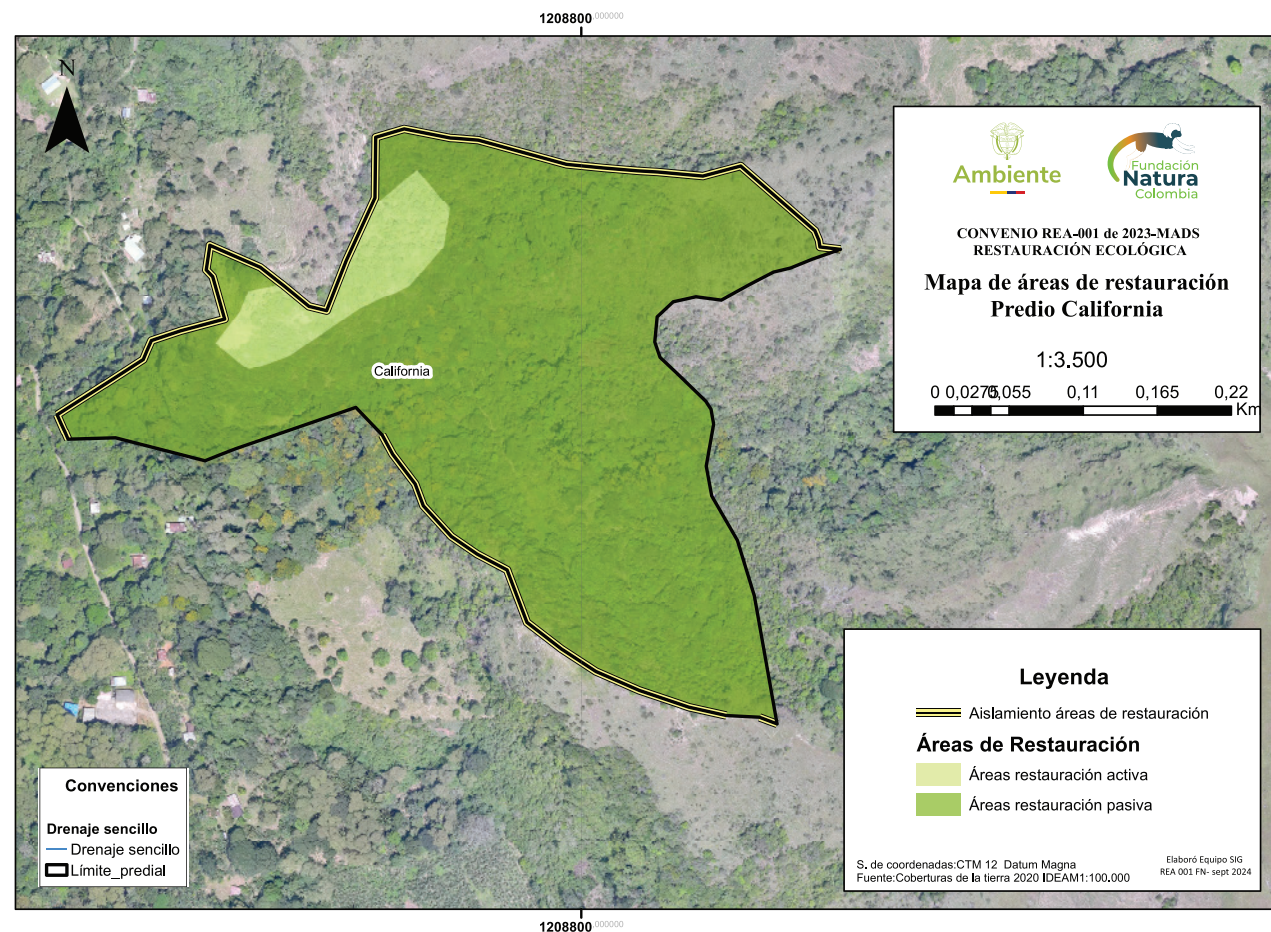


Figura 2.5.2 La restauración pasiva hecha mediante el cercamiento del área se realizó en todo el perímetro del predio California

ramoneo y el pisoteo por parte del ganado. En el Anexo 1 se detallan los procesos de restauración llevados a cabo en cada uno de los predios incluidos en el proyecto REA 001-2023.

iv. Aprendizajes y recomendaciones

Uno de los elementos más importantes de la restauración ecológica es la forma en que sus estrategias y acciones deben ajustarse a las realidades productivas y socioeconómicas de la región. Dado que cada predio tiene características, necesidades y dinámicas distintas, no existe una solución única para los sistemas productivos en este contexto. Sin embargo, a partir de las experiencias obtenidas en predios reales, tanto públicos como privados, se derivan valiosos aprendizajes y recomendaciones que ilustran cómo aplicar estos sistemas de manera práctica, adaptándolos a la realidad de la región orinocense. A continuación, se presentan algunos aprendizajes y recomendaciones clave, que pueden ser útiles para guiar el proceso de restauración en la región:

- Enfoque adaptativo y creativo en sistemas productivos: un ejemplo interesante es cómo el turismo se incorporó como un sistema productivo dentro

del proceso de restauración. En este caso, no solo se pensó en las áreas naturales a restaurar, sino en los corredores ecológicos que las conectan. En el predio La Chorrera se emplearon técnicas novedosas de aislamiento que permitieron crear un balance entre turismo y conservación; por ejemplo, la instalación del alambre de púa delimitó zonas específicas de tránsito humano, lo cual redujo el riesgo de daño a las personas; esta acción les otorga un valor adicional a las áreas restauradas como destino turístico.

- El enfoque adaptativo permite que los sistemas productivos no se centren únicamente en la ganadería, sino en la diversificación de actividades, lo cual puede ser muy beneficioso para la economía local y la sostenibilidad del ecosistema. Aquí, la clave es ser creativos y visionarios, y pensar cómo el turismo y otras actividades compatibles pueden trabajar en conjunto con la restauración ecológica para generar valor a largo plazo.
- Ejemplos de restauración en predios ganaderos: en el predio Noel Parra, una finca ganadera, en principio se generaron conflictos, ya que su

propietario percibía que la restauración implicaba una pérdida de áreas de pastoreo. Este tipo de situaciones son comunes en predios ganaderos, ya que muchas veces restaurar implica la disminución de áreas de pasto consideradas valiosas para la producción de ganado. En el caso del predio mencionado, se logró un consenso con el propietario y se adaptó el plan de restauración para que fuera compatible con su modelo productivo. Así, en lugar de aislar grandes áreas, se optó por aislar zonas específicas y restaurar de manera progresiva, lo que permitió al dueño mantener la actividad productiva mientras se cumplían las metas de restauración.

- La restauración no siempre es vista como una solución directa, por lo que la negociación y la adaptación de los planes a las necesidades productivas de cada propietario son clave para el éxito del proceso. Además, el entendimiento profundo del sistema productivo del predio (en este caso, ganadero) es fundamental para evitar conflictos y encontrar soluciones que favorezcan tanto a la restauración como a la actividad productiva.

- Integración de procesos de restauración con agricultura: en el predio Arreboles se enfrentó un problema de acceso, ya que el aislamiento proyectado para las áreas de restauración impedía el paso del tractor hacia las zonas destinadas para los cultivos. En este caso, la solución fue modificar la proyección del cercado de manera que el tractor tuviera espacio suficiente para transitar, pero sin que afectara las áreas en proceso de restauración. La clave aquí es tener en cuenta tanto las necesidades logísticas como las productivas del predio para evitar interferencias. A veces, los problemas en el campo no son solo ecológicos, sino también logísticos. Los equipos de restauración deben ser capaces de anticiparse y ajustarse a las necesidades operativas del predio para que la implementación de la restauración no sea vista como una barrera para la producción.
- Desafíos de los predios públicos: los conflictos por invasiones y la entrada de ganado son comunes en este tipo de predios. Además, la transición política o la falta de seguimiento institucional pueden dificultar la implementación efectiva de los procesos de restauración. Por ejemplo, en algunos predios públicos de Casanare se

encontraron problemas de invasión de ganado de comunidades vecinas, lo que complicaba la implementación. Sin embargo, la generación de empleo local derivada de las actividades de restauración y las consecuentes mejoras en la gestión de recursos hídricos fueron puentes de acercamiento para generar una solución viable que favoreció a las comunidades.

- Con base en la experiencia, es posible afirmar que en predios públicos la participación comunitaria y la educación sobre la importancia de la restauración ecológica son cruciales. Además, crear incentivos económicos, como el empleo generado en el proceso de restauración, puede ser un motor de cambio en zonas donde la ganadería es predominante.

A continuación, se plantean algunas de las estrategias de sistemas sostenibles propuestas en el marco de procesos de restauración participativa.

Sistemas silvopastoriles: son una alternativa viable y sostenible a la producción ganadera, ya que en ellos se combinan áreas de pastoreo con áreas de sombreado mediante el uso de especies forrajeras que contribuyen a enriquecer el suelo y a reducir



Sistemas silvopastoriles.



Agricultura sostenible. Gobernación del Meta.

la intensidad lumínica sobre los pastizales. Así, este sistema provee de sombra al ganado y aminora la pérdida de agua para la vegetación y el suelo, al disminuir su exposición directa al sol. De igual forma, el uso de especies de plantas nativas y/o con atributos que benefician el suelo, como las especies fijadoras de nitrógeno o las que aportan necromasa para producción de suelo, ayudan a mejorar sus condiciones, lo que repercute en mayor fertilidad. En conclusión, estos sistemas mejoran la producción mediante el uso integrado y sostenible del recurso (Fassbender, 1993).

Sistemas agroforestales: son sistemas alternos que combinan actividades agrícolas y pecuarias con siembra de especies arbóreas y que buscan mejorar la fertilidad del suelo, limitar el desarrollo y la dispersión rápida de las plagas, reducir la erosión del suelo y proteger el cultivo y el ganado del viento y las lluvias fuertes. Esto permite tener paisajes heterogéneos, lo que favorece el aporte de materia orgánica al suelo, mejora la regulación hídrica desde los árboles hacia el suelo y la retención de este para su mejor estructuración, entre otros beneficios.



Rotación de ganado para una ganadería sostenible. Gobernación del Meta

Agricultura sostenible: esta incluye acciones que producen una mayor heterogeneidad del paisaje, mediante la combinación de cultivos que diversifican la estratificación de la vegetación sin reducir la producción de cada uno de ellos. Así mismo, genera alternativas en el uso de fertilizantes orgánicos provenientes del manejo de los residuos de la finca o unidad de manejo, en donde se implementan métodos de generación de compostaje. Además, implica el uso del control biológico con elementos o componentes naturales que reducen el daño sobre el ambiente,

y disminuyen el impacto de los agroquímicos sobre los suelos y sobre posibles polinizadores naturales.

Rotación de ganado para una ganadería sostenible: la rotación de potreros es una técnica de pastoreo que consiste en alternar el uso de los potreros con periodos de descanso para mejorar la salud de suelo, plantas y animales. Este sistema permite alcanzar una mayor eficiencia y producción, ya que el suelo descansa. Para su implementación se debe tener en cuenta el tipo de pasto usado, la estación del año, el área de los potreros y la cantidad de forraje y



Reducción de impactos sobre fuentes de agua. Pore, Casanare.

de animales que se requiere. Se recomienda que los potreros descansen entre 7 y 9 semanas en la época seca y de 4 a 5 semanas en la época de lluvias.

Reducción de impactos sobre fuentes de agua: esta estrategia se enfoca en dar alternativas para el manejo sostenible del agua en la finca, mediante la reducción del impacto directo del ganado o la agricultura sobre las fuentes de agua. Entre estas alternativas están la implementación de bebederos artificiales de agua en los potreros, lo que reduce la necesidad de movilizar el ganado hasta las quebradas; tanques reservorios de agua con sistemas de distribución hacia los bebederos para mantener la funcionalidad del sistema; y reservorios de agua lluvia para labores diarias de la finca, que ayudan a tener agua incluso en la temporada seca.

Bosques dendroenergéticos: son plantaciones forestales de especies nativas de alta densidad y crecimiento rápido cuyo objetivo es el uso de la madera como fuente de energía. Estos bosques son fuente de leña para las labores diarias de la finca. De esta manera, se reduce la presión de tala de madera selectiva sobre los boques relictuales en la región, causa de la reducción y la extinción local de especies de madera fina o resistente.

Cercas vivas: son plantaciones de árboles o arbustos nativos en las líneas divisorias de los predios, potreros o áreas de cultivos. Las cercas vivas traen beneficios ecológicos, pues incentivan la formación de líneas de árboles que pueden funcionar como corredores de vegetación en medio de la matriz de pastos o de áreas abiertas, que sirven como paso de fauna, de perchas para las aves, como comederos de animales y para conectar el paisaje. Así mismo, mantienen microclimas favorables, son barreras cortaviento, aportan materia orgánica al suelo y contribuyen a la retención de suelo, entre otros beneficios. Algunas de las especies usadas como cercas vivas son el espino, la ligustrina, el *Stenocarpus*, el matarratón y el palo mulato (*Bursera simaruba*). También se utilizan diversas especies de frutales y maderables que, además, pueden proveer alimento para la familia y para la fauna, y madera para las necesidades de las fincas.



Cercas vivas. RNSC La Vorágine.



PASO 6.

Definición de acciones de restauración

i. Una definición conceptual del paso

Una vez planteadas las estrategias de restauración (pasiva o activa) para el área a restaurar se hace necesario desglosar la estrategia seleccionada en actividades concretas.

ii. Breve explicación de lo que se hace en general

En la Tabla 2.6.1 se presentan las estrategias y las acciones de restauración activa propuestas para diferentes tipos de ecosistemas boscosos y para humedales. En la Tabla 2.6.2 se exponen estrategias y acciones de restauración pasiva para ecosistemas de bosque, humedales, planicies inundables y no inundables y sabanas secas. No sobra mencionar que es posible también implementar acciones planteadas para restauración pasiva en zonas con restauración activa con el fin de controlar factores tensionantes específicos.

iii. Cómo se llevó a cabo el proceso

Como se mencionó arriba, las acciones que se desarrollan responden a los factores limitantes y/o

tensionantes que se identifican en cada caso y para el escenario de restauración específico. Así, el proceso para definir la estrategia de restauración en Meta y Casanare estuvo influenciado por diferentes variables, incluidos aspectos ambientales, técnicos, sociales y económicos, además de la adaptación a las realidades del terreno y las características particulares de esta región. La Orinoquia, con su diversidad de ecosistemas, como sabanas, humedales y bosques tropicales, presenta un contexto único que requiere enfoques particulares. A continuación, se describe el enfoque adoptado para la restauración en esta región:

- Revisión de condiciones climáticas y costos: se evaluaron las características climáticas proyectadas para los meses en los que se llevarían a cabo las acciones de restauración. A partir de esta evaluación, se definió que la restauración activa se realizaría únicamente en predios que presentaran condiciones favorables para las siembras, como la disponibilidad del recurso hídrico para riego y la facilidad de acceso. En cambio, los predios que no cumplieran con estas condiciones serían destinados a procesos de restauración pasiva, según las particularidades de la región.

- Adaptación a la visión del propietario del predio: la planificación inicial se hizo en función de la visión y los intereses del propietario del predio, ya fuera público o privado, y se tuvo en cuenta la importancia de ajustarse a la realidad del terreno. En algunos casos, las expectativas de los propietarios, como la plantación de grandes cantidades de árboles, no se adaptaban a las condiciones del suelo y la disponibilidad de agua, lo que hizo necesario ajustar las intervenciones. La retroalimentación constante con los propietarios fue clave para adaptar las estrategias de restauración a las realidades del terreno.
- Evaluación y verificación en campo: esta acción refleja la importancia de caminar el predio. Aunque en la fase de planificación se utilizó cartografía para seleccionar las áreas de restauración, la verificación en campo fue fundamental. Hablar con los habitantes locales y verificar las condiciones reales del terreno fueron pasos esenciales para adaptar la estrategia de restauración. Por ejemplo, en Casanare, la idea de sembrar 88.000 árboles, según la planificación inicial, fue rechazada tras constatar que las condiciones del suelo y la disponibilidad de agua no lo permitían. Al dialogar

con la comunidad local y evaluar las características del terreno, se concluyó que lo mejor era limitar las intervenciones y centrarse en restaurar áreas específicas donde la vegetación nativa ya comenzaba a regenerarse de forma natural.

- Restauración activa vs. pasiva en predios privados y públicos: la elección entre restauración activa y pasiva también dependió del tipo de propiedad. En los predios públicos del Meta, por ejemplo, la restauración fue relativamente más sencilla, ya que, al ser estos propiedad del Estado, hubo mayor disposición para implementar las acciones propuestas, aunque también se presentaron retos con la identificación de linderos. En los predios privados la situación fue más compleja, ya que implicó una negociación con los propietarios sobre el uso del suelo, como la ganadería y las áreas que se podrían dedicar a la restauración. Esta negociación social fue esencial para llegar a acuerdos sobre cómo llevar a cabo las actividades de restauración y conservación.
- Limitaciones en los viveros comerciales: uno de los desafíos de la región fue que, como los viveros comerciales se dedican principalmente a la

producción de especies de rápido crecimiento, se hizo difícil la selección de especies nativas de alto valor ecológico. A pesar de los esfuerzos por utilizar especies nativas en los proyectos de restauración, a menudo se tuvo que recurrir a especies disponibles en los viveros, lo que limitó las opciones.

- Uso de información geográfica y legal en la planificación: en el proceso de selección de las áreas de restauración se utilizaron diversas fuentes de información secundaria, especialmente cartografía y datos geográficos, para obtener una visión general del estado de los predios y su cobertura en la región. No obstante, como se mencionó anteriormente, la información cartográfica a veces no refleja la realidad en campo, por lo que se hicieron verificaciones en terreno para confirmar el estado actual de los predios y determinar las áreas más viables para la restauración. Además, se validó el estado de tenencia de los predios para asegurar los linderos y garantizar que las intervenciones fueran factibles desde el punto de vista jurídico.



Sabana inmutable

- Promoción de especies ya existentes y regeneración natural: en las áreas de la Orinoquia donde la regeneración natural ya estaba ocurriendo, se optó por estrategias de restauración pasiva y enriquecimiento con especies nativas. Este enfoque adaptativo permitió aprovechar los procesos naturales del ecosistema y ajustarse a lo que el entorno ya estaba haciendo por sí mismo, lo que promovió la restauración de áreas de alta biodiversidad en la región.

iv. Aprendizajes y recomendaciones

Las tablas 2.6.1 y 2.6.2 resumen las principales estrategias y actividades específicas de restauración activa construidas mediante el análisis de los predios y sus características, la identificación de las barreras a la restauración y la revisión de información secundaria.

Tabla 2.6.1 Estrategias de restauración activa y sus acciones para diferentes tipos de ecosistemas boscosos y humedales

ESCENARIO	ESTRATEGIAS	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD
Bosques de montaña, piedemonte y llanura de tierra firme		
Bosque fragmentado	Enriquecimiento	Siembra de especies arbóreas o arbustivas nativas en áreas despejadas o claros del bosque.
	Ampliación de bordes de bosque	Siembra de especies nativas en borde de bosque por medio de franjas de especies leñosas.
	Rescate de plántulas de especies nativas en bosques	Extracción de propágulos de plántulas de especies nativas que crecen al lado de su parental y que, por la competencia con este, tienen pocas probabilidades de establecerse. Estas se trasladan a vivero para su adaptación, y luego son introducidas en diseño de siembras.
Pastizales abiertos y pastizales arbolados o enmalezados	Generación de núcleos de vegetación multiestratificados	Implementación de diseños de siembra de especies con diversos tipos de crecimiento: especies de rápido crecimiento (píserales), media velocidad de crecimiento (mesoserales) y de lento crecimiento (tardiserales).
	Atracción de fauna, perchas	Implementación de perchas artificiales en áreas abiertas. Refugios para fauna terrestre en áreas abiertas con el objeto de reactivar la dispersión de semillas hecha por animales.
	Trinchos (zanjas para retención de suelo)	Elaboración de trinchos con guadua o madera en áreas con pendientes moderadas a fuertes, con la siembra de vegetación de estratos bajos que cubran y retengan el suelo.
	Generación de núcleos de vegetación facilitadora o árboles nodrizas	Desarrollo de un arreglo florístico asociado a árboles o vegetación en regeneración presente en el área de implementación, en pro de facilitar el crecimiento de especies con mayores requerimientos de sombra y humedad en el suelo.
	Control de especies invasoras	Control de la invasión con base en el estudio del estado de la invasión y las características de la especie.

ESCENARIO	ESTRATEGIAS	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD
Bosque ripario	Establecimiento de franja protectora de cuerpos de agua	Aislamiento de rondas hídricas en los predios con el fin de reducir posibles factores tensionantes, como ramoneo de ganado.
		Siembra de especies nativas, combinando especies heliófilas y mesófilas; en el caso de las áreas inundables estacionalmente, se usan especies resistentes a periodos largos de saturación de agua en el suelo.
Vegetación secundaria	Enriquecimiento	Siembra de especies arbóreas mesófilas nativas, distribuidas aleatoriamente dentro de la vegetación en regeneración.
Arbustal abierto	Enriquecimiento	Siembra de especies arbustivas mesófilas nativas, distribuidas aleatoriamente dentro del arbustal.

Bosques de llanuras aluviales y de sabanas inundables

Bosque fragmentado ripario o vegetación secundaria	Enriquecimiento	Siembra de especies arbóreas o arbustivas nativas en áreas despejadas o claros del bosque.
-----------------------------------------------------------	-----------------	--------------------------------------------------------------------------------------------

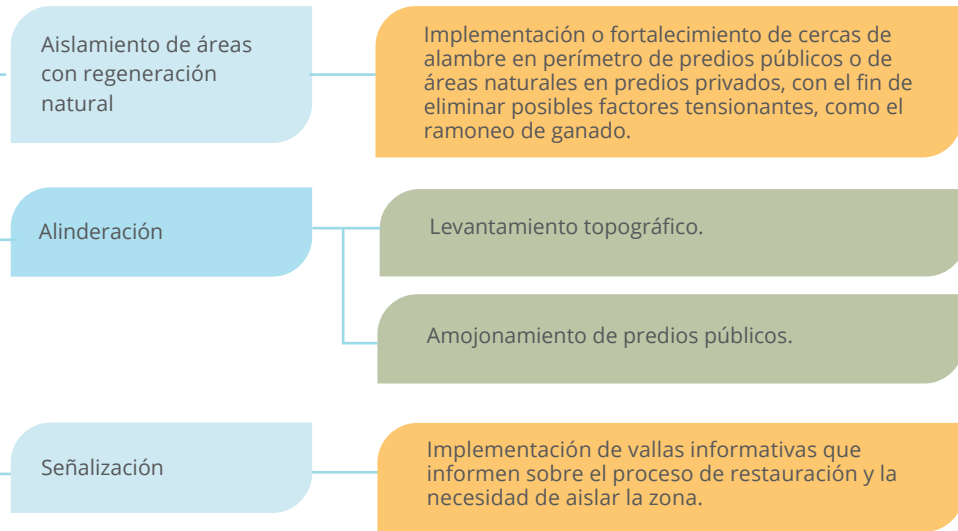
Humedales

Bosques o arbustales abiertos en franja terrestre	Enriquecimiento	Siembra de especies arbóreas o arbustivas nativas en áreas despejadas o claros del bosque.
Vegetación de la franja acuática	Enriquecimiento	Acciones de limpieza y extracción de material vegetal de especies de plantas que se extienden rápidamente sobre los espejos de agua; permiten reducir la eutroficación de los humedales permanentes.

Tabla 2.6.2 Estrategias y acciones de restauración pasiva para ecosistemas de bosque, humedales, planicies inundables y no inundables y sabanas secas

ESCENARIO	ACCIÓN	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDAD
Bosques de montaña y planicie inundables y no inundables, humedales y sabanas secas	Aislamiento de áreas con regeneración natural	Implementación o fortalecimiento de cercas de alambre en perímetro de predios públicos o de áreas naturales en predios privados, con el fin de eliminar posibles factores tensionantes, como el ramoneo de ganado.
	Alinderación	Levantamiento topográfico. Amojonamiento de predios públicos.
	Señalización	Implementación de vallas informativas que informen sobre el proceso de restauración y la necesidad de aislar la zona.

Bosque fragmentado, pastizales arbolados o enmalezados, vegetación secundaria, bosque de galería o ripario, arbustal abierto, herbazales abiertos y franjas semiacuáticas asociadas a humedales



a) Viveros; b) Siembra; c) Aislamientos



a) Material para mantenimiento vegetal; b) Especies vegetales seleccionadas.

Selección de especies vegetales requeridas

Para seleccionar las especies aptas para la restauración es necesario: i) establecer las condiciones actuales de las áreas donde se va a llevar a cabo y ii) conocer las características propias del ecosistema de referencia hacia donde se quiere dirigir la restauración. Se propone el uso de especies que son propias de los biomas y paisajes descritos anteriormente, relacionadas con diferentes estados sucesionales de la vegetación, y se sugiere considerar la probabilidad de su propagación en viveros locales.

La selección de especies potenciales se hace de acuerdo con los siguientes atributos:

- Especies nativas relacionadas con los ecosistemas de referencia identificados.
- Especies que aporten materia orgánica y nitrógeno al suelo.
- Especies que faciliten la regeneración de otras especies.
- Especies que proporcionen frutos para la fauna.
- Especies de rápido crecimiento.

- Especies de posible propagación en viveros con protocolos establecidos.
- Especies retenedoras de suelo.
- Especies de uso tradicional.

Con respecto a los estados sucesionales, para los iniciales se presentan especies de crecimiento rápido resistentes a mayor intensidad lumínica y con requerimientos menos exigentes para su establecimiento y desarrollo (priserales/pioneras/heliófitas). En los estados intermedios se presentan especies de crecimiento intermedio con condiciones más adaptables a ambientes de ecotono (mesoserales/intermedias/semiheliófitas), y en los estados más avanzados se presentan especies de crecimiento lento con mayores necesidades de sombreado (tardiserales/avanzadas/esciófitas). El listado completo se encuentra en el Anexo 2; el Anexo 3 contiene fichas de algunas especies potenciales para restauración para cada bioma presente en la región y algunas especies a tener en cuenta en estrategias de sistemas sostenibles. En dichas fichas se encuentra información de la biología y ecología de la especie, así como sus usos potenciales y requerimientos de propagación.



PASO 7. Plan de seguimiento y monitoreo de la restauración

i. Una definición conceptual del paso

El Plan de seguimiento y monitoreo es un proceso sistemático de medición de indicadores, para establecer los resultados del proceso de restauración ecológica a corto, mediano y largo plazo:

- A corto plazo, el monitoreo permite evaluar los resultados de la implementación de las estrategias de restauración, con el fin de realizar cambios muy puntuales a nivel de individuos o tratamientos implementados.
- A mediano plazo se detectan cambios en el desarrollo y el establecimiento de la vegetación a partir de la activación de los mecanismos de regeneración, así como de la dinámica funcional del sistema.
- Por último, se pueden establecer cambios en la configuración de la vegetación a escala de paisaje a largo plazo.

El seguimiento y el monitoreo permiten conocer si se cumplen las metas y los objetivos planteados en el Plan de Restauración. Así, se puede retroalimentar el proceso y realizar los ajustes necesarios para el logro de los objetivos propuestos.

ii. Breve explicación de lo que se hace en general

Los resultados de la restauración ecológica dependen de las condiciones ecosistémicas y del estado de alteración en que se encuentra el área a restaurar, así como de la eliminación de los factores tensionantes presentes en las áreas aledañas a la implementación. En consecuencia, el seguimiento de los acuerdos socioambientales es relevante para asegurar el cumplimiento de las concertaciones allí establecidas y, con ello, la reducción de los posibles factores tensionantes relacionados con las actividades productivas de la zona aledaña al área de implementación.

Definición de los objetivos del plan de monitoreo

- Se deben establecer objetivos específicos, realistas y medibles a corto, mediano y largo plazo para la implementación, con plazos que faciliten la evaluación del cumplimiento de las actividades propuestas. Para ello, se deben tener en cuenta las características del sistema deseado a largo plazo, de acuerdo con las metas planteadas.

- Es importante que cada objetivo tenga varias metas a corto, mediano y largo plazo. Por su parte, cada meta debe contar con una serie de criterios (de función, estructura, composición y/o socioeconómicos) los cuales deben tener al menos un indicador y la manera de cuantificarlo.
- En cuanto a las metas del monitoreo, estas deben reflejar los pasos concretos a realizar en los diferentes plazos y espacios establecidos para cumplir con el objetivo. Las metas deben ser verificables, cuantificables y estar vinculadas a indicadores de éxito del proceso de restauración; pueden incluir porcentajes y abundancias de especies y métricas de diversidad, entre otros parámetros. También pueden ajustarse durante el proyecto.

Planteamiento de indicadores

- La elección de indicadores depende de las metas definidas en el proyecto de restauración. En el momento de su elección es útil preguntarse: ¿qué se va a evaluar?, ¿por qué? y ¿para qué?
- Los indicadores y su respectivo cuantificador se deben seleccionar para cada tipo de ecosistema y estrategia de restauración a implementar, lo que

permite comparar las áreas en la fase previa y posterior a la restauración y con el ecosistema de referencia.

- Los indicadores se seleccionan de acuerdo con criterios como la sensibilidad para detectar los cambios, la facilidad de su medición y su alineación con los objetivos. Puesto que la restauración ecológica busca impulsar el restablecimiento de la composición (¿qué especies?), la estructura (¿cómo están organizadas espacialmente?) y la función (¿cómo interactúan entre sí y con su medio no vivo?) de un ecosistema, los indicadores deberían cubrir los tres aspectos. No obstante, esto requiere un esfuerzo de caracterización y de muestreo iniciales que no siempre es posible llevar a cabo. En la Tabla 2.7.1 se muestran algunos de los indicadores más sencillos de aplicar que se usan para el monitoreo de la composición y los cambios en la cobertura del área en restauración. Existen numerosas referencias bibliográficas que se pueden consultar para complementar; algunas de ellas están listadas al pie de la tabla.

Para la toma de datos en campo y la fase de evaluación de los resultados provenientes del monitoreo, es

clave contar con el apoyo de técnicos que conozcan la zona y tengan experiencia en el proceso de aplicación de indicadores e interpretación de los resultados; posiblemente se puede encontrar esta asesoría en la UMATA, la CAR correspondiente (Corporinoquia o Cormacarena) y/o alguna ONG ambiental o universidad de la zona. Idealmente, estas entidades deben participar en el proceso desde el principio. Con ellas se pueden revisar y retroalimentar los resultados y los análisis para conocer el avance del proceso y definir los ajustes necesarios.

La comunidad aporta al proceso mediante el conocimiento local del territorio y su gobernanza. Así, es importante su participación directa en el diseño y en la implementación de la restauración; durante esta última etapa, sus miembros pueden involucrarse en la toma de datos, el manejo de viveros comunitarios y la participación en los talleres dirigidos al fortalecimiento de capacidades e intercambio de saberes y experiencias.

Tabla 2.7.1 Indicadores para monitorear los cambios en cobertura de un ecosistema

OBJETIVO	CRITERIO	INDICADOR	CUANTIFICADOR
Cambio en las coberturas del ecosistema	Estructura de la vegetación	Abundancia	Número de individuos
		Densidad	Número de individuos por unidad de área
		Estratificación	Clasificación por altura
		Desarrollo del tallo	Incremento diamétrico/ tasa de crecimiento diamétrico
		Tasa de crecimiento vertical	Incremento de altura/ tasa de crecimiento vertical
	Área de ocupación	Incremento de cobertura/ tasa de crecimiento de cobertura	
Composición de la vegetación	Riqueza	Índice de riqueza específica	
	Índice de disimilaridad	Familia-Especies Bray Curtis	
Función	Estado fitosanitario de los árboles plantados	Porcentaje de afectación	
	Supervivencia	Porcentaje de supervivencia	
	Regeneración natural	Índice de regeneración natural	
Control de especies invasoras	Control del tensionante	Regeneración de la especie invasora	Porcentaje de regeneración

https://www.ucipfg.com/Repositorio/BAAP/BAAP05/Semana2/INDICES_BIOLOGICOS.pdf

<https://ecosistemaglobal.wordpress.com/2023/05/02/indicadores-recuperacion-ecosistema-ser-org-5estrellas/>

<https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2022/04/Listado-de-Indicadores-para-la-evaluacion-y-seguimiento-de-impactos-ambientales.pdf>

iv. Aprendizajes y recomendaciones

Es fundamental tener en cuenta que los resultados obtenidos en cualquier proceso de línea base o monitoreo son esenciales para garantizar un seguimiento preciso, transparente y adaptativo. Asimismo, es de resaltar que el monitoreo comunitario en los procesos de restauración ecológica desempeña un papel crucial, ya que fomenta la participación activa de las comunidades locales en la gestión y el seguimiento de los ecosistemas. Esto promueve que las intervenciones sean sostenibles y estén adaptadas a las realidades del territorio. Al involucrar a los propietarios de predios, públicos y privados, y a las comunidades, se fortalece el sentido de responsabilidad compartida y se facilita la recolección continua de datos, lo que mejora la efectividad del monitoreo y contribuye a la toma de decisiones informadas para la conservación y la restauración a largo plazo.

RNSC Noel Parra Palacio, vereda Umapo, Puerto López, Meta





PASO 8. Articulación y divulgación de resultados de los procesos de restauración

i. Una definición conceptual

Como se comentó al inicio de este manual, la restauración ecológica es un reto y una necesidad nacional que se está atendiendo en todas las regiones del país gracias a esfuerzos locales, como los desarrollados en el marco del proyecto REA 001-2023. Con el fin de avanzar en el proceso, es necesario adquirir un conocimiento amplio y, para ello, se requiere compartir tanto las metodologías como los resultados y los aprendizajes derivados de las iniciativas de restauración.

ii. Breve explicación de lo que se hace en general

Para impulsar la divulgación y la transferencia de experiencias y aprendizajes, Minambiente estableció una página web sobre restauración que incluye una plataforma para este tipo de proyectos desarrollados a nivel nacional (<https://restauracion5m-mads.hub.arcgis.com>).

El uso de la plataforma es sencillo. Primero, es necesario crear un usuario para cargar la información. Entre los datos que la plataforma solicita se

encuentran la identificación de quien realizó el proceso (una entidad pública o privada), si fue voluntario o en cumplimiento de una obligación ambiental; también indaga sobre los disturbios presentes en el área, las fechas de las acciones, el enfoque de la restauración (rehabilitación, restauración o recuperación), el tipo de estrategias empleadas (pasiva o activa) y las áreas intervenidas. Además, solicita un polígono de la información en formato KML o SHP, o dibujar manualmente el trazado de la zona intervenida. Finalmente, pide validar las especies utilizadas y la cantidad de árboles plantados. Una vez cargada la información, se genera un metadato que queda disponible en la plataforma para consulta pública.

Articulación interinstitucional: la articulación entre actores institucionales, comunitarios, académicos y del sector privado ha sido clave para consolidar una visión compartida de la restauración ecológica en la Orinoquia. En este contexto, los Encuentros de Actores de la Restauración en la Orinoquia, liderados en coordinación con la Red Colombiana de Restauración Ecológica (RedCre), se han constituido como espacios estratégicos de intercambio de conocimientos, aprendizajes y experiencias del territorio. Estos encuentros no solo han permitido visibilizar los



Mantenimiento, siembra y monitoreo.

avances del proyecto REA Orinoquia, sino también fortalecer alianzas con entidades comprometidas con la sostenibilidad del bioma llanero. Asimismo, el trabajo articulado con el SIRAP Orinoquia ha reafirmado el compromiso con la planeación territorial basada en la conectividad ecológica y la restauración participativa. También ha facilitado la identificación de paisajes estratégicos para restaurar, mejorar la gobernanza ambiental y generar sinergias entre los procesos de conservación, restauración y desarrollo sostenible en la región.



PASO 9. Plan de implementación de la restauración

En la Tabla 2.9.1 se resumen las fases del plan de implementación de la restauración, las principales actividades de cada una y los responsables de su ejecución.

La restauración propiamente dicha, a su vez, tiene cinco pasos que se describen a continuación.

Aprestamiento del área de intervención

Se incluyen acciones como identificación del terreno, delimitación de zonas de restauración, retiro de especies invasoras (plateo) y preparación del suelo según las necesidades identificadas en el diagnóstico previo.

Establecimiento de infraestructura requerida

Instalación de bodegaje, viveros o áreas de almacenamiento temporales y cualquier otra infraestructura básica necesaria para la intervención.

Restauración activa

Inducción dirigida al personal de campo encargado de la implementación, con el fin de que puedan interpretar adecuadamente los diseños florísticos y

llevar a cabo las actividades conforme a estos. Esta capacitación es fundamental para garantizar que la implementación se realice de manera efectiva y cumpla con los objetivos del proyecto.

Inicialmente, se aíslan las áreas de implementación de la restauración; se realizan las mediciones en el terreno para la siembra o plantación de los arreglos florísticos diseñados y se movilizan las especies seleccionadas para la siembra. Al mes de la implementación se realiza el mantenimiento inicial necesario para asegurar un crecimiento saludable.

Mantenimiento y monitoreo

Esta fase incluye las actividades de plateo, fertilización, control de posibles plagas y evaluación de la sobrevivencia y el crecimiento de las especies plantadas. La medición contempla la recolección de datos, la cual debe articularse con la capacitación y el acompañamiento técnico. Así mismo, en esta fase se contempla el control de malezas, plagas y posibles replantaciones.

Plan de manejo ambiental de la intervención

Dentro del plan de manejo se deben establecer acciones que reduzcan el impacto de la implementación, teniendo en cuenta la manipulación de los residuos en terreno y el uso de rutas ya establecidas para el ingreso del material; se debe evitar la apertura de nuevos caminos y el deterioro de la vegetación nativa presente.

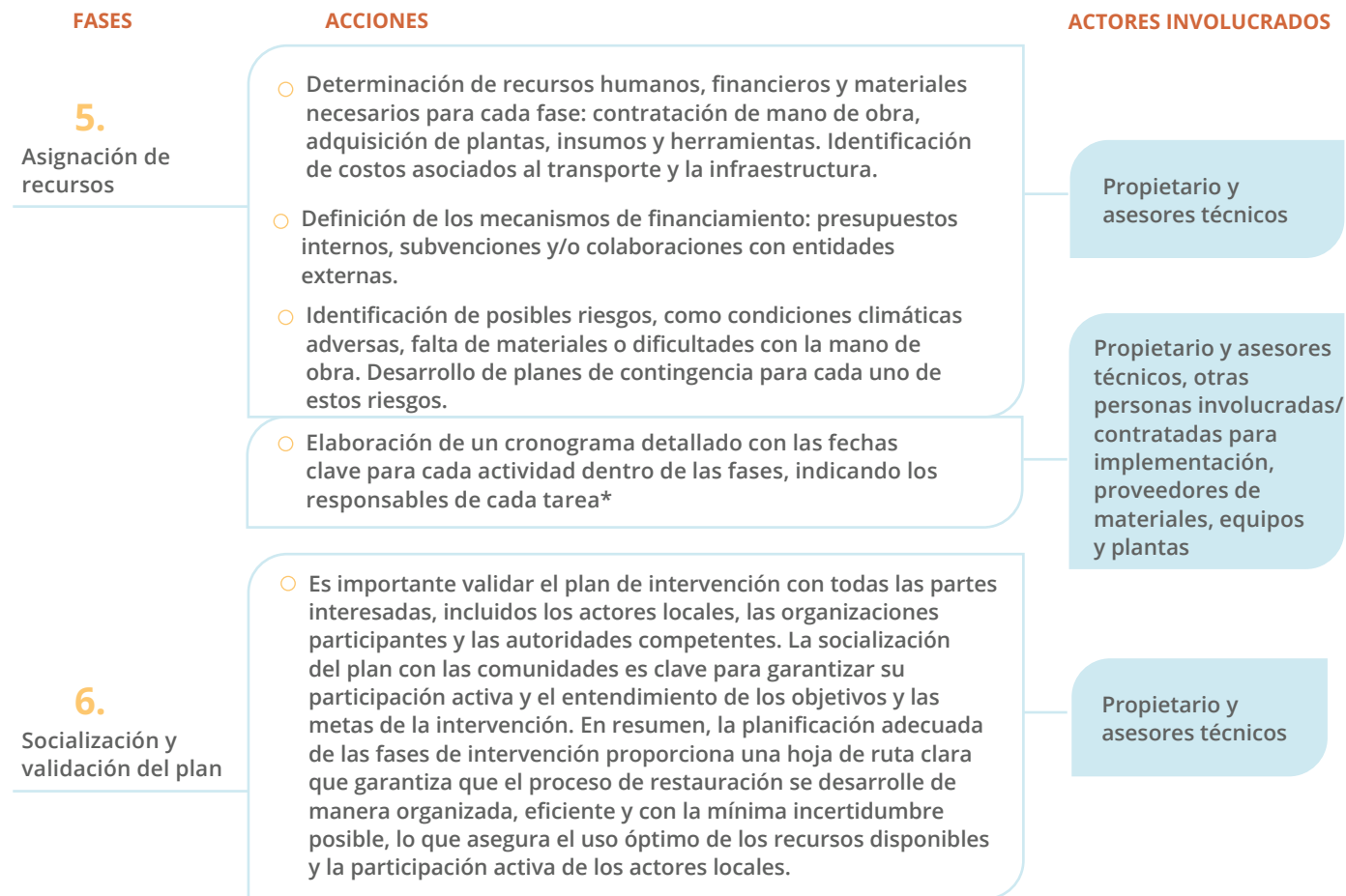


Mantenimiento, siembra y monitoreo.

Tabla 2.9.1 Plan de implementación de la restauración

FASES	ACCIONES	ACTORES INVOLUCRADOS
<p>1. Verificación del estado de los predios preseleccionados</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Recolección de información predial: extensión, coberturas y ecosistemas naturales actuales, entre otros (Anexo 4). ○ Determinación de la facilidad de ingreso con materiales e insumos. ○ Definición de condiciones del terreno: i) estado del suelo, ii) presencia de riesgos latentes en la zona de implementación. ○ Identificación de escenarios potenciales de restauración. 	<p>Propietario y asesores técnicos</p>
<p>2. Definición de la estrategia de restauración</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Definición de acciones de restauración activa y/o pasiva. ○ Identificación de sitios potenciales para disposición de materiales e infraestructura necesarios para la implementación (viveros temporales, insumos agrícolas y materiales de aislamiento, entre otros). ○ Realización de un análisis que incluye los costos, la mano de obra local disponible, la capacidad técnica requerida, las distancias entre las áreas de restauración y los puntos de obtención de los insumos a usar; igualmente, la disponibilidad y el costo del transporte de gran volumen en vehículos pesados y del transporte de carga menor manual o mediante mulas. ○ Identificación de posibles proveedores, empresas de transporte de materiales y organizaciones que participarán en la ejecución. ○ Planificación de alternativas potenciales en caso de presentarse imprevistos durante el proceso. 	<p>Propietario y asesores técnicos</p>

FASES	ACCIONES	ACTORES INVOLUCRADOS
<p>3. Verificación del área a restaurar</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Verificación de las condiciones actuales del área: estado de las vías de acceso; kilómetros pavimentados y a recorrer por carreteras terciarias o zonas de difícil movilidad; transitabilidad; estado de los puentes y de los cruces de quebradas y caños. ○ Identificación de los puntos de acopio o bodegaje del material a utilizar. 	<p>Propietario y asesores técnicos</p>
<p>4. Definición de objetivos y responsables de la implementación</p>	<ul style="list-style-type: none"> ○ Determinación de la disponibilidad de mano de obra e identificación de organizaciones y empresas locales que faciliten el proceso de implementación. Es crucial que estas cumplan con los requisitos necesarios para ejecutar las actividades de restauración, ya sea activa o pasiva. ○ Definición y concertación de objetivos específicos y medibles de la implementación, con plazos que faciliten la evaluación del cumplimiento de las actividades propuestas. ○ Establecimiento de acuerdos con los responsables de cada objetivo. ○ Diseño de las fases de implementación de la restauración (con su respectiva duración, fechas de inicio y terminación, y metas); preparación del sitio, implementación de actividades de restauración, ejecución de las primeras acciones de mantenimiento y seguimiento de lo implementado. 	<p>Propietario y asesores técnicos; otras personas involucradas/contratadas para la implementación</p>



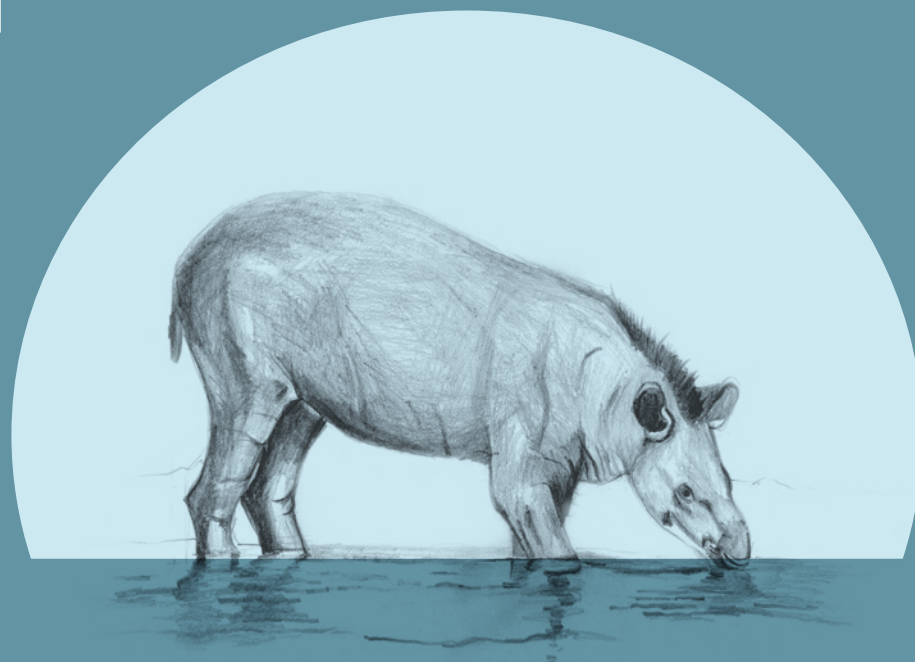
* El cronograma permite coordinar las acciones de manera eficiente y controlar los avances de la implementación. Este debe ser flexible y permitir ajustes si las condiciones lo requieren (por ejemplo, retrasos en la entrega de materiales o cambios en las condiciones climáticas).



Caimán llanero (*Crocodylus intermedius*).

3.

Aprendizajes y retos para la restauración ecológica en la Orinoquia colombiana



Con la implementación del proyecto REA 001-2023 se tuvo la oportunidad de planear y llevar a cabo acciones de restauración en el territorio, para lo cual se siguieron los pasos descritos en el presente manual. A partir de esto, se identificaron diversos aprendizajes y se pudieron superar varios retos.

- La restauración no debe ser vista como un negocio individual, sino como una necesidad compartida por la comunidad y los diversos actores. Es fundamental tomar decisiones colectivas para recuperar los ecosistemas, teniendo en cuenta que estos son bienes comunes y no propiedad de una sola persona o grupo.
- Dicho de otra forma, los procesos y proyectos de restauración deben estar diseñados para conectar beneficios individuales con resultados colectivos. Es primordial definir claramente los beneficios a largo plazo para las comunidades, y garantizar que todos los actores tengan claridad sobre cómo contribuirán y se beneficiarán del proceso.
- Es importante conectar los beneficios de la restauración a nivel local, en veredas y municipios, con los beneficios a nivel regional y nacional, para evitar esfuerzos atomizados. Esto facilita la

sostenibilidad del proceso y la integración de las acciones en un marco más amplio.

- Cada departamento de la Orinoquia tiene contextos diferentes, por lo que se deben adaptar las estrategias y acciones de restauración de restauración a las particularidades del territorio, las comunidades y las dinámicas locales.
- La participación activa de representantes y veedores locales es esencial para garantizar la transparencia, evitar conflictos y asegurar la efectividad del proceso.
- La comunicación clara y asertiva entre las partes involucradas en los acuerdos socioambientales es fundamental para no generar falsas expectativas y para aclarar los alcances de los procesos de restauración. Es así que la concertación transparente con las diversas instituciones públicas y la comunidad es determinante en el logro de la firma de los acuerdos, su viabilidad, la apropiación del proceso y su seguimiento.
- Sin embargo, la vinculación y la participación de la comunidad es un proceso delicado en el que se deben buscar e implementar los medios más adecuados de comunicar y socializar

la información de manera certera y clara. Con esto se busca captar el interés de la comunidad, propiciar su comprensión acerca del propósito y los beneficios del proceso de restauración y lograr la vinculación de la población y los actores de la zona. Esta vinculación es importante para la apropiación y el éxito de la restauración en la región, así como para el fortalecimiento de la gobernanza de la comunidad sobre su territorio.

- La planeación de la restauración debe ser flexible, pues no todos los procesos son lineales. Es necesario planificar en paralelo y adaptar las estrategias a las realidades del terreno. Los proyectos deben estar listos para ajustarse según las necesidades cambiantes.
- Es fundamental que las visitas a las comunidades sean puntuales y frecuentes, ya que esto permite un entendimiento más directo y claro de las necesidades locales. Si bien el trabajo de los técnicos de las alcaldías es valioso y esencial, complementar su información con visitas de campo contribuye a una visión más completa y precisa, lo que ayuda a evitar malentendidos y reprocesos y

a garantizar que las decisiones se tomen con base en la realidad del territorio.

- Es primordial conocer detalladamente cada predio para definir estrategias y acciones de restauración adecuadas. La visita puntual a las comunidades y la comprensión de sus dinámicas y necesidades son cruciales para evitar errores y problemas, como la confusión de linderos o la asignación incorrecta de terrenos.
- El trabajo en el campo no se realiza en un solo día ni con una sola visita. Es indispensable reunirse con las alcaldías, las gobernaciones, las comunidades, los líderes locales y los vecinos para comprender sus dinámicas y construir un enfoque colaborativo para la restauración.
- En ciertos casos, como en el predio California, donde los pastos estaban muy avanzados, se deben tomar decisiones adaptativas para el control de especies invasoras y otras intervenciones según las condiciones específicas del terreno.
- Involucrar a conocedores locales de la Orinoquia en el desarrollo del proyecto permitió adaptar las estrategias a las condiciones específicas del

territorio y aportar soluciones más efectivas y pertinentes para la región.

- En algunas zonas, especialmente donde predominan prácticas ganaderas tradicionales, es necesario tener en cuenta que los productores a menudo quieren más tierra para expandir su actividad, pero carecen de procesos tecnificados. Esto puede generar tensiones sobre el uso de la tierra, especialmente cuando se les solicita reducir áreas de pasturas para la restauración. Por ello, es importante negociar con los propietarios y trabajar en conjunto para encontrar soluciones que permitan conciliar la restauración ecológica con las actividades productivas mediante la

implementación de prácticas más sostenibles y tecnificadas. La asesoría técnica y el acompañamiento a la transición hacia métodos más eficientes son clave para lograr que los productores se sumen al proceso de restauración.

- Un primer reto fue la consecución de la información espacial actualizada del territorio y en los formatos requeridos para su análisis. También lo fue el establecimiento de canales de comunicación y la articulación con las distintas instituciones administrativas de la región, con el fin de tener acceso a información base para los análisis preliminares del territorio.





Paisaje llanero

- Superado este primer momento, se encontró que existen incongruencias entre la información predial del IGAC (relacionadas con la concordancia y la falta de actualización de los linderos y las áreas) y la registrada en las escrituras públicas que reposan en las administraciones locales.
- Por lo tanto, aunque la cartografía de los predios y los linderos tomados en campo arrojaban un área mayor a lo que aparecía en las escrituras, se decidió reportar las hectáreas descritas en estas, debido a que son las que dan el soporte legal a la tenencia de los predios; sin embargo, es importante que los propietarios, sobre todo cuando se tratan de predios públicos, actualicen las escrituras.
- En la selección final de los predios, una vez depurada la información predial, se tomaron en cuenta los siguientes aspectos: i) accesibilidad, ii) ocupación ilegal de predios públicos y consecuentes cambios en la cobertura, iii) procesos de alteración por disturbios naturales como derrumbes o inundaciones. Estos factores dificultan la implementación del proceso de restauración y disminuyen su viabilidad a largo plazo.

- Los procesos de restauración que se lleven a cabo en predios públicos deben partir de bases sociales que integren a las comunidades desde la planificación de las acciones hasta su ejecución, mantenimiento y monitoreo, es decir, durante todo el proceso, ya que ellos son garantes directos, junto con las alcaldías, gobernaciones y corporaciones, del cumplimiento de los procesos de restauración.
- En la fase de implementación, un desafío importante fue la planificación coordinada entre los dueños de los predios, los técnicos y los prestadores de los servicios para el desarrollo de las actividades proyectadas. La comunicación y la planificación asertiva, que tomen en cuenta distancias, tiempos y recursos, así como la evaluación de los tiempos y esfuerzos invertidos en el transcurso de la implementación, ayudan a la gestión de respuestas rápidas y certeras ante las posibles dificultades que se presenten.
- Es importante que para la implementación de las acciones de restauración se contrate mano de obra directa de las zonas en donde se encuentran los predios. Esto, además de promover el empleo local, facilita la gestión rápida de las acciones y la apropiación de los procesos, garantiza la comunicación directa con los involucrados, motiva y promueve la participación comunitaria y brinda respuestas y apoyos directos al proceso de restauración que se ejecuta.
- En lo posible, se debe procurar que los proveedores de materiales, insumos y herramientas sean de las zonas de influencia directa del proyecto, y es necesario involucrarlos en las actividades de restauración e informarles de los procesos que se están llevando a territorio. Esto facilita que las compras sean entregadas de manera rápida y eficaz.
- Finalmente, el gran reto es mantener la articulación entre los actores locales y regionales y asegurar la entrada de recursos y actores necesarios para el seguimiento y mantenimiento de los procesos de restauración implementados en la región. Esto funciona mediante la vinculación de los diversos espacios técnicos y de toma de decisiones a nivel regional y local.

4.

Glosario

- **Banco de propágulos:** se refiere al conjunto de estructuras reproductivas, como semillas, esporas o fragmentos vegetales, presentes en el suelo o en los sedimentos de un ecosistema. Estos propágulos permanecen en estado latente hasta que las condiciones ambientales son favorables para su germinación o desarrollo, y contribuyen a la regeneración y persistencia de las especies en el hábitat (Acosta y Agüero, 2001).
- **Bioma:** grupo de ecosistemas con características compartidas como clima, flora y fauna. Hay dos tipos principales de biomas, los terrestres y los acuáticos. En los primeros se toman en cuenta condiciones relacionadas con su posición geográfica, temperatura y precipitación. Su nombre se

define a partir de la vegetación predominante; algunos ejemplos son desiertos, sabanas o selvas (Fondo Mundial para la Naturaleza [WWF], 2018).

- **Helobioma:** son ecosistemas que presentan un exceso de agua, por lo menos durante un periodo de tiempo. Sus características y dinámicas están determinadas por los pulsos de inundación de agua dulce (Etter *et al.*, 2017).
- **Heliófitas:** plantas que requieren de intensa luz solar para su desarrollo. Se dividen en dos grupos, las efímeras y las durables. Las primeras son intolerantes a la sombra, de rápido crecimiento y vida corta; son aptas para colonizar espacios abiertos y sus semillas se mantienen viables por largo tiempo. Las heliófitas durables comparten la intolerancia a la sombra, pero tienen una vida relativamente larga, aunque sus semillas son viables por menos tiempo que las primeras. Pueden colonizar también claros en el bosque, además de espacios abiertos (Aguirre, s.f.).
- **Litobioma:** el sustrato local de roca superficial determina la vegetación y los ecosistemas resultantes (Etter *et al.*, 2017).

- **Mesófilas:** plantas que se desarrollan en condiciones de temperatura y humedad moderada.
- **Necromasa:** se refiere a la masa total de materia orgánica muerta en un ecosistema, incluyendo restos de plantas, animales y microorganismos. Esta materia orgánica muerta se acumula en el suelo y es esencial para el funcionamiento de los ecosistemas, ya que su descomposición libera nutrientes que son reutilizados por organismos vivos (U.S. Department of Agriculture [USDA], 2016).
- **Orobioma:** corresponde a ecosistemas que están presentes desde los 500 metros de altitud hasta los 5400 m. Suelen ser bosques húmedos, con temperaturas medias bajas (Etter *et al.*, 2017).
- **Peinobioma:** conjunto de sabanas herbáceas con arbustales de planicies onduladas y terrazas antiguas. Se desarrollan en suelos con niveles muy bajos de nutrientes (Etter *et al.*, 2017).
- **Restauración activa o asistida:** proceso por el cual se busca, mediante la intervención humana,

recuperar la composición y las funciones de ecosistemas naturales (Minambiente, s.f.).

- **Restauración ecológica:** proceso cuyo objetivo es restablecer las condiciones originales de estructura, composición y función de un ecosistema que está alterado o degradado (Minambiente, s.f.).
- **Restauración pasiva o no asistida:** proceso mediante el cual los ecosistemas se recuperan por sí mismos, cuando no hay tensionantes o barreras que impidan su regeneración (Minambiente, s.f.).
- **Restauración de la función:** se refiere a las acciones destinadas a restablecer los procesos ecológicos que permiten a los ecosistemas desempeñar sus funciones esenciales. Así, se enfoca en recuperar la estructura física del bosque y asegurar que sus procesos internos funcionen de manera eficiente y sostenible.
- **Zonobioma:** es una unidad que está delimitada por las nueve zonas climáticas mundiales. En Colombia se encuentran tres zonobiomas

principales: i) Zonobioma de los Bosques Húmedos Tropicales (ZBHT) que incluye los biomas situados por debajo de los 500 metros de altitud, con un excedente de precipitación y una estacionalidad de 1 a 3 meses; ii) Zonobioma de los Bosques Secos Tropicales (ZBST), que incluye biomas también por debajo de los 500 metros de altitud con un déficit parcial de precipitación durante 3 a 5 meses del año; y iii) Zonobioma de Desierto Subtropical (ZDT), con biomas localizados a menos de los 500 metros de altitud, con un déficit alto de precipitación entre 6 y 12 meses al año (Etter *et al.*, 2017).

Nido de mochilero. Predios Nacederos 1, 2 y 3, vereda Altos de Menegua, Puerto López, Meta



5.

Bibliografía

Acosta, L. y Agüero, R. (2001). El banco de propágulos de malezas en el agroecosistema: conocimiento actual y propuesta metodológica para su estudio. *Agronomía Mesoamericana* 12(2), 141-151. <https://doi.org/10.15517/am.v12i2.17226>

Aguirre, N. (s.f.). *Grupos Ecológicos de Especies*. Centro de Investigaciones Tropicales del Ambiente y Biodiversidad. <https://nikolayaguirre.com/wp-content/uploads/2013/04/3-gremios-ecolc3b3gicos.pdf>

Aldana Domínguez, J., Ángel, D., Viera Muñoz, M. I., Payán, E., Jarvis, A., Mulligan, M., Burke, S., Vega, L. y Stevenson, P. (2007). *Estudios sobre la ecología del chigüiro (Hydrochoerus hydrochaeris) enfocados a su manejo y uso sostenible en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Alvira, D. J., Cavelier, J. y Saldarriaga, J. (1997). Estructura y composición florística de cuatro estadios sucesionales de bosque húmedo tropical en el piedemonte llanero. En G. Kattan (Ed.), *Resúmenes del Primer Congreso de Biología de la Conservación y Tercer Simposio sobre Biodiversidad y Conservación de Ecosistemas de Montaña*. Editorial Feriva.

Andrade G. I., M.E. Chaves, G. Corzo y C. Tapia (Eds.). (2018). *Transiciones socioecológicas hacia la sostenibilidad. Gestión de la biodiversidad en los procesos de cambio de uso de la tierra en el territorio colombiano*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. <https://hdl.handle.net/1992/46648>

Angulo Ospina, C. A. y Silva Herrera, L. J. (2016). Crecimiento de 40 especies forestales nativas, aptas para la restauración en la Orinoquía Colombiana. *Colombia Forestal*, 19(S1).

Barrera Cataño, J. I. y Valdés López, C. (2007). Herramientas para abordar la restauración ecológica en áreas disturbadas en Colombia. *Universitas Scientiarum*, 12(2), 11-24. <https://www.redalyc.org/pdf/499/49912203.pdf>

- Botero, P. (1990). *Proyecto Orinoquia-Amazonia colombiana*. Instituto Geográfico Agustín Codazzi.
- Bustamante, C. (Ed). (2019). *Gran Libro de la Orinoquia Colombiana*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt y Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit.
- Cano, J. y Zamudio, N. (2007). Estrategias de Articulación y Participación Comunitaria en los Proyectos de Restauración Ecológica. En O. Vargas (Ed.). *Restauración Ecológica del Bosque Altoandino: Estudios diagnósticos y experimentales en los alrededores del Embalse de Chisacá (Localidad de Usme, Bogotá D. C.)* (pp. 104-145). Grupo de Restauración Ecológica de la Universidad Nacional de Colombia, Empresa de Acueducto y Alcantarillado de Bogotá, Secretaría de Ambiente y Jardín Botánico de Bogotá.
- Cárdenas, D., Mendoza, H., González, M. F. y Sua, S. (2016). Flora de la cuenca del río Orinoco en Colombia: grado de conocimiento, uso y conservación. *Revista Colombia Amazónica*, (9), 93-146.
- Cárdenas López, D., Duque Montoya, A. J. y Marín Corba, C. A. (1997). Apuntes Fitogeográficos de la "Ladera Cielo-Roto", sector suroccidental de la Serranía de la Macarena. *Pérez-Arbelaezia*, 4(1-2), 43-58. <https://perezarbelaezia.jbb.gov.co/index.php/pa/article/view/160>
- Castro Lima, F. y Medrano Niño, M. (2021). Vegetación y flora de la cuenca media y baja del río Cravo Sur. En R. Antelo, Z. Durán, C. Rojano y M. R., Díaz Olaya (Eds.). *Biodiversidad y sistemas productivos en la cuenca media y baja del río Cravo Sur* (pp. 39-110). Fundación Cunaguaro, Fundación Palmarito y Universidad Nacional Abierta y a Distancia.
- Castro Lima F. y Meza Elizalde, M. C. (2021). *Contribución al conocimiento de las estrategias de respuesta al fuego de plantas de la Orinoquia Colombiana*. Grupo de Investigación en Ecología del Paisaje y Modelación de Ecosistemas Ecolmod, Universidad Nacional de Colombia.
- Cavelier, J. (1997). Selvas y bosques montanos. En M. E. Chaves y N. Arango (Eds.). *Informe Nacional sobre el estado de la biodiversidad Colombia. Tomo I Diversidad Biológica* (pp. 38-55). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Centro Internacional de Agricultura Tropical, Corporación para el Desarrollo Sostenible del Área de Manejo Especial La Macarena, Corporación Autónoma Regional de la Orinoquia y Ecopetrol. (2018). *Plan Regional Integral de Cambio Climático para la Orinoquia-Casanare*. Resumen Ejecutivo. CIAT publicación No. 459.
- Conway, G. R. y Barbier, E. D. (1990). Después de la revolución verde: agricultura sustentable para el desarrollo. *Agroecología y Desarrollo*, (4), 55-57.
- Cortés Lombana, A. (1985). *Las tierras de la Orinoquia, capacidad de uso actual y futuro*. Universidad Jorge Tadeo Lozano.
- Corzo, G., García, H., Lasso, C., Londoño, M., Ramírez, W. y Salamanca, B. (2011). *Planeación ambiental para la conservación de la biodiversidad en las áreas operativas de Ecopetrol localizadas en el Magdalena Medio y los Llanos Orientales de Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- Domínguez, C. (1998). La gran cuenca del Orinoco. En C. Domínguez (Ed.). *Colombia Orinoco* (pp. 39-67). Fondo FEN Colombia.
- Etter, A. (1992). Caracterización ecológica general y de la intervención humana en la Amazonia Colombiana. En G. Andrade, A. Hurtado y R. Torres (Eds.). *Amazonia Colombiana: Diversidad y Conflicto*. Comisión Nacional de Investigaciones Amazónicas, COLCIENCIAS, Centro de Estudios Ganaderos y Agrícolas.
- Etter, A. (Ed.). (2001). *Puinawai y Nukak: Caracterización ecológica de dos reservas nacionales naturales de la Amazonia colombiana (No. 2)*. Instituto de Estudios Ambientales para el Desarrollo-IDEADE.
- Etter, A., Andrade, A., Saavedra, K., Amaya, P. y Arévalo, P. (2017). *Estado de los Ecosistemas Colombianos: una aplicación de la metodología de la Lista Roja de Ecosistemas (Vers2.0)*. Pontificia Universidad Javeriana y Conservación Internacional Colombia. https://www.conservation.org.co/media/A7.LRE-Colombia_INFORME%20FINAL_%202017.pdf
- Fassbender, H. W. (1993). *Modelos edafológicos de sistemas agroforestales* (2ª. ed.). Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.
- Galvis, G., Mojica, J. I., Provenzano, F., Lasso, C. A., Taphorn, D., Royero R., Castellanos, C., Gutiérrez, A., Gutiérrez, M., López, Y., Mesa, L., Sánchez, P. y Cipamocha, C. A. (2007). *Peces de la Orinoquia*

colombiana con énfasis en las especies de interés ornamental. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural y Incoder.

Gómez Santiago, G. E. y Hernández, J. L. (2021). *Evolución de la producción petrolera en la Orinoquia colombiana: ¿desarrollo o enclave?* <https://online.unisc.br/acadnet/anais/index.php/sidr/article/viewFile/21172/1192613414>

Grime, J. (1989). The stress debate: symptom of impending synthesis? . En P. Calow, *Evolution, ecology and environmental stress*, (pp.3-17). Academic Press.

Hernández J. y Sánchez H. (1994). Sabanas de Colombia. En Banco de Occidente, *Sabanas Naturales de Colombia* (pp. 57-161). Diego Samper Ediciones.

Huber, O. y Alarcón, C. (1988). *Mapa de vegetación de Venezuela. 1:2.000.000*. The Nature Conservancy.

Huertas, H. (2014). Relación de complementariedad sabana inundable y ganadería. En L. Peñuela, C. Solano, V. Ardila y S. Galán (Eds.) *Sabana inundable y ganadería, opción productiva de conservación en la Orinoquia* (pp. 25-46). Grupo Colombiano Interinstitucional de Herramientas

de Conservación Privada (G5), Asociación Red Colombiana de Reservas Naturales de la Sociedad Civil, Fundación Natura, World Wildlife Fund, The Nature Conservancy y Parques Nacionales Naturales de Colombia. <https://horizonteverde.org.co/wp-content/uploads/2020/02/LIBRO-GANADERO-G5-FINAL.pdf>

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2017). *Monitoreo de la deforestación en Colombia*.

Instituto de Hidrología, Meteorología y Estudios Ambientales. (2010). *Leyenda Nacional de Coberturas de la Tierra. Metodología Corine Land Cover adaptada para Colombia, Escala 1:100.000*. IDEAM. <https://www.purace-cauca.gov.co/Mi-Municipio/DocumentosGestinRiesgoYDesastres/Estudios%20gestión%20del%20riesgo%20Puracé/Leyenda%20nacional%20coberturas%20tierra.pdf>

Lasso, C. A., Rial, A., Colonnello, G., Machado Allison, A. y Trujillo, F. (Eds.). (2014). *Humedales de la Orinoquia (Colombia- Venezuela)*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (2024). *Estrategia Nacional de Restauración 2023 – 2026*. https://www.minambiente.gov.co/wp-content/uploads/2025/03/ENR_3032024-3.pdf

Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible. (s. f.). *Restauración*. <https://www.minambiente.gov.co/direccion-de-bosques-biodiversidad-y-servicios-ecosistemas/restauracion-2/>

Minorta Cely, V. (2020). *La vegetación de la Orinoquia colombiana: Riqueza, Biodiversidad y Conservación* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Colombia]. Repositorio Universidad Nacional de Colombia. <https://repositorio.unal.edu.co/items/102b72a1-1c5d-4244-8f67-e824612843ff>

Minorta Cely, V. y Rangel, J. O. (2014). La riqueza y la diversidad de las plantas con flores de la Orinoquia colombiana. En J. O. Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica Vol. XIV: La región de la Orinoquia de Colombia* (pp. 237-418). Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Molano, J. (1998). Biogeografía de la Orinoquia Colombiana. En C. Domínguez (Ed.). *Colombia Orinoco* (pp. 69-101). Fondo FEN Colombia.

Moore, A. D., Robertson, M. J. y Routley, R. (2011). *Evaluation of the water use efficiency of alternative farm practices at a range of spatial and temporal scales: A conceptual framework and a modelling approach*. Elsevier.

Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. (1966). *Reconocimiento edafológico de los Llanos Orientales. Tomo III*. Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. <https://openknowledge.fao.org/items/f455ec28-6d2d-40af-ba4c-e5243192d4b0>

Orozco, L. y Brumér, C. (Eds.). (2002). *Inventarios forestales para bosques latifoliados en América Central*. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2600/Inventarios_forestales_para_bosques_latifoliados.pdf?sequence=1

Proyecto Biocarbono. (s.f.). *Programa de Reducción de Emisiones de la Orinoquia – PRE Biocarbono*. Proyecto Biocarbono Orinoquia Paisajes Sostenibles Bajos en Carbono. https://biocarbono.org/wp-content/uploads/2023/11/14.11.23-Resumen_ERPD_Biocarbono_Orinoquia.pdf

Rangel, J. O., Sánchez, H., Lowy, P., Aguilar, M. y Castillo, A. (1995). Región de la Orinoquia. En J. O. Rangel (Ed.), *Colombia Diversidad Biótica I* (pp. 239-254). Instituto de Ciencias Naturales de la Universidad Nacional de Colombia.

Rippstein, G., Escobar, G. y Motta, F. (Eds.). (2001). *Agroecología y biodiversidad de las sabanas en los Llanos Orientales de Colombia*. Centro Internacional de Agricultura Tropical y Centro de Cooperación Internacional en Investigación Agronómica para el Desarrollo. <https://cgspace.cgiar.org/server/api/core/bitstreams/99b8863a-a0cc-458c-bedd-3872ca17c50d/content>

Rivera Ospina, D. (2005). *La Orinoquia de Colombia*. Banco de Occidente. <https://www.imeditores.com/banocc/orinoquia/presentacion.htm>

Rodríguez, F. y Rey Martínez, F. (Ed.). (2022). *Resumen del diagnóstico de la distribución y tenencia de la tierra rural en la región de la Orinoquia enfocado en un programa de reducción de emisiones de carbono*. Unidad de Planificación Rural Agropecuaria, Proyecto Biocarbono Orinoquía. <https://biocarbono.org/wp-content/uploads/2024/09/>

diagnostico_distribucion_tenencia_tierra_rural_Orinoquia.pdf

Rojas Bustos, J. C. (2016). *Transformaciones ambientales generadas por la expansión del cultivo de palma de aceite (Elaeis guineensis) en el departamento del Meta* [Tesis de maestría, Facultad de Ciencias Económicas de la Universidad Nacional de Colombia e Instituto de Estudios Ambientales] <https://repositorio.unal.edu.co/handle/unal/59422>

Salamanca, S. (1983). La vegetación de la Orinoquia Amazonia: fisiografía y formaciones vegetales. *Colombia Geográfica*, 10(2), 5-31.

Sánchez Silva, L. F. (2007). *Caracterización de los grupos humanos rurales de la cuenca hidrográfica del Orinoco en Colombia*. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.

Serna Isaza, R. A., Rippstein, G., Grollier, C. y Mesa, E. (2001). *Biodiversidad de la Vegetación de Sabana en la Altillanura Plana y la Serranía de los Llanos Orientales*. Centro Internacional de Agricultura Tropical.

Stevenson, P. R., Ramírez, M. A., Casas, L. F. y Henao Díaz, F. (2017). Forestación de bosques en sabanas de la altillanura colombiana:

relevancia de las condiciones ambientales para el establecimiento de plántulas. *Biota Colombiana*, 18(1), pp. 99-109. <https://www.redalyc.org/journal/491/49151841001/html/>

Torres Carreño, A. F. (2020). *Restauración ecológica vereda Bendiciones cuenca baja del Río Caja, Municipio de Tauramena-Casanare* [Tesis de grado, Universidad Nacional Abierta y a Distancia]. Universidad Nacional Abierta y a Distancia. <https://repositorio.unad.edu.co/handle/10596/37221>

Torrijos Otero P., Prieto Garzón, D. y Suárez Jiménez, E. (2011). Evaluación del potencial natural de restauración en sabanas y bosques del piedemonte en Casanare. En O. Vargas y S. P. Reyes (Eds.) *Memorias del I Congreso Colombiano de Restauración Ecológica y II Simposio Nacional de Experiencias en Restauración Ecológica* (pp. 346-358). Universidad Nacional de Colombia.

U.S. Department of Agriculture (s.f.). *NALT Completo. Necromasa*. <https://lod.nal.usda.gov/nalt/es/page/276029?anylang=on&clang=es&utm>

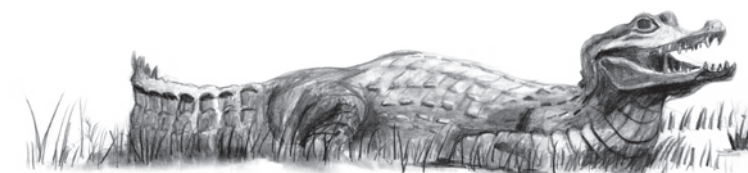
Vargas Ríos, O. (2007). *Guía metodológica para la restauración ecológica del bosque altoandino*. Grupo

de Restauración de la Universidad Nacional de Colombia.

Vargas Ríos, O., Díaz, J. E., Reyes, S. y Gómez Ruiz, P. A. (2012.). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia*. Grupo de Restauración de la Universidad Nacional de Colombia. https://archivo.minambiente.gov.co/images/BosquesBiodiversidadyServiciosEcosistemas/pdf/plan_nacional_restauracion/Anexo_8_Guias_Tecnicas_Restauracion_Ecologica_2.pdf

Vincelli, P. (1981). Estudio de la vegetación del territorio faunístico El Tuparro. *Revista Cespedia* 10(37-38), 7-54.

World Wildlife Fund. (2018, 17 de abril). Glosario ambiental: ¿A qué nos referimos cuando hablamos de biomas? <https://www.wwf.org.co/?326410/Glosario-ambiental--A-que-nos-referimos-cuando-hablamos-de-biomas>



6.

Anexos



ANEXO 1. Participantes del proyecto. Meta y Casanare



ANEXO 2. Biomas de la Orinoquia y sus ecosistemas



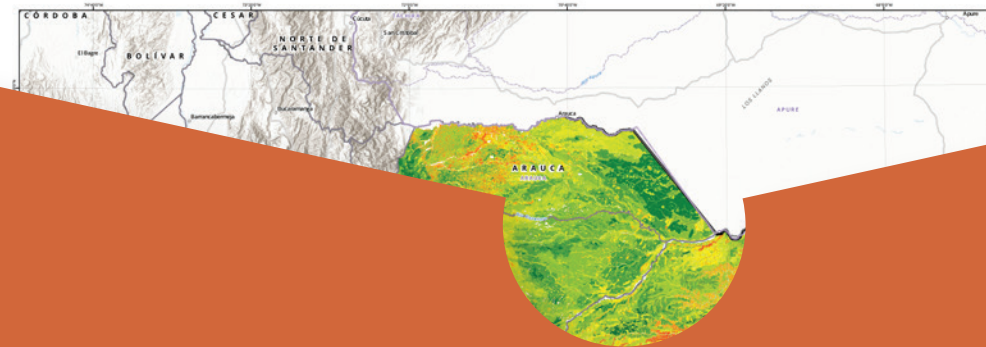
ANEXO 3. Fichas de especies potenciales para la restauración y sistemas sostenibles para la región de la Orinoquia



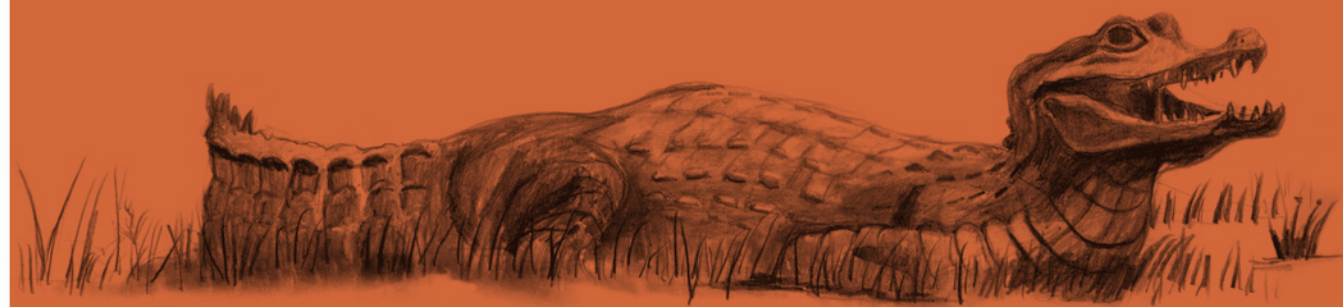
ANEXO 4. Información sobre especies útiles para restauración en la Orinoquia

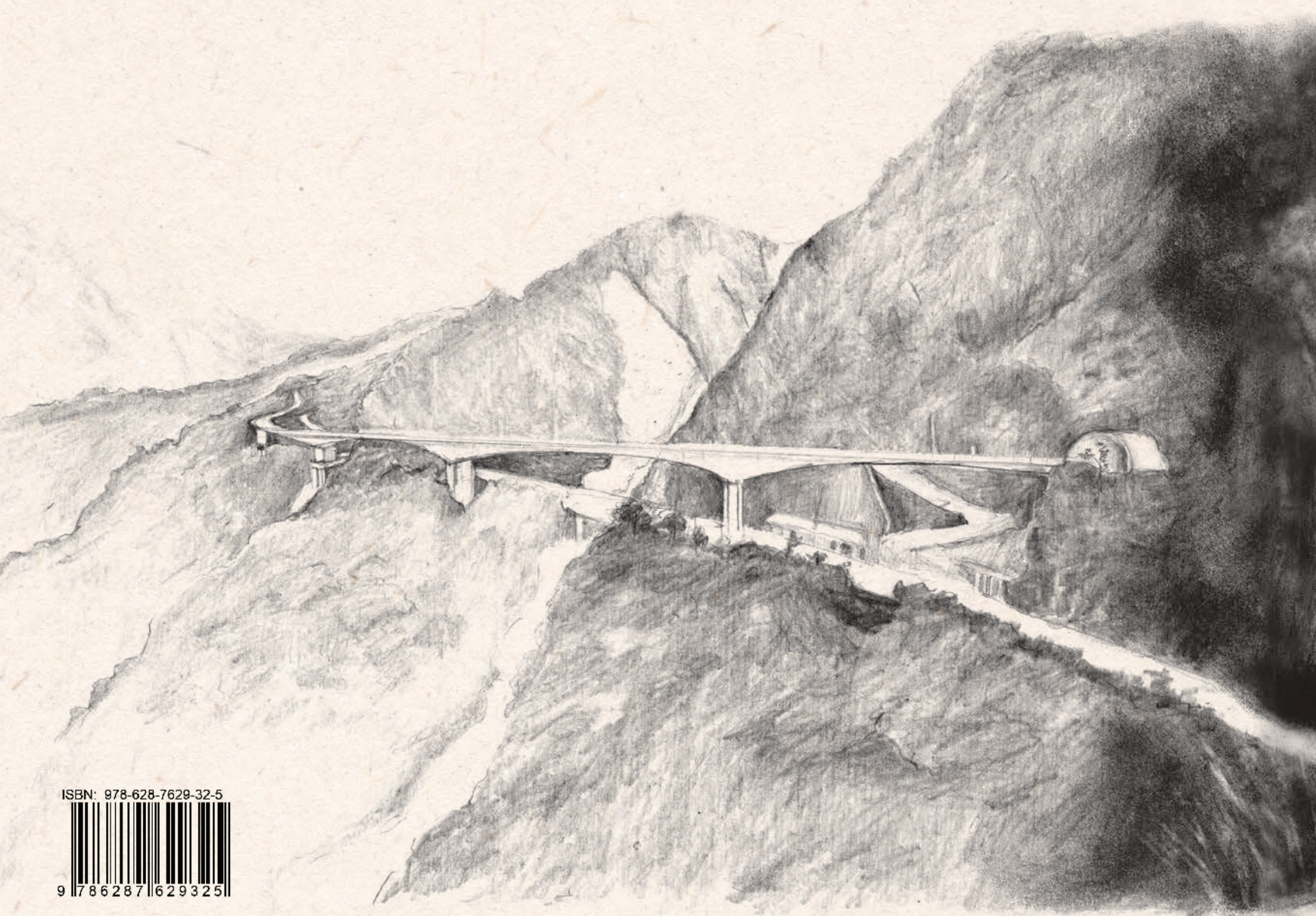


ANEXO 5. Ficha predial



Portafolio de restauración





ISBN: 978-628-7629-32-5



9 786287 629325