



ANEXO 1.

PREDIO MITACA: RECUPERACIÓN Y REHABILITACIÓN ECOLÓGICA EN ZONA DE RONDA DEL HUMEDAL GUALÍ TRES ESQUINAS Y LAGUNAS DEL FUNZHE

ANEXO TÉCNICO

INTRODUCCIÓN

Este documento describe las principales actividades relacionadas con la implementación del esquema de Pago por Servicios Ambientales en el predio La Mitaca, ubicado en el municipio de Funza. Desde el grupo de Biodiversidad se lideran los procesos de restauración pasiva y activa en el predio, los cuales constituyen elementos clave para la estructuración del proyecto. Asimismo, se enfatiza la importancia del monitoreo y mantenimiento continuo del proceso para garantizar su éxito

Antes de iniciar la intervención, es importante realizar un diagnóstico en campo, complementado con la interpretación y análisis de imágenes satelitales de las áreas de interés para la implementación del modelo de restauración. Este paso permite identificar elementos clave, como la conectividad del área con la estructura ecológica principal y las coberturas vegetales presentes en el predio.

DIAGNÓSTICO

Se llevó a cabo un reconocimiento inicial del terreno los días 26 de septiembre y 14 de noviembre de 2024, teniendo en cuenta la época seca y lluviosa. Durante estas visitas, se identificó la dificultad de delimitar con precisión las zonas inundables debido a su carácter de interfaz entre los sistemas terrestre y acuático. Por esta razón, se propone enfocar el trabajo en las coberturas vegetales existentes en el área.

En estas zonas de humedal predominan pocas especies vegetales, lo que requiere adecuaciones del terreno para facilitar las labores de plantación. Adicionalmente, en las áreas inundables surge la limitante de la transparencia del agua, ya que estas zonas demandan una alta penetración de luz en la columna de agua para favorecer el desarrollo de vegetación acuática.



Ilustración 1. Visita de reconocimiento del terreno predio la Mitaca 26/09/2024.

Otra dificultad identificada es la ausencia de humedales "prístinos" que puedan servir como modelos de referencia para definir las metas de restauración. Esto plantea el desafío de establecer criterios adecuados para la revegetalización. En este sentido, resulta esencial propagar especies que conformen praderas sumergidas enraizadas, especies errantes sumergidas y errantes emergidas. Estas especies deberán seleccionarse



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750

considerando su disponibilidad en áreas cercanas al predio y para este propósito, se trabajará con las siguientes especies:

Se debe iniciar con lo que se pueda identificar cerca de las zonas de intervención:

Tipo estructural	Especies
Pradera enraizada sumergida	<i>Potamogeton paramoanus</i>
	<i>Myriophyllum aquaticum</i>
	<i>Egeria densa</i>
	<i>Callitriche heterophylla.</i>
Pradera errante emergida	<i>Lemna gibba</i>
	<i>Spirodela intermedia</i>
	<i>Limnobium laevigatum</i>
Pradera errante sumergida	<i>Wolffiella lingulata</i>
	<i>Wolffiella oblonga</i>
	<i>Wolffiella welwitschii</i>
	<i>Utricularia sp.</i>

Tabla 1. Especies con potencial para restauración de la zona litoral que pueden ser extraídas de zonas aledañas.

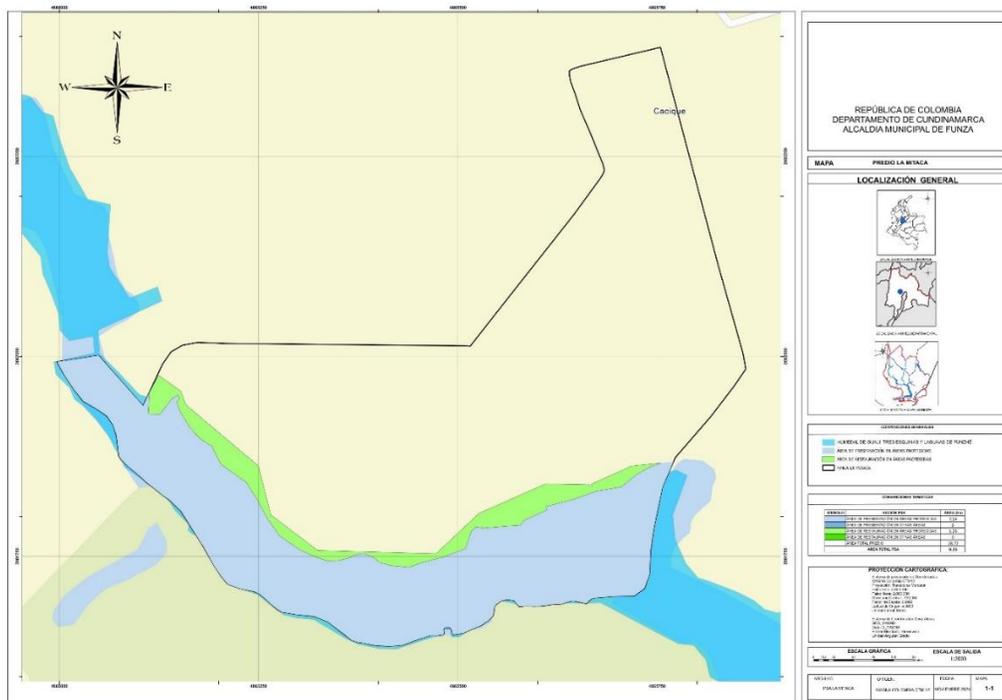


Ilustración 2. Mapa de la zona de intervención acuática y terrestre en verde (Anexo 2).

PLAN DE TRABAJO

PRIMER SEMESTRE

Se llevará a cabo la caracterización inicial del predio, abarcando fauna y flora, por parte de la Secretaría de Ambiente. Paralelamente, se realizará el monitoreo para evidenciar los avances en la recuperación pasiva del área.

SEGUNDO SEMESTRE

Se implementarán acciones para conservar el recurso hídrico del humedal Gualí, destacándose la restauración pasiva mediante el cercado del área a recuperar, que comprende 12.900 m² (ver ilustración 3). Este cercado incluirá el uso de alambre y postes



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750

de madera o madera plástica, colocados cada 4 metros, cubriendo 802 metros lineales en la zona limítrofe del predio con el humedal, como se detalla en la ilustración 4. Esta medida busca minimizar impactos negativos, como la ganadería, en la zona de ronda del humedal.

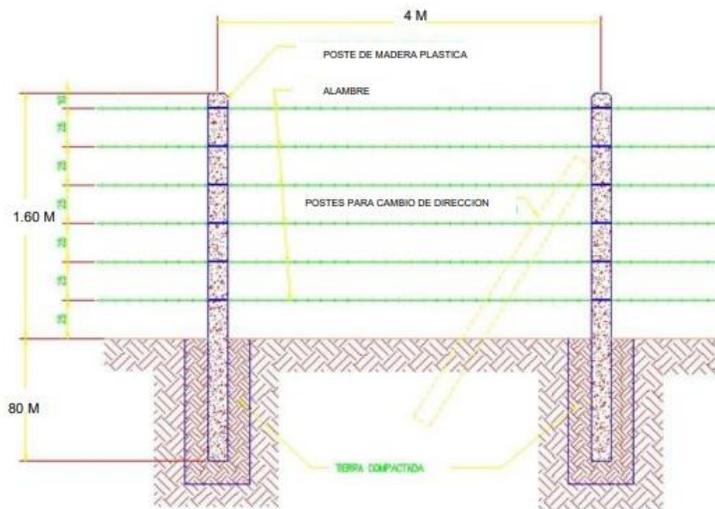


Ilustración 3. Tipo de cercado predio La Mitaca y características técnicas.

Además, se realizará un estudio de topobatemetría o una revisión de las cotas máximas de inundación para definir estrategias de intervención en el predio, dada su alta influencia del nivel freático. Asimismo, se llevará a cabo un análisis del suelo para evaluar su capacidad de retención hídrica, lo que permitirá seleccionar las especies más adecuadas para la plantación, según lo propuesto en este documento.

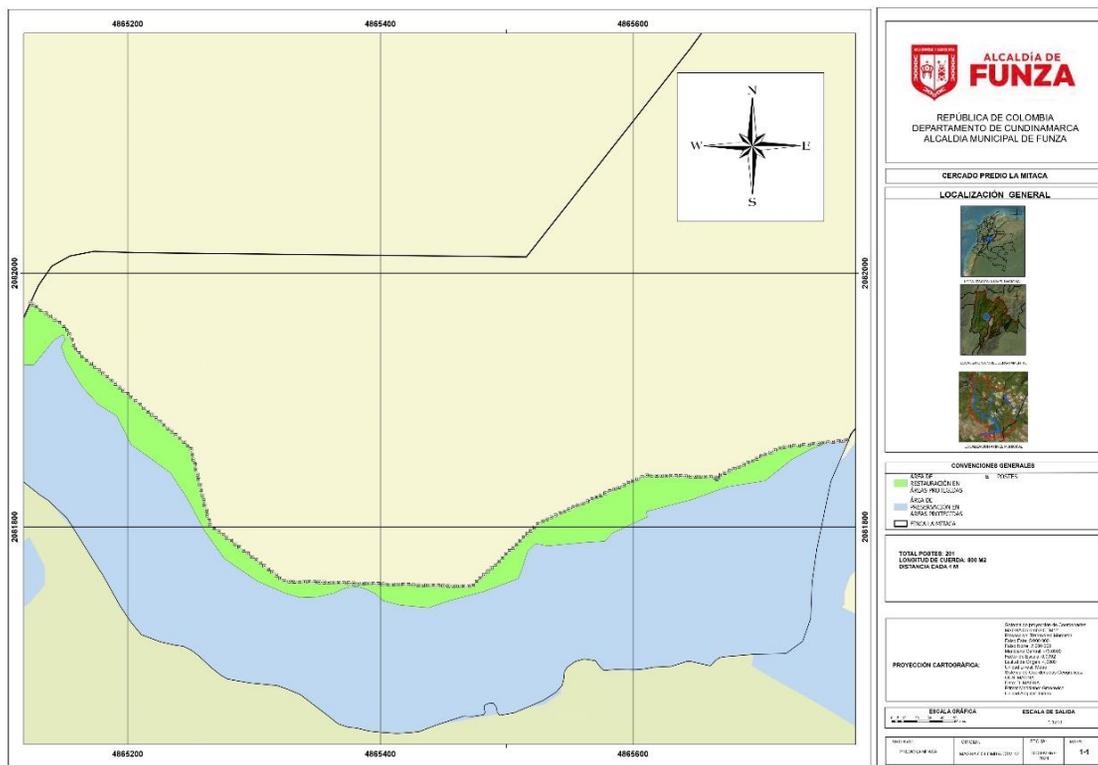


Ilustración 4. Mapa de la zona de cercado del predio La Mitaca (anexo 3).



SC-CER116470



SA-CER753753



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750

TERCER SEMESTRE

Con base en los estudios previos, se diseñarán los esquemas de siembra en las zonas terrestre y litoral, incluyendo la introducción de macrófitas. Durante este periodo, se realizarán labores de mantenimiento, como plateauo, riego y abonado, con una frecuencia de cuatro veces al año, y se reemplazarán los individuos muertos.

Para las macrófitas, será necesario gestionar un permiso de ocupación de cauce ante la CAR, ya que la intervención implica remover sustrato actualmente invadido por pasto kikuyo (*Cenchrus clandestinus*). El diseño incluirá herramientas modificadoras del paisaje, como corredores biológicos o cercas multiestrato, para fomentar la conectividad ecológica y la estabilidad del ecosistema.

PROPUESTA PARA VEGETACIÓN SEMIACUÁTICA

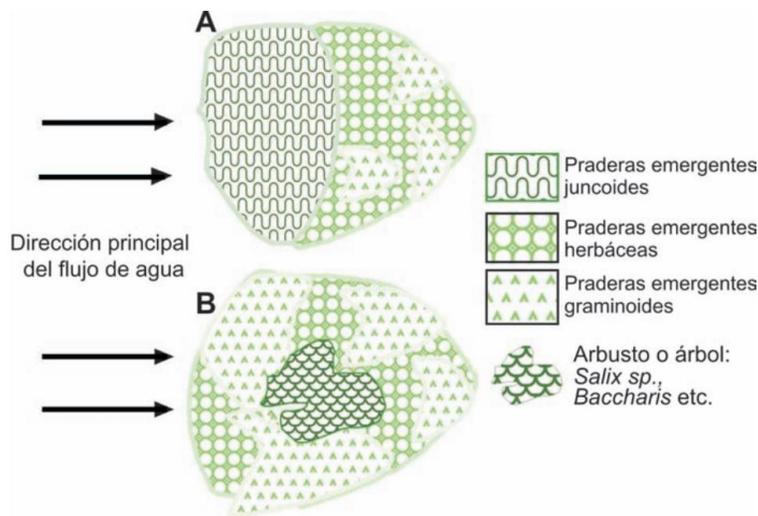


Ilustración 5. Propuesta de la distribución vegetal en un islote: A, Islote con praderas emergentes; B, Islote con arbusto o árbol central rodeado de praderas emergentes.

PROPUESTA PARA VEGETACIÓN TERRESTRE

El manejo de la vegetación en el predio estará basado en las evaluaciones iniciales. Se identificaron las especies presentes, como junco (*Schoenoplectus californicus*) y enea (*Typha latifolia*), en la zona acuática, las cuales muestran una diversidad y riqueza homogéneas. En la zona de recuperación terrestre predomina el pasto kikuyo, que requiere atención prioritaria.

Se evaluará la interacción de esta vegetación con la fauna residente y migratoria para definir los objetivos y metas de las intervenciones. En la franja litoral del humedal, se priorizarán siembras diversas, con distancias de plantación entre 1 y 3 metros, para proteger las poblaciones de macrófitas que sirven de hábitat para aves endémicas del humedal.

Para la zona de recuperación terrestre, se propone el uso de especies con características específicas para enfrentar el pastoreo y mejorar el ecosistema (anexo 1,1):

- Baja palatabilidad: Especies con alto contenido silíceo o que por su sabor amargo no consumidas por el ganado.
- Tóxicas: Plantas reconocidas y evitadas por el ganado.
- Adaptaciones morfológicas agresivas: Especies con espinas o bordes cortantes.
- Propiedades urticantes y enmarañantes: Favorecen la formación de matorrales a partir de pastizales.

- Adaptación al suelo: Especies con sistemas radiculares que soporten suelos compactados o que ayuden a airearlos y descompactarlos.

Esta estrategia busca una recuperación sostenible, mejorando la funcionalidad del ecosistema y protegiendo las áreas sensibles del humedal.

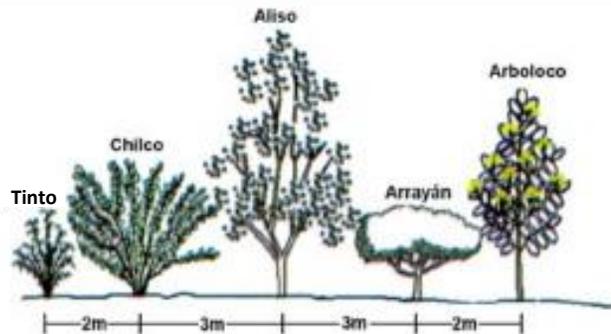


Ilustración 6. Diseño florístico de la primera línea de restauración.

Se deben definir dos zonas en el área de ronda. En la primera, se sugiere el uso de especies como el tinto, que contribuye al control de la evaporación, y el chilco, que facilita el establecimiento del aliso y el arrayán. Adicionalmente, esta última especie posee un sistema radicular que contribuye a la descompactación del suelo.

En la segunda zona, el aliso prepara el suelo para el establecimiento del arrayán, una especie que también se beneficia del arboloco. Según Funk (1982) citado en Calle (2001), el arboloco posee una médula suave que se desintegra, dejando troncos huecos, rectos y muy durables. Estos troncos son utilizados para la construcción de viviendas, depósitos, instalaciones pecuarias, corrales y muebles. Además, el arboloco tiene una alta tasa de rebrote y es ampliamente empleado por comunidades campesinas para la protección de microcuencas.

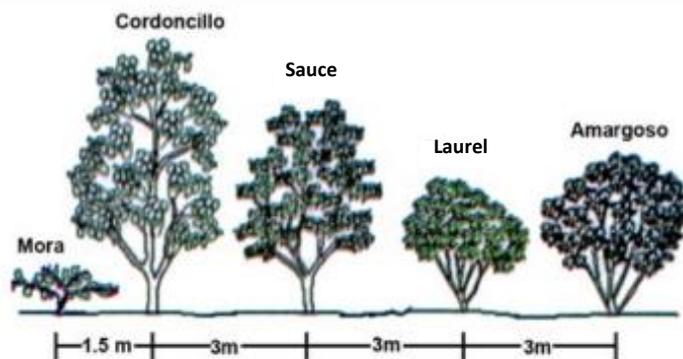


Ilustración 7. Diseño florístico de la segunda línea de restauración.

En una segunda línea de siembra, se proponen las siguientes especies: Mora (*Rubus spp.*), cordoncillo (*Piper spp.*), sauce llorón (*Salix humboldtiana*), laurel de cera (*Morella parvifolia*) y amargoso (*Ageratina aristeeii*). Estas especies se seleccionan considerando las características del predio La Mitaca y su zona inundable.

CUARTO AL DÉCIMO SEMESTRE

Durante el cuarto semestre y hasta el décimo, se debe realizar el seguimiento, mantenimiento y monitoreo de las plantaciones y el establecimiento de macrófitas. Las actividades incluyen plateo, riego y abono, realizados cuatro veces al año.

El monitoreo debe contemplar aspectos como:



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753750



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750



- Crecimiento de los árboles.
- Cobertura alcanzada por las macrófitas según los diseños iniciales.
- Mortalidad.
- Altura.
- Presencia de herbivoría.
- Regeneración natural.

Para esto, se debe establecer una parcela de monitoreo en el área de estudio, que permita evaluar continuamente el progreso de las intervenciones.

La información contenida en este anexo técnico está sujeta a cambios, dependiendo de las dinámicas del ecosistema y de cómo este responda a los estímulos implementados durante el proceso de restauración. Dichos ajustes serán evaluados constantemente mediante actas de seguimiento realizadas por la Secretaría de Ambiente y Bienestar Animal.



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750

ANEXO 1.1. CUADRO DE ESPECIES PROPUESTAS

Especie	Características	Importancia ecológica	Fotografía
<p>Aliso (<i>Alnus acuminata</i>) También conocido como Aliso, cerezo, chaquiro, cerezo real. Pertenece a la familia <i>Betulaceae</i>. Se encuentra a una elevación entre los 1400 y 3200 msnm, en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Cundinamarca, Huila, Nariño, Norte de Santander, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima, Valle (Bernal, 2023), (Bernal et al., 2017)</p>	<p>Árbol de 15 - 20 m de altura, caducifolio con copa cónica, especie heliófita, semicaducifolia. Hojas simples, alternas; inflorescencia color crema, fruto leñoso (JBBJCM & UniAndes, 2020).</p>	<p>Especie exigente a suelos profundos con fertilidad alta, atrae fauna como aves e insectos, es una especie medicinal y regula la erosión del suelo por medio de sus raíces. Esta especie se encuentra generalmente cerca de ríos y cuerpos de agua en tierra fría. Estos árboles generan simbiosis con microorganismos para fijar nitrógeno del suelo, lo que les ayuda a colonizar suelos pobres y fertilizarlos (JBBJCM & UniAndes, 2020).</p>	 <p>Foto tomada de: Andrés Ramírez Disponible en: https://colombia.inaturalist.org/photos/251636970</p>
<p>Tinto (<i>Cestrum mutisii</i>) Conocido como tinto, pertenece a la familia <i>Solanaceae</i>. Se encuentra en una</p>	<p>Arbusto de 3 m de altura, perennifolio, heliófita, de rápido crecimiento; hojas simples, alternas, su flor es llamativa,</p>	<p>Especie exigente a suelos con fertilidad alta, de rápido crecimiento. Es una especie melífera por lo que atrae la fauna silvestre</p>	



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750

<p>elevación entre los 2000 y 3000 msnm en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca (Canal, 2023).</p>	<p>campanular de color amarillo y su fruto es una baya de color morado cuando madura (JBBJCM & UniAndes, 2020).</p>	<p>y tiene fauna asociada como insectos y aves. Debido a que es una especie pionera, ayuda en la restauración de los bosques (JBBJCM & UniAndes, 2020).</p>	<p>Fotografía tomada de: Fundación Dodo Colombia Disponible en: https://colombia.inaturalist.org/photos/141914905</p>
<p>Chilco (Baccharis latifolia)</p> <p>Se conoce como chilco, chilca blanca, chilca dulce, chilca morada, algodoncillo, auraucho y gurrubo, pertenece a la familia Astetaceae. Se encuentra en una elevación entre los 1800 y 3300 msnm en los departamentos de Antioquia, Boyacá, Caldas, Cauca, Chocó, Cundinamarca, La Guajira, Huila, Magdalena, Meta, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Risaralda, Santander, Tolima y Valle</p>	<p>Arbusto de rápido crecimiento de hasta 4 m de altura y 3 m de diámetro de copa, especie perennifolia, hojas simples, alternas, con margen aserrado; flores en cabezuelas de color blanco y fruto en aquenio (Cardozo et al., 2009).</p>	<p>Especie tolerante a suelos con fertilidad baja. Dentro de los servicios ecosistémicos que esta especie provee se encuentra la regulación de la erosión, recursos medicinales, fauna asociada por sus frutos carnosos como insectos, aves y mamíferos (JBBJCM & UniAndes, 2020). Esta especie se encuentra en los bordes de las carreteras, potreros y bosques, hace parte de las especies que aparecen en las primeras etapas de sucesión de los bosques altoandinos (Cardozo et al., 2009).</p>	 <p>Fotografía tomada de: Rosa Camacho Ávila Tomada de: https://colombia.inaturalist.org/photos/273699610</p>



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750

<p>(Ávila, et al., 2023) (Bernal et al., 2017).</p>			
<p>Arrayan (<i>Myrcianthes leucoxyla</i>)</p> <p>Conocido también como arrayán blanco, arrayán, arrayán grande, guayabito, pertenece a la familia Myrtaceae. Se encuentra en una elevación entre los 2650 y 32000 msnm en los departamentos de Boyacá y Cundinamarca (Parra, 2023) (Bernal et al., 2017).</p>	<p>Árbusto de hasta 6 m, corteza marrón rojiza, escamosa y resinosa. Sus hojas son simples, opuestas y coriáceas, y las flores son blancas. El fruto es una baya negra al madurar (JBBJCM & UniAndes, 2020).</p>	<p>Crece en suelos pesados y laderas con drenaje lento. Sus frutos son comestibles y útiles en el tratamiento de la diabetes. Además, se emplea en cercas vivas y como barrera antiganado (Cardozo et al., 2009).</p>	 <p>Fotografía tomada de: Nicolás Baresch Uribe Disponible en: https://colombia.inaturalist.org/photos/235444978</p>
<p>Arboloco (<i>Smallanthus pyramidalis</i>)</p> <p>Llamado también pauche, camargo y colla, pertenece a la familia Asteraceae.</p>	<p>Puede alcanzar de 10 a 15 m de altura; es de rápido crecimiento con hojas pubescentes, flores amarillas y frutos en aquenio. Forma asociaciones pequeñas</p>	<p>Utilizado en restauración ecológica por su crecimiento rápido, ofrece alimento para aves y mamíferos, regula la erosión, actúa como especie melífera, y facilita la sucesión ecológica</p>	



<p>Se encuentra entre 1700 y 3000 msnm en Antioquia, Boyacá, Cauca, Cundinamarca, Nariño, Norte de Santander, Putumayo, Quindío, Tolima y Valle (Avila et al., 2023; Bernal et al., 2017).</p>	<p>que favorecen el desarrollo de la vegetación (Alcaldía de Bogotá, 2010).</p>	<p>(Alcaldía de Bogotá, 2010; JBBJCM & UniAndes, 2020).</p>	<p>Fotografía tomada de: Santiago Corredor Tomada de: https://colombia.inaturalist.org/photos/282892928</p>
<p>Cordoncillo (<i>Piper spp</i>)</p> <p>Presente en matorrales y bosques desde los Andes colombianos hasta Perú. En Colombia, habita entre los 1300 y 3200 msnm, especialmente en las cordilleras Oriental y Central (Torres-Hormaza et al., 2020).</p>	<p>Arbusto o subarbusto con tallo erecto y hojas alternas, aromáticas. Sus flores son pequeñas y agrupadas en inflorescencias en espigas (Torres-Hormaza et al., 2020).</p>	<p>Brinda refugio y alimento a insectos polinizadores, y actúa en el control de la erosión. Su condición de especie pionera lo hace fundamental en procesos de sucesión ecológica, especialmente en áreas húmedas (Torres-Hormaza et al., 2020).</p>	 <p>Fotografía tomada de: Jaime Alberto Navarro Tomada de: https://colombia.inaturalist.org/photos/442623086</p>
<p>Mora (<i>Rubus spp</i>)</p> <p>Género distribuido desde el nivel del mar hasta</p>	<p>Arbusto trepador con ramas espinosas y hojas compuestas. Sus flores son blancas o rosadas, y los frutos son comestibles, de color negro o rojo</p>	<p>Ayuda en la restauración de suelos gracias a su rápida colonización. Sus frutos atraen aves y mamíferos, promoviendo la biodiversidad y la dispersión</p>	 <p>Fotografía tomada de: Mateo Hernandez Schmidt</p>



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750



<p>los 4500 msnm; la mora de Castilla es la variedad más cultivada y comercializada (Bernal et al., 2017).</p>	<p>(Bernal et al., 2017).</p>	<p>de semillas (JBBJCM & UniAndes, 2020).</p>	<p>Tomada de: https://colombia.inaturalist.org/photos/16940318</p>
<p>Sauce (<i>Salix humboldtiana</i>)</p> <p>También llamado sauce llorón, macho, colorado y pájaro bobo, pertenece a la familia Salicaceae. Crece entre 100 y 2600 msnm en Amazonas, Antioquia, Cauca, Cundinamarca, Magdalena, Putumayo, Santander y Valle (Bernal et al., 2017; Alford, 2023).</p>	<p>Árbol de hasta 25 m, corteza negra y fisurada. Hojas simples, lineares, con margen aserrado; flores en amentos de color blanco amarillento y frutos capsulares (Alcaldía de Bogotá, 2010).</p>	<p>Ayuda en la conservación de cuencas hidrográficas y el control de la erosión. Su rápido crecimiento y resistencia lo hacen ideal para restauración; además, contiene ácido acetilsalicílico, utilizado en medicina. Actúa también como barrera viva y tiene usos ornamentales (Alcaldía de Bogotá, 2010).</p>	 <p>Fotografía tomada de: Teodoro Chivatá Bedoya Tomada de: https://colombia.inaturalist.org/photos/16882807</p>



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750

<p>Amargoso (<i>Ageratina aristei</i>)</p> <p>Conocido como chilco amargo, salvia amarga y amarguero negro, pertenece a la familia Asteraceae. Crece desde los 2700 msnm hasta el páramo, especialmente en Antioquia, Arauca, Boyacá, Caldas, Cauca, Cesar, Cundinamarca y Huila (Avila et al., 2023; Bernal et al., 2017).</p>	<p>Arbolito de 2 a 4 m, con tallos jóvenes pubescentes, hojas alternas y flores blancas en inflorescencias corimbiformes. Frutos en aquenio (Pedraza et al., 2004).</p>	<p>Crece en márgenes hídricos y es apto para restauración de páramos y ecosistemas de alta montaña. Su sistema radicular mejora el suelo y sus flores atraen fauna dispersora. Es resistente y adaptable a condiciones extremas (Vargas, 2002).</p>	 <p>Fotografía tomada de: Nicolás Baresch Uribe Tomada de: https://colombia.inaturalist.org/photos/296585713</p>
<p>Laurel de cera (<i>Morella parvifolia</i>)</p> <p>También conocido como olivo de cera, aroma y laurel, pertenece a la familia Myricaceae. Se encuentra entre 1700 y 3300 msnm en Antioquia, Boyacá, Caldas, Caquetá,</p>	<p>Árbol de hasta 15 m, perennifolio y heliófito. Hojas simples y pubescentes, con flores color café y rojo. Su sistema radicular es profundo (Alcaldía de Bogotá, 2010).</p>	<p>Tolerante a suelos con fertilidad media, se usa en restauración de áreas degradadas y erosionadas. Provee servicios ecosistémicos como regulación hídrica, control de erosión y atractivo para fauna como insectos y aves (JBBJCM & UniAndes, 2020).</p>	 <p>Fotografía tomada de: Ana María Benavides Tomada de: https://colombia.inaturalist.org/photos/292764813</p>



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750



Cauca, Cesar, Cundinamar ca, Huila, Nariño y otros (Bernal et al., 2017; Parra, 2023).			
---	--	--	--

BIBLIOGRAFÍA

BORDA, C., MORENO, R. & WUNDER, S., 2010. Pagos Por Servicios Ambientales en Marcha: La Experiencia en la Microcencia de Chaina, Departamento de Boyacá, Colombia. Centro para la Investigación Forestal Internacional.

CHAPARRO, A., & ROLDÁN, Y., 2017. Esquema Complementario de Pago Por Servicios Ambientales Orienta a la Recuperación Antrópica de Áreas de Importancia Estratégica para la Conservación de Recursos Hídricos- Tesis de Ingeniería Ambiental. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

GARZÓN, C., 2018. Modelos de Pago por Servicios Ambientales (PSA) como Herramienta para Promover la Conservación de los Recursos Naturales Desde Diferentes Puntos de Vista. Tesis de Grado. Universidad Militar Nueva Granada, Bogotá, Colombia.

MEDINA RÍOS, E., 2016. ¿Es el Pago por Servicios Ambientales, PSA, la solución para evitar la deforestación?. Maestría en Desarrollo Rural. Universidad del Tolima. QUINTERO, M., 2010. Servicios Ambientales Hidrológicos en la Región Andina. CONDESAN. Lima, Perú.

ROMERO, J.P., 2016. Línea Base Grupo de Trabajo Técnico en Incentivos a la Conservación – Proyecto Páramos, Biodiversidad y Recursos Hídricos en los Andes del Norte. Instituto de Investigación Alexander von Humboldt. Bogotá, Colombia.

UNIVERSIDAD DEL TOLIMA & PATRIMONIO NATURAL, 2014. Esquema de Pago por Servicios Ambientales para la Cuenca Alta del Río Combeima en el Municipio de Ibagué, Tolima.



SC-CER116470



SA-CER753750



ST-CER753753



CO-SC-CER116470
CO-ST-CER753763
CO-SA-CER753750