



**Proyecto Conservación y Uso Sostenible de la Ciénaga Grande  
de Santa Marta  
(CO- G1014)  
Convenio GRT/FM-19416-CO**

**Catálogo de Soluciones Tecnológicas**

**Componente III: Uso Sostenible de Suelos y Conservación de  
Bosques**

*Corporación Centro de Investigación en Palma de Aceite - Cenipalma*

*Centro Nacional de Investigación del Café – Cenicafé*

*Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción  
Agropecuaria – CIPAV*

*Centro de Investigaciones del Banano - Cenibanano*

**30 junio de 2024**

**Instituto de Investigaciones Marinas y Costeras  
“José Benito Vives de Andrés” - INVEMAR  
Santa Marta D.T.C.H.**



## Contenido

<b>1. INTRODUCCIÓN</b> .....	3
<b>2. Soluciones tecnológicas para el manejo eficiente del recurso hídrico</b> .....	4
2.1. Beneficio Ecológico con tanque tina.....	4
2.2. Beneficio Ecológico con Ecomill® LH 300.....	7
2.3. Filtros Verdes .....	11
2.4. Cosecha de agua .....	14
2.5. Beneficiaderos Comunitarios/ Centrales de Beneficio .....	17
<b>3. Soluciones tecnológicas para la conservación de los suelos la biodiversidad y protección de fuentes de agua</b> .....	40
3.1. Implementación de diseños agroforestales con café.....	40
3.2. Manejo Integrado de coberturas del suelo .....	43
3.3. Fertilización orgánica y/o órgano-mineral.....	46
3.4. Prácticas de conservación de suelo y agua.....	49
3.5. Restauración ecológica de suelos degradados .....	52



## 1. INTRODUCCIÓN

La Ciénaga Grande de Santa Marta (CGSM) es la laguna costera más extensa de Colombia, situada en el noroccidente del departamento del Magdalena. Con una superficie total de 3.812 km<sup>2</sup>, de los cuales 752 km<sup>2</sup> corresponden a cuerpos de agua interconectados a través de una red de caños, la CGSM es una de las ecorregiones más complejas y valiosas del país. Este sistema hidrográfico, que incluye humedales, ríos, ciénagas, caños y arroyos, alberga más de 30.000 hectáreas de bosque de manglar y recibe el aporte de los ríos Aracataca, Fundación y Sevilla, así como del río Magdalena y las aguas saladas del mar Caribe. Abarca los departamentos de Magdalena, Atlántico y Bolívar, con el 98,5% del sitio Ramsar localizado en el Magdalena.

Reconocida internacionalmente, la CGSM es Reserva de la Biosfera y Patrimonio de la Humanidad desde el año 2000, y figura entre los 12 sitios Ramsar de Colombia como el “Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena – CGSM”. Su importancia radica en su endemismo, diversidad biológica y la extensión de sus hábitats acuáticos y terrestres. Además, esta región es hogar de los pueblos indígenas Arhuaco, Kogui, Wiwa y Kankuamo y abarca áreas protegidas nacionales como el Santuario de Flora y Fauna de la Ciénaga Grande de Santa Marta (SFF-CGSM) y el Vía Parque Isla de Salamanca (VIPIS), conectándose ecológicamente con el Parque Nacional Natural Sierra Nevada de Santa Marta.

El SDERM-CGSM destaca por su biodiversidad, con 242 especies de invertebrados, 165 especies de peces, 276 especies de aves, 83 especies de mamíferos, 66 especies de reptiles y 24 de anfibios. Este ecosistema no solo es vital por sus recursos pesqueros y ecosistemas forestales, sino también por su importancia para las actividades agropecuarias y las comunidades locales. Sin embargo, diversos estudios han identificado amenazas que ponen en riesgo la sostenibilidad de esta riqueza ambiental.

Con el fin de abordar estos desafíos, el proyecto GEF7-CGSM ha desarrollado un catálogo de soluciones tecnológicas enfocadas en el uso eficiente del recurso hídrico, la conservación de suelos y la protección de la biodiversidad. Este proyecto, diseñado para ejecutarse en un período de cinco años, tiene como objetivos clave mejorar la salud del Sistema Delta Estuarino del Río Magdalena-Ciénaga Grande de Santa Marta, promover prácticas productivas sostenibles y fortalecer la conectividad de los ecosistemas estratégicos. Este catálogo proporciona herramientas prácticas para los productores de café, palma de aceite, arroz, banano o plátano y ganaderos de la región, con el propósito de integrar tecnologías que optimicen el uso de recursos y contribuyan a la conservación de este invaluable patrimonio natural.

## 2. Soluciones tecnológicas para el manejo eficiente del recurso hídrico

### 2.1. Beneficio Ecológico con tanque tina

<p><b>Elaboro:</b> Dirección Ambiental</p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Beneficio Ecológico con Tanque Tina</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Beneficio Ecológico: Conjunto de operaciones realizadas para transformar el café en cereza, en café pergamino seco, conservando la calidad del grano y garantizando un uso eficiente del recurso hídrico y manejo de los subproductos.</p> <p>La solución tecnológica propuesta consiste en:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Despulpado y transporte de la pulpa sin agua, evitando el 74% de la contaminación potencial de los recursos hídricos, por causa de los subproductos del proceso de beneficio, sin afectar el funcionamiento de la máquina despulpadora ni la calidad del producto.</li> <li>2. Racionalizar el agua en el lavado del café, utilizando menos de 5 L.kg-1 de cps, mediante el empleo del tanque tina y la práctica de los cuatro enjuagues.</li> </ol>	

<b>Objetivos de la implementación</b>	Disminuir la presión sobre el recurso hídrico en las cuencas de los municipios de Aracataca y Fundación mediante el uso eficiente del recurso hídrico en el proceso del beneficio.
<b>Materiales y equipos requeridos</b>	Tanque en plástico en polietileno y accesorios en pvc como niples, adaptador macho codo y llave de paso,
<b>Costos</b>	Tanque tina doble de 350 L (700 L) entre \$1.200.000 y \$1.700.000.

**Especificaciones técnicas**

Se deben disponer de dos tanques con capacidad cada uno igual al volumen de café en baba que se produce en la finca durante el día pico, lo que garantiza la capacidad de fermentación y lavado durante las semanas de mayor actividad en el proceso de beneficio. Para estimar el volumen del tanque tina que se necesita en la finca se debe disponer de los datos de la producción anual @ de cps y el porcentaje de café pergamino seco obtenido en el día de mayor producción o conocer la cantidad de café cereza recolectado en el día de máxima producción y aplicar las siguientes fórmulas:

$V_{\text{café en baba}} = 39,9 * P_a * D_p$   
 Donde:  
*P<sub>a</sub>*: producción anual, @ de c.p.s.  
*D<sub>p</sub>*: Día pico, fracción entre 0 y 1  
 39,9 constante (60 x 0,55/0,826)

$V_{\text{café en baba}} = 0,666 * D_{pcc}$   
 Donde:  
 0,666 constante (0,55 / 0,826 )  
*D<sub>pcc</sub>*: Día pico, kg de café cereza

Lo ideal es que cada tanque cuente con un volumen libre equivalente al 30% de la capacidad total del mismo.

**Diagrama de flujo/diagrama de procesos**





<b>Proveedores</b>			
Rotoplast, Col Empaques, Polinter, j gallo, JM EStrada, Fimar			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Consumo de agua	Despulpado y lavado de café	Disminución de recurso hídrico	Despulpado sin agua, uso eficiente del agua en el proceso de beneficio.
Consumo de Energía	Despulpado y suso de motores eléctricos	Disminución de recursos naturales	Uso eficiente de la energía. Inspección y mantenimiento de equipos.
Generación de residuos sólidos y líquidos	Despulpado y lavado de muestras de café	Contaminación de los recursos naturales	Tratamiento del agua residual generada y aprovechamiento de los subproductos.

## 2.2. Beneficio Ecológico con Ecomill® LH 300

<p><b>Elaboro:</b> <b>Dirección Ambiental</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p><b>Beneficio Ecológico con Ecomill® LH 300</b></p>
<p align="center"><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p align="center"><b>Descripción</b></p>	
<p>Beneficio Ecológico: Conjunto de operaciones realizadas para transformar el café en cereza en café pergamino seco, conservando la calidad del grano y garantizando un uso eficiente del recurso hídrico y manejo de los subproductos.</p> <p>La solución tecnológica propuesta consiste en:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Despulpado y transporte de la pulpa sin agua, evitando el 74% de la contaminación potencial de los recursos hídricos, por causa de los subproductos del proceso de beneficio, sin afectar el funcionamiento de la máquina despulpadora ni la calidad del producto.</li> <li>2. Ecomill® LH 300 tecnología propuesta por la FNC para realizar el beneficio de café la cual es más amigable con los recursos naturales. Esta tecnología consiste en una serie de procesos de fermentación natural en tanques cilíndricos que no necesitan agua para el vaciado del café, sistema mecánico de lavado con mínima cantidad de agua (menos de 0,5 L.kg-1 de cps).</li> </ol>	



<b>Objetivos de la implementación</b>	Disminuir la presión sobre el recurso hídrico en los municipios de Aracataca y Fundación mediante el uso eficiente del recurso hídrico en el proceso del beneficio.
<b>Materiales y equipos requeridos</b>	Para tener un beneficiadero ecológico de café con tecnología Ecomill® LH 300 se disponer de los siguientes equipos: 1- Dispositivo Clasificador hidráulico de tolva y tornillo sinfín de 600 kg.h-1 2- Máquina despulpadora con zaranda de 600 kg.h-1 3- Lavador Ecomill® LH 300 con tanque de fermentación 4- Procesadora de pulpa.
<b>Costos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Clasificador Hidráulico de 600 Kg.h-1 [\$10.000.000 - \$12.000.000]</li> <li>- Despulpadora con zaranda de 600 Kg.h-1 [\$5.500.000 - \$6.500.000]</li> <li>- Lavador Ecomill® LH 300 con tanque [\$8.000.000 - \$10.000.000]</li> <li>- Procesadora de pulpa [\$5.000.000 por cada 150@cps al año]</li> </ul>
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<p>Separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín:</p> <p>Este dispositivo consta de una tolva húmeda y una tolva seca que permite dosificar gradualmente el café en la tolva húmeda, un tornillo sinfín de 4 pulgadas de diámetro, el cual debe ser inclinado desde 45 hasta 90 grados, con una longitud que permita la entrega del café a la despulpadora y la recuperación del agua de la tolva húmeda, un sistema de apéndice para atrapar los objetos duros como piedras tornillos y puntillas, además, la entrada de café sobre la tolva húmeda debe ser en la cara opuesta al punto de ingreso de los frutos de café al tornillo sinfín.</p> <p>Máquina despulpadora con zaranda de 600 kg.h-1:</p> <p>Este dispositivo debe ser un módulo que integre la máquina despulpadora y zaranda de clasificación de frutos verdes y secos (pasillas), en el caso de despulpadoras horizontales, el cilindro de la despulpadora debe tener una velocidad de giro entre 180 y 200 rpm, el desempeño de la máquina despulpadora debe cumplir con la norma ICONTEC 2090 para el despulpado la cual especifica que:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Granos mordidos &lt; 0.5%</li> <li>• Granos trillados &lt; 0.5%</li> <li>• Frutos sin despulpar &lt; 1%</li> <li>• Pulpa en el café &lt; 2%</li> <li>• Granos sanos en la pulpa = 0</li> </ul> <p>Lavador Ecomill® LH 300 con tanque de fermentación: El lavador Ecomill® LH 300 debe estar conformado por un motor eléctrico monofásico de 0,25 kW (1/3 hp) (110 VAC o 220 VAC) que transmite el movimiento al rotor, que consta de un eje de acero inoxidable soportado por</p>	



dos rodamientos, con agitadores tipo Colmecano. El lavador debe girar concéntricamente a 300 rpm en el interior de una carcasa generando fuerza centrífuga para expulsar las aguas de lavado a través de sus perforaciones y debe tener un tornillo sinfín como alimentador de café. El agua es suministrada al lavador utilizando una pequeña bomba centrífuga, tipo acuario. El lavador debe estar soportado en una estructura metálica con ruedas para facilitar su manejo y transporte en el beneficiadero.

Por su parte el tanque de fermentación puede ser fabricado en material plástico para alimentos o acero inoxidable 304, en forma de cono truncado invertido con una inclinación de 60 grados que permite la descarga del café por gravedad. Este tanque debe tener una capacidad mínima de 500 Litros, una compuerta con perforaciones para permitir la descarga de los fluidos que se producen durante el proceso de fermentación, según el día pico de la finca se pueden utilizar dos o más tanques para almacenar la cantidad de café producido.

Procesadora de pulpa:

Sistema que permite obtener abono orgánico a partir de la pulpa y las mieles de lavado del Ecomill® LH 300. Se deben mezclar las aguas de lavado con la pulpa realizando volteos cada 15 días para lograr el control del 100% de la contaminación.

La procesadora de pulpa es una construcción tipo cajón con paredes de 1 metro de altura por sus cuatro lados, con cubierta para evitar el ingreso de agua de lluvia a la pulpa. Esta construcción puede hacerse en mampostería (ladrillo y cemento), en guadua, o en perfilería metálica, tanto la parte estructural donde se deposita la pulpa como el soporte para la cubierta. La cubierta debe ser en teja de Zinc, el suelo o piso debe ser en cemento cubierto con geomembrana y una cama de guadua, con una inclinación del 2% y canales para recolección de lixiviados que deben ser conducidos a un tanque plástico, el cuál debe contar con un sistema de bombeo para recirculación de lixiviados, logrando así un control del 100% de la contaminación. El volumen de la procesadora de pulpa depende de la producción de la finca así:

$$Vt = \frac{@CPSaño}{13,6} \quad \text{Donde: } Vt = \text{Volumen total de la procesadora de pulpa.}$$

De tal manera que, suponiendo una altura de 1 metro de capacidad de la pulpa, el área total de la procesadora de pulpa corresponde a la misma ecuación

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos



### Proveedores

- Makinext (<https://www.makinext.com/>)
- Agrometálicas Gallego S.A.S (<https://www.hechoenrisaralda.com/en/empresas-hechoenrisaralda/agroindustrias-gallego-sas>)
- Inversiones Jotagallo S.A (<https://jotagallo.com/>)
- Industrias Fimar (<http://www.fimar.co/>)
- J.M Estrada S.A (<https://www.jmestrada.com/>)
- Proinduhuila (<https://ivandcl.wixsite.com/proinduhuila>)
- Tecnimag (<https://tecnimag.jimdo.com/>)
- Proingeniería SAS (<https://proingenieriasa.com/>)
- Cáceres Soldaduras y Montajes ([https://ensserio.com.co/business/308431\\_caceres-soldaduras-y-montajes](https://ensserio.com.co/business/308431_caceres-soldaduras-y-montajes))
- Inmecol
- Agroindustria e Ingeniería de Proyectos GAMS S.A.S (<https://empresite.eleconomistaamerica.co/AGROINDUSTRIA-INGENIERIA-PROYECTOS-GAMS-SAS.html>)

### Identificación de aspectos e impactos ambientales

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Consumo de agua	Despulpado y lavado de café	Disminución de recurso hídrico	Despulpado sin agua, uso eficiente del agua en el proceso de beneficio.
Consumo de Energía	Despulpado y uso de motores eléctricos	Disminución de recursos naturales	Uso eficiente de la energía. Inspección y mantenimiento de equipos.
Generación de residuos sólidos y líquidos	Despulpado y lavado de muestras de café	Contaminación de los recursos naturales	Tratamiento del agua residual generada y aprovechamiento de los subproductos.

### 2.3. Filtros Verdes

<p><b>Elaboro:</b> <b>Dirección Ambiental</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Filtros Verdes</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Los filtros verdes con cero descargas son un sistema de tratamiento natural del agua, del tipo de aplicación al suelo, de baja carga, que se basan en la aplicación controlada del agua residual del café pre-tratada a un cultivo herbáceo, y que aprovecha la capacidad autodepuradora del suelo y la captación de nutrientes y la capacidad de evapotranspiración por parte de la vegetación. Los filtros verdes con cero descargas se caracterizan por tener los siguientes componentes: 1. Una trampa de pulpa para evitar el ingreso de pulpa y de material sólido a la unidad de tratamiento primario, que ocasionen taponamiento en la tubería de conducción, 2. Una unidad para el tratamiento primario con el objetivo de eliminar una parte del material particulado presente en las aguas residuales, con el fin de disminuir el valor de la carga orgánica aplicada al área con vegetación y favorecer el manejo del agua residual para la aplicación como riego, 3. Una unidad de aplicación del agua pre-tratada, a la cual llegan las aguas provenientes del tratamiento</p>	



primario y las aguas que no quedan retenidas o evapotranspiración en el área de cultivo, con el fin de eliminar material en suspensión aún presente que puedan taponar la tubería de riego y realizar la dosificación a caudal constante sobre el área cultivada del filtro verde, 4. Un área para el desarrollo de la vegetación, la cual debe estar impermeabilizada con geomembrana y sembrada con pasto vetiver al cuadro cada 30 cm y cuyo objetivo es retener y evapotranspira el agua residual a través de procesos físicos y biológicos, 5. Una cobertura plástica, tipo invernadero, para impedir el ingreso del agua lluvia y favorecer los procesos de evapotranspiración del agua residual, 6. Un sistema de aplicación del agua residual, levantado 25 cm del suelo, constituido por 4 líneas de tubería de ½ pulgada y con orificios de 3/32 de pulgada separados cada 10 cm y cuyo objetivo es distribuir uniformemente el agua residual en el área cultivada del filtro verde, 7. Una unidad de recolección de drenados para recibir el agua no retenida ni evapotranspirada proveniente del área cultivada y que deberá ser conducida hasta la unidad de aplicación para ser incorporada al área cultivada hasta agotamiento total, 8. Una serie de aireadores para facilitar los procesos de evapotranspiración constituidos por tubos de aireación elaborados en tubería PVC-S de 1½”, enterrados 60 cm, con perforaciones de 5/16”, cubiertos con polisombra, el área enterrada, a una distancia de 1,25 m de cada orilla y separados entre sí, a lo largo del filtro verde, cada 3 m y que sobresalgan del suelo 90 cm (altura total del aireador 1,50 m).

Las principales actividades de mantenimiento de los filtros verdes están relacionadas con el corte periódico del pasto vetiver a 50 cm del nivel del suelo, la limpieza de la tubería de riego, la disposición de los lodos generados en las unidades de tratamiento y aplicación y la limpieza de la cobertura plástica.

<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Los principales objetivos de los filtros verdes con cero descargas son evitar la contaminación de los recursos naturales suelo, agua, aire y eliminar los costos legales ambientales asociados con la generación de vertimientos como son: solicitud de permiso de vertimientos, pago por la visita de la autoridad ambiental, pago por la realización del muestreo del vertimiento, pago por la caracterización del vertimiento y pago de la tasa retributiva, que en el mejor de los casos representan un gasto de 3 millones COP/año para los generadores del vertimiento.</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<p>Geomembrana o telas impermeabilizantes, tubería pvc presión, sanitaria, agua-lluvia de diferentes diámetros, accesorios pvc, cubiertas plásticas, estructuras para el montaje de la cubierta plástica, pasto vetiver, tanques en polietileno de diferentes tamaños.</p>
<p><b>Costos</b></p>	<p>Dependiendo de los materiales utilizados el costo por m2 de tecnología varía entre \$ 500.000 y \$ 1.000.000, incluyendo la mano de obra.</p>



### Especificaciones técnicas

La trampa de pulpa debe ser un tanque de polietileno de mínimo 150 L de volumen, el volumen de la unidad de tratamiento primario debe ser el doble del volumen de agua generado en el día pico, el volumen de la unidad de aplicación debe ser igual al volumen de agua generado en el día pico, el valor del área de siembra en m<sup>2</sup> se encuentra dividiendo el volumen de agua generada en el día pico entre 24, los tubos de aireación deben ser de 1,5m y ubicados cada 3 m en el área de siembra, la altura del techo debe ser cercana a los 2 m, se recomiendan 4 líneas de riego levantadas 25 cm del suelo, el volumen de la unidad de recolección de drenados debe ser igual al volumen de agua generado en el día pico

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos

1. Seleccionar los predios caficultores que se encuentren cerca de las fuentes de agua en la SNSM.
1. Calcular el volumen de agua residual de café generada en el día pico.
2. Dimensionar e instalar la trampa de pulpa.
3. Dimensionar e instalar la unidad de tratamiento primario.
4. Dimensionar e instalar la unidad de aplicación del agua pretratada.
5. Dimensionar el área de aplicación y de siembra del material vegetal.
6. Realizar la impermeabilización y cobertura del área de aplicación y siembra.
7. Sembrar el material vegetal.
8. Instalar la unidad de riego
9. Instalar la tubería de aireación.
10. Dimensionar e instalar la unidad de recolección de drenados.
11. Instalar el sistema de bombeo desde la unidad de recolección de drenados hasta la unidad de aplicación del agua pretratada.

### Proveedores

Caficultores y empresas nacionales que fabrican tanques en polietileno, coberturas plásticas y filtros verdes modulares

### Identificación de aspectos e impactos ambientales

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Consumo de agua	Beneficio de café	Contaminación de recursos naturales	Filtros verdes con cero descargas

## 2.4. Cosecha de agua

<p><b>Elaboro:</b> <b>Dirección Ambiental</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Cosecha de agua</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Como técnica de captación y aprovechamiento de agua de lluvia (cosecha) se entiende la práctica (obra o procedimiento técnico) capaz de, individualmente o combinadas con otras, aumentar la disponibilidad de agua en la vivienda o en la finca, para uso doméstico, animal o agrícola. Por lo general, son construcciones con manejo de obras hidráulicas que permiten captar, derivar, conducir, almacenar y/o distribuir el agua de lluvia. La cosecha de agua de techos de vivienda y otras estructuras impermeables es la modalidad más conocida y difundida de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Consiste en captar la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas y establos, patios de tierra batida, superficies rocosas, hormigón, mampostería o plástico. La captación de agua de techos es la que permite obtener el agua de mejor calidad para consumo doméstico.</p> <p>Los techos, por su condición impermeable, producen un volumen de escorrentía cercano al volumen de lluvia. El hecho de que estén en posición elevada e inclinada facilita la captación y almacenamiento del agua. Canaletas colocadas en la parte inferior del plano inclinado recogen la escorrentía del techo y, por una tubería, la conducen hacia la estructura de almacenamiento, generalmente estanques o cisternas, de donde el agua es retirada para su utilización.</p>	



Si se requiere incrementar el área de captación se pueden instalar superficies impermeables inclinadas, a cielo abierto, que descansan sobre estructuras en madera o metal con configuración a dos aguas.

Con la cosecha, almacenamiento y tratamiento del agua de lluvia realizada en las temporadas lluviosas se logra satisfacer las necesidades hídricas de la finca cafetera promedio para el consumo humano, doméstico, de beneficio de café y riego de cafetales en etapa de levante, durante al menos un período de tiempo de 90 días.

<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Diseñar y construir sistemas para la cosecha, almacenamiento, tratamiento y uso del agua de lluvia para consumo humano, actividades domésticas, beneficio de café y riego de cafetales en etapa de levante, en las fincas cafeteras.</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<p>Geomembrana o telas impermeabilizantes, tubería pvc presión, sanitaria, agua-lluvia de diferentes diámetros, accesorios pvc, tanques en polietileno de diferentes tamaños</p>
<p><b>Costos</b></p>	<p>El m3 varía según el tamaño y los materiales de los tanques entre \$ 150.000 y \$ 600.000</p>

**Especificaciones técnicas**

Como técnica de captación y aprovechamiento de agua de lluvia (cosecha) se entiende la práctica (obra o procedimiento técnico) capaz de, individualmente o combinadas con otras, aumentar la disponibilidad de agua en la vivienda o en la finca, para uso doméstico, animal o agrícola. Por lo general, son construcciones con manejo de obras hidráulicas que permiten captar, derivar, conducir, almacenar y/o distribuir el agua de lluvia. La cosecha de agua de techos de vivienda y otras estructuras impermeables es la modalidad más conocida y difundida de captación y aprovechamiento de agua de lluvia. Consiste en captar la escorrentía producida en superficies impermeables o poco permeables, tales como techos de viviendas y establos, patios de tierra batida, superficies rocosas, hormigón, mampostería o plástico. La captación de agua de techos es la que permite obtener el agua de mejor calidad para consumo doméstico. Los techos, por su condición impermeable, producen un volumen de escorrentía cercano al volumen de lluvia. El hecho de que estén en posición elevada e inclinada facilita la captación y almacenamiento del agua. Canaletas colocadas en la parte inferior del plano inclinado recogen la escorrentía del techo y, por una tubería, la conducen hacia la estructura de almacenamiento, generalmente estanques o cisternas, de donde el agua es retirada para su utilización. Si se requiere incrementar el área de captación se pueden instalar superficies impermeables inclinadas, a cielo abierto, que descansan sobre estructuras en madera o metal con configuración a dos aguas.

Con la cosecha, almacenamiento y tratamiento del agua de lluvia realizada en las temporadas lluviosas se logra satisfacer las necesidades hídricas de la finca cafetera promedio para el consumo humano, doméstico, de beneficio de café y riego de cafetales en etapa de levante, durante al menos un período de tiempo de 90 días



El número de bajantes dependerá del tamaño del área de capacitación.

La capacidad requerida para el interceptor de primeras aguas de lluvia es de 1 L por cada m<sup>2</sup> de área de captación

El tanque de almacenamiento debe ser construido o instalado cerca de la vivienda (puede ser en polietileno o en mampostería de piedra, ladrillo o concreto, enterrado o semienterrado) para almacenar el volumen de agua diseñado para la época de sequía. El tanque debe ser cerrado, con tubería de ventilación de máximo 1” y tapa pesada para ser retirada solamente para fines de mantenimiento por personas adultas.

El tanque de reserva debe ser construido o colocado en la cumbre del techo de la vivienda o sobre una estructura de mampostería adosada a la vivienda o a un lado de ésta, con una altura superior a dos metros

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos

1. Estimar la cantidad de lluvia.
2. que puede ser cosechada durante los períodos lluviosos
3. Calcular el área necesaria de captación del agua de lluvia
4. Disponer de techos en buenas condiciones, ya que estos son la superficie a través de la cual se recolecta el agua. El techo debe estar en buen estado, libre de óxidos o cualquier otro material que sea contaminante.
5. Determinar el número de canaletas y las bajantes de aguas lluvias (que dependen del número de vertientes que tenga el techo).
6. Implementar un sistema de tratamiento físico (rejas, sedimentación y filtrado), a través de una trampa de sólidos, un interceptor de primeras aguas de lluvia y un filtro de arena.
7. Instalar el tanque de almacenamiento
8. Realizar un tratamiento según el uso del recurso (si se requiere)
9. Instalar un tanque de reserva para consumo diario con una capacidad mínima de 200 litros para atender las necesidades domésticas.
10. Realizar la Instalación hidráulica interna de media pulgada de diámetro para suministrar agua desde el tanque domiciliario al interior de la vivienda.
11. Instalar una bomba manual o eléctrica para elevar el agua del tanque de almacenamiento al tanque domiciliario.

### Proveedores

Caficultores y empresas nacionales que fabrican tanques en polietileno y tanques modulares para la cosecha de agua

### Identificación de aspectos e impactos ambientales

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Consumo de agua	Actividades domésticas y agrícolas	Disminución de disponibilidad en fuentes superficiales	Cosecha de agua

## 2.5. Beneficiaderos Comunitarios/ Centrales de Beneficio

<p><b>Elaboro:</b> <b>Dirección Ambiental</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p><b>Beneficiaderos Comunitarios/ Centrales de Beneficio</b></p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Planta de beneficio ecológico de café que es compartida por varios caficultores con el fin de procesar el café de cada uno de ellos. Puede trabajarse principalmente en dos modelos de negocio que son: individual y conjunto, es indispensable el uso de la tecnología CERPER para pactar el precio por el café cereza comprado en la central.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Disminuir la presión y la contaminación sobre el recurso hídrico en los municipios de Aracataca y Fundación mediante el uso eficiente del recurso hídrico y el manejo de los subproductos en el proceso del beneficio. Fortalecer y promover la asociatividad en los municipios de Atacama y Fundación.</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<p>Un beneficiadero comunitario o central de beneficio sostenible con capacidad para beneficiar una producción entre 400 y 800 arrobas de café pergamino seco por año, debe estar conformado por todos los equipos de beneficio ecológico listados a continuación los cuales ya fueron descritos en este documento:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1- Clasificador hidráulico de tolva y tornillo sinfín de 600 kg.h-1.</li> <li>2- Máquina despulpadora con zaranda de 600 kg.h-1.</li> </ol>

	<p>3- Lavador Ecomill® LH 300 con tanque de fermentación.          4- Secador mecánico de café con capacidad entre 10 y 20 @cps.          5- Procesadora de pulpa.          6- Sistema de recolección de aguas de lluvia.          7- Filtro verde para la evapotranspiración de las aguas de lavado de pisos y equipos.          8- Sistema de suministro de energía eléctrica a partir de paneles solares.          9- Tecnología CERPER para determinar el precio de compra del café cereza</p>
<b>Costos</b>	<p>1- Clasificador Hidráulico de 600 Kg.h-1 [\$10.000.000 - \$12.000.000]          2- Despulpadora con zaranda de 600 Kg.h-1 [\$5.500.000 - \$6.500.000]          3- Lavador Ecomill® LH 300 con tanque [\$8.000.000 - \$10.000.000]          4 - Secador mecánico gas [\$4.400.000 - \$9.200.000] ó con Cisco [\$8.200.000 - \$17.000.000]          5- Procesadora de pulpa [\$5.000.000 por cada 150@cps al año]          6- Sistema de recolección de aguas de lluvia [\$150.000 - \$600.000] por cada m3          7- Filtro Verde [\$500.000 - \$1.000.000] por cada m2 de filtro verde          8- Sistema de suministro de energía eléctrica a partir de paneles solares [\$6.000.000 - \$7.000.000] por cada kW de potencia instalado          9- Tecnología CERPER para determinar el precio de compra del café cereza [\$9.000.000 - \$11.000.000]</p>
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<p><b>1- Separador hidráulico de tolva y tornillo sinfín:</b></p> <p>Este dispositivo consta de una tolva húmeda y una tolva seca que permite dosificar gradualmente el café en la tolva húmeda, un tornillo sinfín de 4 pulgadas de diámetro, el cual debe ser inclinado desde 45 hasta 90 grados, con una longitud que permita la entrega del café a la despulpadora y la recuperación del agua de la tolva húmeda, un sistema de apéndice para atrapar los objetos duros como piedras tornillos y puntillas, además, la entrada de café sobre la tolva húmeda debe ser en la cara opuesta al punto de ingreso de los frutos de café al tornillo sinfín.</p> <p><b>2- Máquina despulpadora con zaranda de 600 kg.h-1:</b></p> <p>Este dispositivo debe ser un módulo que integre la máquina despulpadora y zaranda de clasificación de frutos verdes y secos (pasillas), en el caso de despulpadoras horizontales, el cilindro de la despulpadora debe tener una velocidad de giro entre 180 y 200 rpm, el</p>	



desempeño de la máquina despulpadora debe cumplir con la norma ICONTEC 2090 para el despulpado la cual especifica que:

- **Granos mordidos < 0.5%**
- **Granos trillados < 0.5%**
- **Frutos sin despulpar < 1%**
- **Pulpa en el café < 2%**
- **Granos sanos en la pulpa = 0**

### **3- Lavador Ecomill® LH 300 con tanque de fermentación:**

El lavador Ecomill® LH 300 debe estar conformado por un motor eléctrico monofásico de 0,25 kW (1/3 hp) (110 VAC o 220 VAC) que transmite el movimiento al rotor, que consta de un eje de acero inoxidable soportado por dos rodamientos, con agitadores tipo Colmecano. El lavador debe girar concéntricamente a 300 rpm en el interior de una carcasa generando fuerza centrífuga para expulsar las aguas de lavado a través de sus perforaciones y debe tener un tornillo sinfín como alimentador de café. El agua es suministrada al lavador utilizando una pequeña bomba centrífuga, tipo acuario. El lavador debe estar soportado en una estructura metálica con ruedas para facilitar su manejo y transporte en el beneficiadero.

Por su parte el tanque de fermentación puede ser fabricado en material plástico para alimentos o acero inoxidable 304, en forma de cono truncado invertido con una inclinación de 60 grados que permite la descarga del café por gravedad. Este tanque debe tener una capacidad mínima de 500 Litros, una compuerta con perforaciones para permitir la descarga de los fluidos que se producen durante el proceso de fermentación, según el día pico de la finca se pueden utilizar dos o más tanques para almacenar la cantidad de café producido.

### **4- Secador mecánico de café.**

El secador mecánico para café debe tener una capacidad de secado entre [10 - 20] @ CPS, el secador debe tener un sistema para control de temperatura donde la temperatura máxima de secado sea de 50°C, la unidad de calor del secador puede ser a partir de gas natural en el caso de combustión directa o a través de cisco (cascarilla) de café a través de un intercambiador de calor, el secador debe tener una cámara plenum mínima de 25 cm y el caudal del aire debe ser razón de 0.1 m<sup>3</sup>.min<sup>-1</sup>.kg<sup>-1</sup> CPS.

### **5- Procesadora de pulpa:**

Sistema que permite obtener abono orgánico a partir de la pulpa y las mieles de lavado del Ecomill® LH 300. Se deben mezclar las aguas de lavado con la pulpa realizando volteos cada 15 días para lograr el control del 100% de la contaminación.

La procesadora de pulpa es una construcción tipo cajón con paredes de 1 metro de altura por sus cuatro lados, con cubierta para evitar el ingreso de agua de lluvia a la pulpa. Esta construcción puede hacerse en mampostería (ladrillo y cemento), en guadua, o en perfiles metálica, tanto la parte estructural donde se deposita la pulpa como el soporte para la



cubierta. La cubierta debe ser en teja de Zinc, el suelo o piso debe ser en cemento cubierto con geomembrana y una cama de guadua, con una inclinación del 2% y canales para recolección de lixiviados que deben ser conducidos a un tanque plástico, el cuál debe contar con un sistema de bombeo para recirculación de lixiviados, logrando así un control del 100% de la contaminación. El volumen de la procesadora de pulpa depende de la producción de la finca así:

$$V_t = \frac{@CPSaño}{13,6}$$

Donde:

V<sub>t</sub> = Volumen total de la procesadora de pulpa.

De tal manera que suponiendo una altura de 1 metro de capacidad de la pulpa, el área total de la procesadora de pulpa corresponde a la misma ecuación.

### **6- Sistema de recolección de aguas de lluvia:**

El número de bajantes dependerá del tamaño del área de capacitación.

La capacidad requerida para el interceptor de primeras aguas de lluvia es de 1 L por cada m<sup>2</sup> de área de captación

El tanque de almacenamiento debe ser construido o instalado cerca de la vivienda (puede ser en polietileno o en mampostería de piedra, ladrillo o concreto, enterrado o semienterrado) para almacenar el volumen de agua diseñado para la época de sequía. El tanque debe ser cerrado, con tubería de ventilación de máximo 1" y tapa pesada para ser retirada solamente para fines de mantenimiento por personas adultas.

El tanque de reserva debe ser construido o colocado en la cumbrera del techo de la vivienda o sobre una estructura de mampostería adosada a la vivienda o a un lado de ésta, con una altura superior a dos metros.

### **7- Filtro verde**

Sistema para el tratamiento de las aguas de lavado de pisos y equipos del beneficiadero comunitario sostenible el cual permite cero descargas a través de la evapotranspiración.

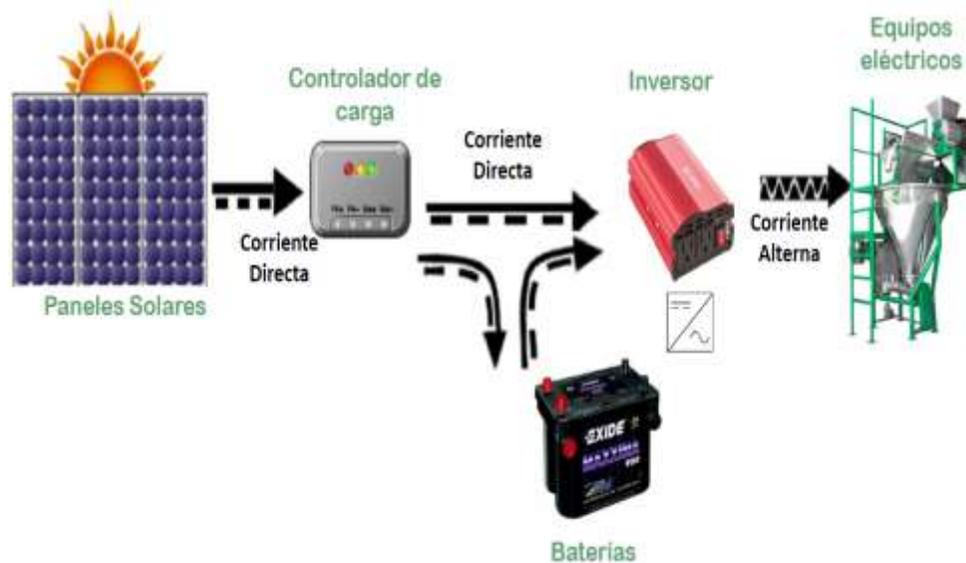
La trampa de pulpa debe ser un tanque de polietileno de mínimo 150 L de volumen, el volumen de la unidad de tratamiento primario debe ser el doble del volumen de agua generado en el día pico, el volumen de la unidad de aplicación debe ser igual al volumen de agua generado en el día pico, el valor del área de siembra en m<sup>2</sup> se encuentra dividiendo el volumen de agua generada en el día pico entre 24, los tubos de aireación deben ser de 1,5m y ubicados cada 3 m en el área de siembra, la altura del techo debe ser cercana a los 2 m, se recomiendan 4 líneas de riego levantadas 25 cm del suelo, el volumen de la unidad de recolección de drenados debe ser igual al volumen de agua generado en el día pico

## 8- Sistema de suministro de energía eléctrica a partir de paneles solares

El sistema para la generación de energía a partir de paneles solares debe estar compuesto por:

- Paneles solares
- Controlador de Carga
- Inversor de voltaje monofásico a 110/220 VAC
- Baterías
- Tablero de distribución
- Sistema de transferencia manual
- Circuito ramales

Este sistema debe tener la posibilidad de generar energía monofásica a 110/220 VAC, para un beneficiadero de entre 400 y 800@ cps por año, debe ser de 4 a 6 kW de potencia instalada con la capacidad de generar y almacenar la energía suficiente para mover todos los equipos del beneficio incluido el secador de café, este sistema debe cumplir con la norma RETIE (Reglamento Técnico de Instalaciones Eléctricas), Adicionalmente este sistema debe tener un tablero de distribución eléctrica que permita alimentar eléctricamente cada uno de los motores que hacen parte del proceso de beneficio ecológico de café con energía solar o con energía proveniente del operador de red, de tal manera que se asegure el funcionamiento del beneficiadero incluso en condiciones de fenómeno de la niña prolongadas.



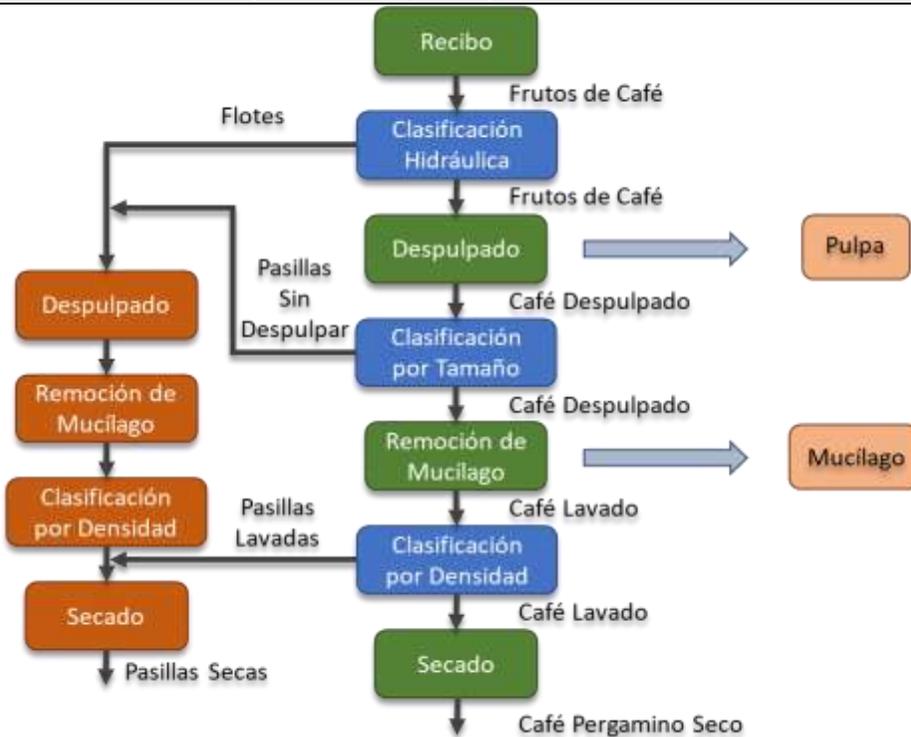
## 9- Tecnología CERPER para determinar el precio de compra del café cereza:

Sistema para la determinación del precio de compra de los frutos de café en el beneficiadero comunitario sostenible el cual consta de sistema mecánico de despulpado y lavado de muestras de 1 kg de frutos de café y un software que se puede instalar en cualquier dispositivo Windows en el cual según el análisis físico de la muestra de café lavado se calcula el precio de compra de los frutos de café cereza.

# Aplicativo CERPER-2



## Diagrama de flujo/diagrama de procesos





**Proveedores**

- Makinext (<https://www.makinext.com/>)
- Agrometálicas Gallego S.A.S (<https://www.hechoenrisaralda.com/en/empresas-hechoenrisaralda/agroindustrias-gallego-sas>)
- Inversiones Jotagallo S.A (<https://jotagallo.com/>)
- Industrias Fimar (<http://www.fimar.co/>)
- J.M Estrada S.A (<https://www.jmestrada.com/>)
- ProinduHuila (<https://ivandcl.wixsite.com/proinduhuila>)
- Tecnimag (<https://tecnimag.jimdofree.com/>)
- Proingeniería SAS (<https://proingenieriasa.com/>)
- Cáceres Soldaduras y Montajes ([https://ensserio.com.co/business/308431\\_caceres-soldaduras-y-montajes](https://ensserio.com.co/business/308431_caceres-soldaduras-y-montajes))
- Inmecol
- Agroindustria e Ingeniería de Proyectos GAMS S.A.S (<https://empresite.eleconomistaamerica.co/AGROINDUSTRIA-INGENIERIA-PROYECTOS-GAMS-SAS.html>)
- Conelectrica (<https://conelectrica.com/>)
- Univergy (<https://univergysolar.com/>)
- Ecoenergy (<https://erco.energy/co>)

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Consumo de agua	Despulpado y lavado de café	Disminución de recurso hídrico	Despulpado sin agua, uso eficiente del agua en el proceso de beneficio.
Consumo de Energía	Despulpado y uso de motores eléctricos	Disminución de recursos naturales	Uso eficiente de la energía. Inspección y mantenimiento de equipos.
Generación de residuos sólidos y líquidos	Despulpado y lavado de muestras de café	Contaminación de los recursos naturales	Tratamiento del agua residual generada y aprovechamiento de los subproductos.

## 2.6. Balance hídrico para la programación de riego en el cultivo

<p><b>Elaboro:</b> Dirección Ambiental</p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Balance hídrico para la programación de riego en el cultivo</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>El balance hídrico (BH) es una herramienta que consiste en contabilizar las diferentes entradas (precipitación, riego) y salidas de agua (evapotranspiración, escorrentía, percolación profunda) en un volumen de control (zona de raíces de los cultivos) a través del tiempo. Así permite determinar los posibles excesos o déficits de humedad en el suelo y cuando se requieren riegos adicionales o ajustes en el sistema de drenaje</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Contribuir con el uso eficiente del agua en el agroecosistema del cultivo de la palma de aceite mediante el uso del balance hídrico para la definición de cuándo y cuánto regar</p> <p>Promover el manejo adecuado del riego en el cultivo de la palma de aceite, mediante el cálculo de los requerimientos de riego según las condiciones de cada plantación (suelo, agua, planta, clima)</p> <p>Facilitar la administración del agua dentro de los predios mediante el uso de la herramienta de balance hídrico generada por Cenipalma para el cultivo de palma de aceite</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 50 análisis de curvas características de retención de humedad del suelo (6 muestras de suelo por plantación a dos profundidades y 5 puntos de tensión ( ), para un total de 30 análisis en laboratorio)</li> </ul>

	<ul style="list-style-type: none"> <li>• 20 muestras de suelos para análisis físico de suelos (4 por cada plantación para la determinación textura, densidad aparente e infiltración del suelo a dos profundidades).</li> <li>• 5 pluviómetros para el registro de la precipitación (uno por plantación)</li> <li>• 5 tanques cenirrómetros para el registro de evaporación (dos por plantación a dos profundidades)</li> <li>• 6 tensiómetros para el seguimiento directo de la humedad del suelo en las parcelas demostrativas</li> <li>• 15 pozos de observación de nivel freático (3 pozos por plantación)</li> </ul>
<b>Costos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Curvas características de retención de humedad: \$3.000.000</li> <li>• Análisis físico de suelos: \$3.000.000</li> <li>• Pluviómetros + instalación: \$1.000.000</li> <li>• Tanques cenirrómetro + construcción+ instalación: \$ 1.000.000</li> <li>• Pozos de observación + construcción + instalación: \$1.500.000</li> <li>• Tensiómetros sólo parcelas demostrativas: \$ 6.300.000</li> </ul>
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<p>Para la determinación de las necesidades de riego y drenaje mediante el método de balance hídrico se debe tener en cuenta parámetros del cultivo, del suelo, de los sistemas de riego con que cuentan las plantaciones y del clima. En la tabla, se detallan cada uno de los componentes ubicados según correspondan a las entradas y salidas de agua en el sistema suelo-agua-planta-atmósfera y en los cuales se tomarán de cada una de las plantaciones seleccionadas para el ajuste del balance hídrico desarrollado por Cenipalma.</p> <p><b>Ecuación del balance hídrico:</b></p> $(I + P) - (ET + D + R) = \pm \Delta S$ <p>Donde:</p> <p><math>\Delta S</math>: cambio en la humedad del suelo (mm)</p> <p>I: riego (mm)</p> <p>P: precipitación (mm)</p>	

Et: Evapotranspiración actual (mm)  
 D: drenaje medido a una profundidad de 100 cm (mm)  
 R: escorrentía superficial (mm)

Tabla 1. Parámetros para la hoja de cálculo de balance hídrico

DATOS	ENTRADAS	SALIDAS
<b>Climáticos</b>	Precipitación (diarios) Temperatura (media, máx, mín) Humedad relativa Radiación solar Velocidad del viento Evaporación tanque clase A y Cenirrómetro	Evapotranspiración de referencia (ET <sub>o</sub> )  Precipitación efectiva  LARA  Requerimiento hídrico del cultivo
<b>Cultivo</b>	Descripción del cultivo Edad del cultivo	Requerimientos de riego (Tiempo y lámina de riego)
<b>Suelo</b>	Textura del suelo Humedad a CC (%) Humedad a PMP (%) Humedad del suelo	Calendario de riego  Estimación de déficit y excesos de humedad
<b>Sistema de riego</b>	Tipo de sistema de riego (descripción) Eficiencia	

Para la determinación del requerimiento hídrico del cultivo, se utilizará la ecuación propuesta por FAO, 2006, que es  $ET_c = K_c \cdot ET_o$ . Para la estimación del coeficiente del cultivo ( $K_c$ ), dependiendo la edad del cultivo en cada plantación se seleccionarán los valores determinados en investigación por Cenipalma. Por su parte, la  $ET_o$  se determinará mediante el uso del Cenirrómetro, usando la ecuación  $ET_o = [0.91 \cdot K] \cdot T \cdot EV$ , donde 0.91 es el factor de corrección para evaporación y  $K$  el coeficiente del tanque estimado para condiciones de la zona norte.

Para la precipitación efectiva, se debe realizar los registros en cada evento de precipitación en los pluviómetros instalados en campo. En la hoja de cálculo de BH propuesto por Cenipalma se usa el método del Servicio de Conservación de Suelos de los Estados Unidos (USDA por sus siglas en inglés) pues tiene en cuenta la condición hidrológica de los suelos, la calidad de cobertura en el área de los cultivos, la pendiente y permite hacer corrección

teniendo en cuenta la humedad antecedente y, por lo tanto, hay una mejor aproximación que dejar un porcentaje fijo.

Por otra parte, con la caracterización física de los suelos se determinará el agua aprovechable y rápidamente aprovechable para cada plantación, con este parámetro y la ETc, se determinará la frecuencia de riego para cada plantación y se incluirá dentro de la descripción de cada unidad de manejo de riego definida dentro del balance hídrico.

Se debe realizar un diagnóstico del sistema de riego de la plantación, para la definición de estrategias de mejora y su eficiencia que se incluye para la determinación de las láminas de riego aplicadas.

Una vez se finalice el registro de las variables requeridas para el cálculo de balance hídrico es necesario realizar capacitaciones al personal técnico de cada plantación que estará encargados de llevar el balance hídrico para el manejo del riego del cultivo

**Diagrama de flujo/diagrama de procesos**



**Proveedores**

Laboratorio de física de suelos del Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT)  
 Laboratorio de suelos y foliares de Cenipalma (Tecnopalma)

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Sostenibilidad del recurso hídrico	Administración del riego	Uso eficiente del agua	Generación del BH según las condiciones de cada plantación

## 2.7. Cosecha y almacenamiento de agua lluvia mediante la construcción de reservorios

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Cosecha y almacenamiento de agua lluvia mediante la construcción de reservorios</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Los reservorios excavados son un depósito o una estructura de tierra que puede ser o no impermeabilizada que capta agua de lluvia directa y de escorrentía en un lugar determinado de la finca. Para el proyecto se proponen reservorios con una dimensión de 30 m de diámetro y 2,5 m de profundidad, lo que equivale a un volumen de 1.767 m<sup>3</sup> de agua almacenada.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Cosechar y almacenar agua de lluvias para suplir de agua las actividades agrícolas y/o pecuarias de la finca.</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geomembrana calibre 30 mm para recubrir el reservorio en suelos con textura franca o arenosa con el objetivo de evitar la infiltración de agua.</li> <li>• 12 horas aproximadas de trabajo de retroexcavadora Cat. 322C (Retroexcavadora de oruga).</li> <li>• Transporte de la retroexcavadora, materiales y equipos.</li> <li>• Equipo de termofusión (soldadura) para unir las láminas de la geomembrana que cubrirá el fondo del reservorio.</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>USD: 4.745 (incluye la excavación y el suministro e instalación de la geomembrana).</p>

### Especificaciones técnicas

- Considerar y ubicarlo en la parte más elevada de la finca para que el transporte del agua no requiera bombeo y pueda llegar a cualquier lugar de la propiedad.
- La construcción se debe hacer en áreas de la finca que no afecten a la conectividad y biodiversidad.
- La instalación de tuberías o mangueras de drenaje y conducción del agua deberán ser aportadas por el productor como contrapartida.
- Maquinaria para la excavación disponible en la región.
- Geomembrana y equipo de termofusión e instalación no está disponible en la región. Las empresas distribuidoras del material ofrecen el servicio de instalación.
- En el caso de fincas ganaderas, se recomienda cercar el perímetro del área para evitar acceso de los animales, y así evitar accidentes.
- En el proyecto se propone construir los reservorios en los sistemas productivos con agricultura o ganadería.
- Los cálculos de costos se elaboraron para fincas pequeñas, en fincas medianas o grandes se puede calcular multiplicando por la cantidad de unidades a construir.
- Antes de la construcción del reservorio se debe acudir a la autoridad ambiental regional (CORPAMAG) para cumplir con los requisitos legales establecidos para este tipo de intervención en los predios.

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos





<b>Proveedores</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• QUAPRUF S.A. Carrera 70 No. 74 – 84 Conmutador (094 – 4415155 - 4414536 - 4413409 Fax 4417522. Medellín.</li> <li>• Filmtex: Carlos Tchiprout, Gerente de la línea Ingeniería y Arquitectura en Bogotá. Email: ctchiprout@filmtex.com. Teléfono 6449844 extensión 10188.</li> <li>• Shemi Ingeniería S.A.S. Medellín. Correo: info@shemi.co</li> <li>• Geosinc S.A.S. Cota, Cundinamarca. Correo: info@geosinc.com.co</li> </ul>			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Consumo de agua	Actividades domésticas y agrícolas	Disminución de disponibilidad en fuentes superficiales	Cosecha de agua

## 2.8. Sensores para riego

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Sensores para riego</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Los sensores para riego son dispositivos que miden directa o indirectamente la fuerza con la cual el suelo retiene el agua, esta fuerza se denomina como potencial mátrico del suelo. El potencial mátrico del suelo es el resultado de la acción integrada de las fuerzas de adsorción y capilaridad. Esas fuerzas atraen y retienen el agua en el suelo reduciendo su energía potencial por debajo de aquella del agua libre. El potencial mátrico del suelo refleja el estado hídrico del suelo: cuanto más bajo (más negativo) es el valor, mayor es la fuerza con la cual el suelo retiene el agua.</p> <p>La medición del potencial mátrico del suelo o la medición de la humedad mediante el uso de sensores permite definir el momento oportuno para la aplicación del riego con base en criterios de referencia, es decir, a partir del umbral para el riego. Cuando se mide el contenido de humedad se puede determinar el volumen de agua almacenado en el suelo después de un riego o una lluvia; también se puede determinar el consumo de agua del cultivo en un día o una semana. Además, es posible calcular la eficiencia del riego.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Realizar el uso racional del agua en el cultivo de palma africana</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Kit de sensores, que incluye 6 sensores, un dataloger y una antena con panel solar</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>USD: 822 por kit (alcance de hasta 20 ha).</p>

### Especificaciones técnicas

- El kit tiene alcance hasta 20 ha dependiendo del tipo y las condiciones del suelo.
- Los sensores requieren ser calibrados para cada tipo de suelo en donde se vayan a instalar.
- En mediciones manuales es necesario ubicar de cinco a seis puntos de medición por unidad de riego, lo que permite asegurar la validez de las lecturas.
- Para mediciones automáticas se recomienda una estación automática de monitoreo por unidad de riego, en el suelo más representativo.
- Para su uso es necesario conocer los criterios técnicos relacionados con el cultivo y el sistema de monitoreo.
- Requiere personal calificado para su implementación y manejo.

#### Ventajas del uso de sensores de riego

- Permiten mejorar la toma de decisiones tanto en la programación del riego como del drenaje.
- Permiten determinar la disponibilidad de agua en el suelo en un momento determinado, lo cual contribuye con la optimización del uso del agua en el cultivo de la caña de azúcar y ha permitido reducir la aplicación de riegos hasta del 100%.
- Permiten conocer la precipitación efectiva.
- Se puede disponer de información en tiempo real y por lo tanto conocer la dinámica de la disponibilidad de agua en el suelo a lo largo del ciclo del cultivo.
- Monitorear la tensión del agua del suelo (potencial mátrico) ayuda a los agricultores a optimizar la producción, conservar agua, reducir los impactos ambientales y ahorrar dinero.

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos





<b>Proveedores</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Alejandro Putowska. Teléfono: 3007405859</li> </ul>			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Sostenibilidad del recurso hídrico	Administración del riego	Uso eficiente del agua	Generación del BH según las condiciones de cada plantación

## 2.9. Sistema de Recirculación de Agua

<b>Elaboro:</b> <b>Cenibananano-Augura</b>	
<b>Solución tecnológica:</b>	<b>Sistema de Recirculación de Agua</b>
<b>Imagen de referencia</b>	
	
<b>Descripción</b>	
<p>Los sistemas de recirculación de agua proveniente de la planta empacadora se han convertido en una herramienta ideal en materia de ahorro de agua, ya que permite luego del tratamiento de la misma poder reingresar al proceso gran parte del agua. Estos sistemas permiten ahorrar hasta el 90% del volumen total de agua del lavado de fruta.</p>	
<b>Objetivos de la implementación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover el reúso de agua proveniente de la planta empacadora de banano</li> <li>• Disminuir la huella hídrica causada por la actividad bananera</li> <li>• Implementar estrategias de ahorro de agua en las fincas</li> <li>• Evitar el uso excesivo del agua para el lavado de la fruta</li> <li>• Disminuir el impacto sobre la fuente de abastecimiento</li> </ul>
<b>Materiales</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanques para la dilución de sulfato de aluminio</li> <li>• Tanques para la dilución del polímero</li> <li>• Equipo para la determinar cloro y pH</li> <li>• Turbinas de rebombeo</li> <li>• Sulfato de aluminio</li> <li>• polímero (poliacrilamida y/o poliacrilatos)</li> </ul>
<b>Costos</b>	USD: 17.047 por sistema de recirculación
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El sistema de recirculación se compone de dos tanques con capacidad de 250 Lts para la dosificación de Sulfato de Aluminio y otro con un polímero los cuales son dosificados según el caudal del sistema de recirculación, estos ayudan a la coagulación del agua y a la formación de Flog con suficiente peso para ser decantado en el fondo del floculador y sedimentador.</li> <li>• Diseño del sistema de recirculación.</li> <li>• El sistema se compone de un floculador de flujo horizontal, un sedimentador, una alberca de almacenamiento de agua, un lecho de secados de lodos, una zona de</li> </ul>	



- rebombeo de lodos y una zona de rebombeo de agua tratada hacia la planta empacadora.
- Cerramiento con malla eslabonada
  - Cubierta metálica
  - Los cálculos estructurales no serán proporcionados ya que se desconocen las condiciones de suelos y nivel freático.
  - Se debe disponer de un equipo para hacer monitoreo de la concentración del cloro, ya que con este se garantiza la adecuada desinfección del agua.
  - Disponer de un equipo para hacer monitoreo el pH del agua ya que con este se monitorea la concentración del sulfato de aluminio.

**Proveedores**

- <https://www.hannacolombia.com/>
- <https://www.piscinasroymar.com/>
- CI Uniban
- Asociación de Bananeros de Colombia AUGURA

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Sostenibilidad del recurso hídrico	Administración del riego	Uso eficiente del agua	Generación del BH según las condiciones de cada plantación

## 2.10. Acueducto ganadero

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Acueducto ganadero</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>El acueducto ganadero es un sistema que complementa la cosecha de agua en las fincas ganaderas y permite la distribución eficiente de agua a los animales en pastoreo. En las fincas ganaderas se deben cercar las fuentes de agua para evitar el ingreso de los animales, y utilizar el acueducto para ofrecer agua en abrevaderos móviles.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Evita la contaminación de las fuentes de agua de la finca.</li> <li>• Permite la conservación de las fuentes de agua, y el uso eficiente del recurso hídrico en la finca y en la cuenca.</li> <li>• Permite proveer suficiente cantidad de agua permanente, con una calidad admisible de potabilidad a los animales.</li> <li>• Contribuye al bienestar animal</li> </ul>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tanque bebedero móvil de 250 L.</li> <li>• Tanque de almacenamiento de 2000 L.</li> <li>• Manguera de 1 pulg.</li> <li>• Collarín de 1 pulg.</li> <li>• Hidrante 1 pulg.</li> <li>• Filtro de agua 1 pulg.</li> <li>• Tee de 1 pulg.</li> <li>• Tapón terminal</li> <li>• Bayoneta para la conexión del tanque bebedero</li> <li>• Manguera de 1/2 pulg. Uniones rápidas</li> <li>• Llave de paso</li> </ul>

<b>Costos</b>	USD: 249 módulo/ha		
<b>Especificaciones técnicas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• La conducción del agua se hace con manguera de polietileno de una y de media pulgada.</li> <li>• Las mangueras o redes de conducción preferiblemente deben ir enterradas para evitar daños por pisoteo de los animales y por los rayos del sol.</li> <li>• El flotador debe estar oculto o protegido para que el ganado no lo dañe.</li> </ul>			
<b>Diagrama de flujo/diagrama de procesos</b>			
<pre> graph TD     A[Ubicación e instalación tanque de almacenamiento] --&gt; B[Conexión filtro agua]     B --&gt; C[Conexión Manguera 1 pulg]     C --&gt; D[Instalación llave de paso y collarin]     D --&gt; E[Conexión hidrante y manguera]     E --&gt; F[Conexión e instalación bebedero]         </pre>			
<b>Proveedores</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Todos los materiales y equipo requerido se pueden comprar en una ferretería local.</li> </ul>			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Sostenibilidad del recurso hídrico	Administración del riego	Uso eficiente del agua	Instalación de acueductogadero

## 2.11. Sistema de riego por múltiples ventanas (MIRI – Multiple Inler Rice Irrigation)

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Sistema de riego por múltiples ventanas (MIRI – Multiple Inler Rice Irrigation)</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>El sistema de riego MIRI es un sistema de baja presión que permite la conducción y distribución del agua a través de una manguera de polietileno de baja densidad (PBD), permitiendo la descarga del agua al lote sembrado por medio de múltiples compuertas (ventanas) de manera controlada y dirigida. El sistema MIRI reduce las pérdidas por escorrentía, evaporación e infiltración en un 20 y 30%, respectivamente; por lo tanto, aumenta la eficiencia en el uso del agua en un 30 y el 40 % en el cultivo de arroz.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Uso racional del agua en el cultivo del arroz</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Manguera de polietileno de baja densidad (PBD).</li> <li>• Compuertas o válvulas de cortina Bloom Gate</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>USD: 1.157 por kilómetro (incluye manguera de PBD para 1 km y 1 ventana o compuerta cada 10 m de manguera, para un total 100 ventanas por km).</p>
<p><b>Especificaciones técnicas</b></p>	

- Tubo plástico o manguera flexible de polietileno de baja densidad con pared de 300 a 500  $\mu\text{m}$ . Con diámetro de 8 y 10 pulg. La presentación es en rollos de 100 o 150 m de longitud.
- Las compuertas se instalan a una distancia de 6 a 8 m en lotes con pendientes entre 1 y 5% y entre 8 y 10 m en lotes con pendientes menores a 1%.
- Se debe visitar el lote e identificar las entradas y salidas de agua.
- Se debe determinar el caudal del riego para luego establecer el diámetro de la manguera.
- Localizar el trayecto de las líneas de riego en el lote

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos



### Proveedores

- Jhon Jairo Molina Echeverry. Teléfono: 3116110010
- Gregorio Tovar. Teléfono: 3152663784

### Identificación de aspectos e impactos ambientales

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Sostenibilidad del recurso hídrico	Administración del riego	Uso eficiente del agua	Instalación de un sistema de riego más eficiente

### 3. Soluciones tecnológicas para la conservación de los suelos la biodiversidad y protección de fuentes de agua

#### 3.1. Implementación de diseños agroforestales con café

<p><b>Elaboro:</b> Dirección Ambiental</p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Implementación de diseños agroforestales con café</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">   </div>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Los Sistemas Agroforestales con Café-SAF han sido propuestos como soluciones basadas en la naturaleza-SnB, donde se adopta modelos “naturales” característicos de los bosques andinos, en los cuales se asocia el cultivo de café con árboles nativos o endémicos que proveen la regulación de servicios ecosistémicos (conservación de agua, suelo y mantenimiento de la biodiversidad). En la actualidad, estos sistemas de producción tienen un gran interés por su beneficio en la fijación de dióxido de carbono (CO<sub>2</sub>) mediante los procesos fotosintéticos, para luego convertirlo en forma de biomasa en las diferentes partes aéreas y subterráneas de las plantas, lo cual, contribuye a la mitigación de gases de efecto invernadero; que es uno de los principales factores vinculados al cambio climático. Así mismo, el aporte de biomasa de los árboles contribuye al mantenimiento de la fertilidad de los suelos y constituye una barrera física para reducir la velocidad de las gotas de lluvia y prevenir la erosión de los suelos. Por otro lado, con la adopción de árboles se contribuye a mejorar el paisaje y esto promueve corredores o conectores biológicos que son fuentes de</p>	

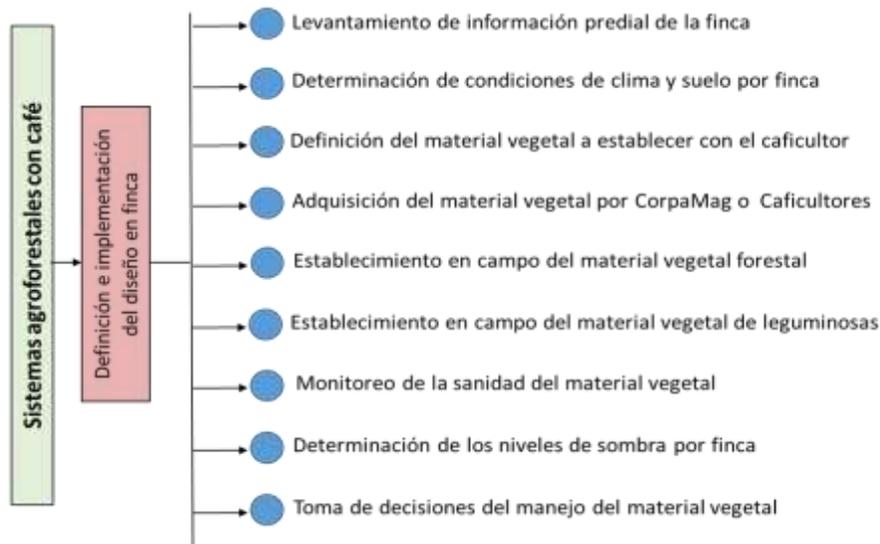
conservación de la fauna y flora de los ecosistemas. En consecuencia, el propósito de esta solución tecnológica es adoptar diseños de sistemas agroforestales a nivel de finca por medio de la extensión rural y la implementación a partir de fincas demostrativas. Lo anterior contribuirá con la salud del ecosistema al conservar la biodiversidad, prevenir la erosión de los suelos y mantener la regulación hidrológica en las cuencas hidrográficas de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

<b>Objetivos de la implementación</b>	Contribuir a la salud del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta, mediante la adopción de diseños agroforestales a nivel de finca.
<b>Materiales y equipos requeridos</b>	Plántulas de forestales (nativos), semillas de leguminosas (Guandul), equipos de medición de sombra (Multispec 2.0), machete, serrucho podador, tijeras de poda
<b>Costos</b>	\$26.000.000 COP corresponden al transporte de material vegetal, sin considerar la mano de obra para el establecimiento proyectados para las 20 fincas demostrativas

### Especificaciones técnicas

Para dar alcance a los criterios técnicos recomendados, se priorizará prácticas de manejo del paisaje por medio del establecimiento de árboles y su diseño se basará según el clima y condiciones del suelo para cada finca. Entre las que se resalta la densidad de siembra de árboles (70 árboles/ha), el establecimiento de sombríos transitorios como guandul (10.000 plantas/ha), la determinación del porcentaje de sombra según lo reportado por Cenicafé (< 45%), para la toma de decisiones del manejo del material vegetal y prácticas de manejo mediante podas de formación (realces o raleos) y mantenimiento, para garantizar la proyección de sombra adecuada.

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos





<b>Proveedores</b>			
Caficultores, CORPAMAG y Parques Nacionales Naturales			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación del suelo	Establecimiento de diseños agroforestales en la finca	Reducciones en la erosión y mantenimiento de la fertilidad del suelo	Adopción de árboles asociados al café y mantenimiento de la hojarasca (cobertura muerta)
Conservación de biodiversidad	Implementación de especies forestales y leguminosas	Mejoramiento del paisaje para propiciar corredores biológicos	Incorporar especies forestales y leguminosas a nivel de finca
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Establecimiento o mantenimiento de árboles forestales	Regulación de las emisiones de CO2 originadas por la actividad agrícola	Arborización en el predio y finca
Disminuciones de aplicaciones de pesticidas químicos	Implementación de especies forestales y leguminosas	Conservación de la fauna benéfica y de las fuentes hídricas	Aplicar la adopción de prácticas agronómicas del manejo del cultivo de café

### 3.2. Manejo Integrado de coberturas del suelo

<p><b>Elaboro:</b> <b>Dirección Ambiental</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Manejo integrado de coberturas del suelo</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Los resultados de investigación de Cenicafe sobre conservación de suelos y aguas, en condiciones ambientales de la caficultura colombiana, han permitido encontrar que el mantener el suelo cubierto con coberturas vegetales nobles y con el mantillo natural es una práctica que ofrece la máxima eficiencia (97%) en cuanto a la protección del suelo frente a la erosión y la reducción de la pérdida de la materia orgánica y nutrientes por la escorrentía del agua en la ladera. Además, los residuos vegetales provenientes de la renovación del café (ramillas y hojarasca) y aquellos dispuestos por los cultivos asociados (maíz, frijol, plátano entre otros) y sombríos transitorios (guandul, tephrosia entre otros), también contribuyen a la protección del suelo frente a la erosión y a la salud del suelo. Un componente esencial de los sistemas agroforestales en el cuidado del suelo es favorecer el ciclo de los nutrientes y la regulación hidrológica, lo anterior por medio del aporte de hojarasca y mantillo natural sobre el suelo, cuando este mantillo es retirado por la acción del hombre, los suelos quedan expuestos a la energía erosiva de la lluvia, cuyas gotas resumidas en el dosel de los árboles aumentan su capacidad de causar la erosión. Por otro lado, para el establecimiento de coberturas nobles se requiere implementar el manejo integrado de arvenses, el cual integra los métodos de control de arvenses, manual, mecánico y en algunas ocasiones y por focos, el uso racional y responsable de herbicidas químicos para el control selectivo de arvenses de interferencia alta y media con el café, para así favorecer el establecimiento de arvenses nobles que crecen en forma espontánea en el cultivo. El propósito de esta solución tecnológica es fomentar entre los caficultores las prácticas de manejo integrado de</p>	



coberturas del suelo, por medio de la extensión rural, demostraciones de método y su implementación a partir de fincas demostrativas. Lo anterior contribuiría con la reducción de la erosión, la regulación hidrológica en las cuencas hidrográficas y la protección del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta.	
<b>Objetivos de la implementación</b>	Contribuir a la protección del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta, mediante el fomento entre los caficultores de las prácticas de manejo integrado de coberturas del suelo.
<b>Materiales y equipos requeridos</b>	Geomembrana o lámina galvanizada, baldes, canecas, bolsas plásticas, selectores de arvenses, cámara fotográfica, marco de pvc de 0,5 m x 0,5 m, herbicidas de bajo impacto negativo en el ambiente, equipos de aspersión de palanca con pantalla, machete, guadañadora, aceite de motor y combustible, plantas de maní forrajero.
<b>Costos</b>	Por finca de una hectárea cultivada en café \$2.000.000 COP incluye materiales.
<b>Especificaciones técnicas</b>	
Se requieren tres parcelas de escorrentía demostrativas con fines de sensibilización por cada finca. Las parcelas de escorrentía constan de un área delimitada lateralmente por láminas de geomembrana o láminas galvanizadas enterradas hasta 20 cm de profundidad. El área de la parcela es de 3 m de largo por 1,5 m de ancho (4,5 m <sup>2</sup> ). En cada finca se tendrán tres parcelas de escorrentía una con suelo desnudo, otra con cobertura viva, y otra cubierta con hojarasca. La parte inferior del canal se une a un cilindro colector de agua mediante un tubo conector. El agua escurrida debe ser medida cada semana. Para ello, se determina el volumen recogido en el cilindro colector, mediante la medición de la altura que alcanza la lámina de agua en el colector cilíndrico con las dimensiones conocidas. Con un frasco de vidrio de 100 cc de capacidad en forma semanal de toma una muestra representativa del suelo y agua recogido en el tanque colector, este se deja decantar y evaporar al sol y se pesa o se mide la altura del suelo en el frasco, lo cual estima de manera cuantitativa las pérdidas de suelo. Una vez determinado el volumen recogido, es posible calcular el agua escurrida tanto en mm o m <sup>3</sup> /ha y el suelo perdido en kg/ha, se evalúan de manera visual los signos de erosión en cada parcela (Una parcela afín, aunque de 25 m <sup>2</sup> , se presenta en Guía para la evaluación de la huella hídrica del café en Colombia (2018) Página 47.	
<b>Diagrama de flujo/diagrama de procesos</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación a los promotores rurales en manejo de coberturas</li> <li>2. Capacitación a los caficultores sobre manejo de coberturas</li> <li>3. Selección de las fincas demostrativas</li> <li>4. Evaluación inicial de la cobertura del terreno en las fincas demostrativas.</li> <li>5. Instalación de las parcelas de escorrentía demostrativas.</li> <li>6. Sensibilización y evaluación de las parcelas en las fincas demostrativas.</li> <li>7. Implementación del manejo de coberturas por los agricultores.             <ol style="list-style-type: none"> <li>7.1. Manejo integrado de arvenses                 <ul style="list-style-type: none"> <li>• Limpiar el plato del árbol de café.</li> </ul> </li> </ol> </li> </ol>	

- Realizar desyerbas, cortando las arvenses con machete o guadaña a una altura de 5 a 10 cm.
  - Realizar controles manuales o aplicaciones selectivas con herbicida sobre las arvenses agresivas quince a veinte días después de la desyerba con machete o guadañadora.
  - Permitir el crecimiento de las coberturas nobles.
- 7.2. Coberturas muertas
- Cortar los residuos de la cosecha, de los cultivos o de sombríos transitorios.
  - Separar del lote los residuos, si presentan gran tamaño.
  - Depositar el material en las calles del cultivo.
  - Esparcir el material vegetal en las calles cuando sea necesario.
8. Evaluación final de la cobertura del suelo.
9. Retroalimentación y capacitación de caficultores de la región en las fincas demostrativas.

**Proveedores**

Caficultores, CORPAMAG y Parques Nacionales Naturales

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Conservación de suelos y aguas	Manejo integrado de coberturas	Reducción de la erosión, reducción de la escorrentía, mejoramiento de la salud del suelo	Aumento de la cobertura del suelo. Presencia de arvenses nobles. Adopción del manejo integrado de coberturas  Menor pérdida de suelo por erosión y menor escorrentía
Educación ambiental	Capacitación a los promotores rurales y caficultores Manejo integrado de coberturas.	Reducción de la erosión, reducción de la escorrentía, mejoramiento de la salud del suelo	Personas capacitadas
Reducción de empleo de productos químicos de uso agrícola	Manejo integrado de arvenses	Mejor salud del suelo	Menor empleo de herbicidas

### 3.3. Fertilización orgánica y/o órgano-mineral

<p><b>Elaboro:</b> <b>Dirección Ambiental</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Fertilización orgánica y/o órgano-mineral</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Cuando los subproductos del café provenientes del proceso de beneficio del grano, principalmente la pulpa y el mucílago, no se manejan y aprovechan de manera adecuada, se causan impactos negativos en el medio ambiente por contaminación del suelo, el aire y el agua, lo cual puede impactar en forma negativa el ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta. El uso más sencillo y conocido de estos subproductos es su transformación en fertilizante orgánico el cual es útil para la nutrición del café y los cultivos asociados que contribuyen a la seguridad alimentaria. Por otro lado, las políticas mundiales para mitigar el cambio climático global, incluyen el mejoramiento de la salud del suelo, la reducción de insumos de síntesis química en la agricultura y la transición hacia sistemas agrícolas regenerativos y de tendencia agroecológica. Los resultados de investigación de Cenicafé han demostrado que la fertilización orgánica y órgano-mineral del café son opciones viables que impactan positivamente en la producción, siendo un limitante importante para su implementación el volumen alto de fertilizante orgánico requerido para suplir la demanda de nutrientes del cultivo, la inversión en infraestructura y mano de obra para gestionar el proceso de los subproductos. Por otro lado, en las fincas con sombrío transitorio de guandul y tephrosia se puede aprovechar la biomasa de estas especies después de un corte y utilizarla como abono verde, lo anterior como complemento de la fertilización mineral. El</p>	



<p>propósito de esta solución tecnológica es fomentar entre los caficultores las prácticas de fertilización orgánica y órgano-mineral, por medio de la extensión rural, demostraciones de método y su implementación a partir de fincas demostrativas. Lo anterior contribuiría con la reducción de la contaminación del suelo, aire y agua, la salud del suelo, mejoramiento de la productividad y la protección del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta.</p>	
<b>Objetivos de la implementación</b>	<p>Contribuir a la protección del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta, mediante el fomento entre los caficultores de las prácticas de fertilización orgánica y órgano-mineral del café.</p>
<b>Materiales y equipos requeridos</b>	<p>Procesadores de pulpa modulares, pulpa de café y residuos orgánicos, plantas de tephrosia, plantas de guandules, abonos orgánicos comerciales, abonos minerales comerciales, análisis de suelos en laboratorio y análisis de abono orgánico y material vegetal en laboratorio.</p>
<b>Costos</b>	<p>Por finca de una hectárea cultivada en café \$15.000.000 COP, incluye el costo de los materiales.</p>
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<p>La inversión principal está dada por un procesador de pulpa de café modular bajo techo, de estructura liviana en metal o madera bioclástica, con piso en geomembrana, y tanque de 250 L para recoger los lixiviados, con un área de 12,5 m2, que permite procesar la pulpa de una finca pequeña con capacidad de producción de 150 arrobas de café pergamino seco. También el análisis químico de suelo y del abono orgánico obtenido en la finca.</p>	
<b>Diagrama de flujo/diagrama de procesos</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación a los promotores y caficultores.</li> <li>2. Muestreo de suelo y envío de muestras al laboratorio.</li> <li>3. Análisis de suelo.</li> <li>4. Recomendación y socialización del plan de fertilización según análisis de suelos.</li> <li>5. Mejoramiento o montaje de los procesadores de pulpa bajo techo.</li> <li>6. Elaboración de abonos orgánicos a partir de la pulpa de café, y desechos orgánicos de la finca.</li> <li>7. Análisis en laboratorio de fertilizantes orgánicos y abonos verdes obtenidos en las fincas.</li> <li>8. Socialización de los análisis de fertilizantes orgánicos, abonos verdes y ajuste de las recomendaciones de fertilización.</li> <li>9. Utilización del fertilizante orgánico obtenido en la finca en diferentes prácticas: La elaboración de almácigos de café, o fertilización orgánica en la siembra de café, o fertilización órgano-mineral al café con la utilización del fertilizante mineral aportado por los productores.</li> </ol>	
<b>Proveedores</b>	
<p>Caficultores, CORPAMAG y Parques Nacionales Naturales</p>	
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>	



Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Economía circular	Aprovechamiento de subproductos	Reducción de la contaminación ambiental (suelo, aire y agua).	Adopción del aprovechamiento de la pulpa de café como abono orgánico.
Reducción del uso de fuentes agrícolas de síntesis química	Fertilización orgánica u órgano-mineral	Reducción de uso de fuentes agrícolas de síntesis química y uso de subproductos	Adopción del aprovechamiento de la pulpa de café como abono orgánico.
Educación ambiental	Capacitación a los promotores rurales y caficultores en Fertilización orgánica u órgano-mineral y obtención de abono orgánico a partir de la pulpa del café.	Reducción de uso de fuentes agrícolas de síntesis química y uso de subproductos	Personas capacitadas

### 3.4. Prácticas de conservación de suelo y agua

<p><b>Elaboro:</b> <b>Dirección Ambiental</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Prácticas de conservación del suelo y agua</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Los sistemas de producción de café en Colombia, localizados en laderas de alto grado de pendiente y longitud, e influenciadas por períodos de precipitaciones intensas, y períodos secos prolongados como es el caso de la caficultura en condiciones de la Sierra Nevada de Santa Marta, requieren de la implementación de prácticas complementarias de conservación de suelos y aguas, como las barreras vivas e inertes dispuestas a través de la pendiente, siembra de los cultivos a través de la pendiente, cultivos en fajas, acequias de ladera, terrazas individuales, así como el manejo de aguas de escorrentía en predios y caminos, protección de taludes, protección de nacimientos de agua (diseños agroforestales para la protección de fuentes de agua o árboles en linderos) y drenajes naturales, entre otros. Las prácticas anteriores son recomendadas por Cenicafé a partir de los resultados de investigación y ayudan a prevenir la erosión con una eficiencia mayor al 60%, también contribuyen en la prevención de deslizamientos de tierra, así como regular las aguas de escorrentía y disminuir las tasas de sedimentación en los acuíferos. El propósito de esta solución tecnológica es fomentar entre los caficultores las prácticas de conservación de</p>	



<p>suelos, por medio de la extensión rural, demostraciones de método y su implementación a partir de fincas demostrativas. Lo anterior contribuiría con la reducción de la erosión, la regulación hidrológica en las cuencas hidrográficas y la protección del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta.</p>	
<b>Objetivos de la implementación</b>	<p>Contribuir a la protección del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta, mediante el fomento entre los caficultores de las prácticas de conservación de suelos y aguas.</p>
<b>Materiales y equipos requeridos</b>	<p>Pasto vetiver, plantas de limoncillo, maní forrajero, material vegetativo de plátano, plantas de guandul, Tephrosia, matarratón, nacedero, estacas residuos de la zoca de café, rocas de los mismos predios, agronivel, herramientas agrícolas.</p>
<b>Costos</b>	<p>Por finca de 1 ha \$3.000.000</p>
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<p>Las barreras vivas de vetiver o limoncillo, según la pendiente del terreno y el consenso con el agricultor se plantan cada 6 a 25 m de distancia y entre 0,3 a 0,5 metros entre plantas, las barreras vivas de plátano entre 12 a 16 m y 2,1 m entre plantas según Revista Cenicafé 056(01): 79 – 85. y consenso con el agricultor. Trazo del cultivo a través de la pendiente con agronivel, hilo y estacas. Terraza individual del café en pendientes superiores al 40%. Protección de taludes con maní forrajero, vetiver, arvenses nobles.</p>	
<b>Diagrama de flujo/diagrama de procesos</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación a los promotores rurales en prácticas de conservación de suelos</li> <li>2. Capacitación a los caficultores sobre prácticas de conservación de suelos.</li> <li>3. Selección de las fincas demostrativas</li> <li>4. Evaluación inicial de los signos de la erosión y salud del suelo en las fincas demostrativas.</li> <li>6. Implementación prácticas de conservación de suelos por los agricultores.             <ol style="list-style-type: none"> <li>6.1 Barreras vivas (vetiver, limoncillo, plátano, sombríos transitorios, entre otras)</li> <li>6.2 Barreras muertas (enrocados, troncos de café, tallos de plátano entre otros).</li> <li>6.3 Trazo del cultivo a través de la pendiente, en fajas o curvas a nivel, en siembras nuevas de café.</li> <li>6.4 Disipadores de energía de las aguas de escorrentía en predios y caminos de la finca.</li> <li>6.5 Recubrimiento de taludes con coberturas vivas y barreras vivas.</li> <li>6.6. Terrazas individuales.</li> <li>6.7. Protección de nacimientos de agua (diseños agroforestales para la protección de fuentes de agua o árboles en linderos) y drenajes naturales.</li> </ol> </li> <li>7. Evaluación final de los signos de erosión y salud del suelo por los caficultores.</li> <li>8. Retroalimentación y capacitación de caficultores de la región en las fincas demostrativas.</li> </ol>	



<b>Proveedores</b>			
Caficultores, CORPAMAG y Parques Nacionales Naturales			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación del agua	Establecimiento de diseños agroforestales en predios cercanos a microcuencas hídricas	Estabilización de los suelos, protección de fuentes de agua y regulación de los drenajes y caudales	Incorporar especies forestales en la finca y predios estratégicos para la conservación
Conservación de suelos	Implementación de prácticas de conservación de suelos	Reducción de la erosión, reducción de la escorrentía, mejoramiento de la salud del suelo	Adopción de prácticas de conservación de suelos y aguas. Reducción de signos de erosión
Educación ambiental	Capacitación a los promotores rurales y caficultores en prácticas de conservación de suelos	Reducción de la erosión, reducción de la escorrentía, mejoramiento de la salud del suelo	Personas capacitadas

### 3.5. Restauración ecológica de suelos degradados

<p><b>Elaboro:</b> <b>Dirección Ambiental</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Restauración ecológica de suelos degradados</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>En las cuencas hidrográficas cafeteras más vulnerables a los movimientos en masa, una pequeña proporción del área (aproximadamente entre el 0,5% al 4%) se puede encontrar afectada por procesos de degradación del suelo, principalmente por la erosión moderada a avanzada y deslizamientos. Lo anterior tiene un alto impacto social y económico en las comunidades, e impacto ambiental negativo por ser fuente importante de la sedimentación de los acuíferos, la pérdida de suelo y la liberación del carbono orgánico almacenado en el suelo. La restauración ecológica del suelo desde el punto vista agrícola, consiste en la estabilización de los procesos de erosión y movimientos en masa por los agricultores en los predios cafeteros, ésta inicia con un diagnóstico de las relaciones causa-efecto realizado por un profesional experto, y la aplicación de una serie de recomendaciones de “primeros auxilios” orientadas por el Servicio de Extensión con apoyo de Cenicafé, que comienzan en general con el manejo del agente causal principal, que comúnmente es el agua, seguido del perfilado de los taludes, sellado de grietas y posteriormente recubrimiento del área con plantas de rápido crecimiento y adaptadas a las condiciones ambientales propias de la zona, para lo cual se emplean estructuras livianas como trinchos o terrazas escalonadas en tierra y material vegetal fácilmente ejecutadas por los agricultores. Así mismo, se formula la elaboración de planes de restauración forestal (PRF), a partir de la restauración ecológica, la rehabilitación y la recuperación de microcuencas hidrográficas, preferiblemente, bajo un</p>	



diseño de protección de fuentes de agua, en el cual en 100 m de cauce de agua se establecen 70 árboles (35 a cada lado del cauce), en dos líneas de cada lado. El propósito de esta solución tecnológica es fomentar entre los caficultores las prácticas de restauración ecológica del suelo en áreas que están en un proceso inicial de degradación, lo anterior por medio de la extensión rural con apoyo de Cenicafé, demostraciones de método y su implementación a partir de fincas demostrativas. Lo anterior contribuiría con la restauración de los suelos que están en un proceso inicial de degradación, la regulación hidrológica en las cuencas hidrográficas y la protección del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

<b>Objetivos de la implementación</b>	Contribuir a la protección del ecosistema de la Ciénaga Grande de Santa Marta, mediante el fomento entre los caficultores de las prácticas de restauración ecológica de los suelos en áreas que están en el inicio de un proceso de degradación.
<b>Materiales y equipos requeridos</b>	Cámara fotográfica, flexómetro, pasto vetiver, plantas de guaduilla, plantas de maní forrajero, plantas de nacedero, plantas de matarratón, especies forestales, tallos residuo de las zocas de café, guadua, rocas de los mismos predios, palín, pala hoyadora, recatón, machete, guantes, cascos, gafas protectoras, geotextil.
<b>Costos</b>	\$15.000.000 por finca.
<b>Especificaciones técnicas</b>	
No Aplica	
<b>Diagrama de flujo/diagrama de procesos</b>	
<ol style="list-style-type: none"> <li>1. Capacitación a los promotores rurales en prácticas de restauración ecológica de suelos.</li> <li>2. Capacitación a los caficultores sobre prácticas de restauración ecológica de suelos.</li> <li>3. Selección de las fincas demostrativas.</li> <li>4. Evaluación inicial y diagnóstico de los signos de degradación temprana del suelo en las fincas demostrativas y elaboración de planes de restauración forestal (PRF).</li> <li>5. Implementación de prácticas de restauración ecológica de suelos por los agricultores.             <ol style="list-style-type: none"> <li>a. Manejo del agua en el terreno como agente causal principal de degradación (zanjas, drenajes vivos o inertes, trinchos vivos o con estructuras inertes).</li> <li>b. Perfilado de los taludes y sellado de grietas.</li> <li>c. Recubrimiento del área con plantas de rápido crecimiento y adaptadas a las condiciones ambientales propias de la zona, (trinchos o terrazas escalonadas en tierra).</li> </ol> </li> <li>6. Implementación de planes de restauración forestal (PRF),</li> <li>7. Evaluación final de los signos de erosión y salud del suelo por los caficultores.</li> <li>8. Retroalimentación y capacitación de caficultores de la región en las fincas demostrativas.</li> </ol>	
<b>Proveedores</b>	



Corpamag, Parques Nacionales Naturales

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación del agua	Establecimiento de árboles en predios cercanos a microcuencas hídricas	Protección de fuentes de agua y regulación de los caudales.	Incorporar especies forestales en la finca y predios estratégicos para la conservación
Conservación del suelo	Incorporar diseños agroforestales a nivel de la finca	Estabilización de los suelos, regulación de los drenajes y reducción de amenazas naturales	Establecimiento de especies forestales en la finca y predios estratégicos para la conservación
Restauración de suelos degradados por erosión	Implementación de prácticas de restauración ecológica del suelo	Recuperación de suelos en estado inicial de degradación	Sitios estabilizados y recuperados.
Educación ambiental	Capacitación a los promotores rurales y caficultores en prácticas de restauración ecológica de suelos	Recuperación de suelos en estado inicial de degradación	Personas capacitadas

### 3.6. Viveros para plantas nectaríferas y árboles nativos

<p><b>Elaboro:</b> Dirección Ambiental</p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Viveros para plantas nectaríferas y árboles nativos</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>El establecimiento de plantas nectaríferas y árboles nativos es una práctica fundamental para promover la biodiversidad y apoyar los ecosistemas locales. Se recomienda instalar un germinador y acondicionar un área para el vivero, asegurándose de que este lugar tenga sombra adecuada para proteger las plántulas en sus primeras etapas de desarrollo. La elección de las plantas para el vivero debe centrarse en especies perennes, es decir, aquellas que tienen un ciclo de vida prolongado y pueden proporcionar beneficios a largo plazo. Las plantas perennes son más resistentes y ofrecen una fuente continua de néctar para los insectos benéficos, polinizadores y hábitat para albergar la biodiversidad.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p><b>Promover la Biodiversidad</b> aumentando la diversidad de flora en la región mediante la introducción de plantas nectaríferas y árboles nativos, creando un hábitat favorable</p>

	<p>para diversas especies de fauna, especialmente controladores biológicos y polinizadores.</p> <p><b>Apoyar los Ecosistemas Locales</b> fortaleciendo la biodiversidad a través de la plantación de especies nativas que se adapten mejor a las condiciones climáticas y del suelo, contribuyendo a la estabilidad y resiliencia del medio ambiente para la protección de rondas hídricas como plantados de manera dispersa en el campo.</p> <p><b>Aumentar la Población de Predadores Naturales</b> estableciendo hábitats adecuados para insectos depredadores como hormigas y avispas que ayudan a controlar poblaciones de plagas.</p> <p><b>Reducir el Uso de Pesticidas Químicos</b> promoviendo métodos de control biológico para minimizar el uso de pesticidas químicos, lo que protege el medio ambiente y a las personas.</p> <p><b>Desarrollo Sostenible</b> implementando prácticas agrícolas ecológicas mediante la introducción de especies perennes que requieren menos mantenimiento y recursos a largo plazo, favoreciendo un uso más eficiente de la tierra.</p> <p><b>Educación y Concienciación</b> promoviendo la importancia de la conservación de especies nativas y la biodiversidad, involucrando a la comunidad en actividades de plantación y cuidado de las plantas.</p> <p><b>Mitigación del Cambio Climático</b> contribuyendo a la mitigación del cambio climático mediante la plantación de árboles que absorben dióxido de carbono, ayudando a reducir la huella de carbono y mejorando la calidad del aire.</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<p>Vivero de plantas nectaríferas y árboles nativos para 10 hectáreas</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 2 kilos de semillas de nectaríferas (Urena, Bajagua, Rabo de alacrán)</li> <li>• 1 kilo de semillas de Roble, Campano, Ceiba.</li> <li>• 500 bolsas de vivero 7 x 14</li> <li>• 100 bolsas de vivero 20 x 30</li> <li>• Sustrato (suelo)</li> <li>• 1 bulto de Fertilizante triple 154 Metros de Polisombra al 80%</li> <li>• 1 libra de Alambre dulce</li> <li>• 6 unidades de Madera (horcones)</li> <li>• 8 unidades de Madera (varetas)</li> <li>• 1 caja de Puntillas 3,5"</li> <li>• 1 regadera para jardín de 7,5 litros</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p><b>Mano de obra:</b>          Jornales de recolección de semillas de nectaríferas: 2 jornales [\$86.666 - \$97.466]</p>



	<p>4 jornales de llenado de bolsas: [\$173.332 - \$194.932]                  2 jornales de construcción del vivero: [\$86.666 - \$97.466]</p> <p><b>Materiales</b></p> <p>Bolsas de vivero: 500 unidades de 7 x 14: [\$14.500 - 16.000]                  Bolsas de vivero: 100 unidades 20 x 30: [\$20.000 - \$25.000]                  Fertilizante Triple 15: 1 bulto de 50 Kg [\$39.900 - \$50.000]                  Polisombra: 4 Metros [\$31.500 - \$40.000]                  Alambre dulce: 1 Libra [\$4.000 - \$6.000]                  Madera (horcones): 6 Unidades [\$170.000 - \$190.000]                  Madera (varetas): 8 Unidades [100.000 - \$120.000]                  Puntillas: 1 Caja de 3,5” [\$10.000 - \$12.000]                  Regadera para jardín: Una unidad de 7,5 L [\$37.000- 45.000]</p>
<b>Especificaciones técnicas</b>	
<p>El establecimiento de plantas nectaríferas y árboles nativos es crucial para promover la biodiversidad y mejorar la sostenibilidad del ecosistema local. Las plantas nectaríferas como Urena, Bajagua y Rabo de alacrán son perennes y atraen a controladores biológicos como hormigas del género <i>Crematogaster</i> sp. y chinches como <i>Alcaeorrhynchus grandis</i>, vitales para la protección contra plagas del cultivo. Para garantizar su éxito, se recomienda germinar estas plantas en viveros bien preparados, con bolsas de vivero y sustrato enriquecido con materia orgánica, al menos dos meses antes de la temporada de lluvias.</p> <p>Árboles nativos como el Roble, Campano y Ceiba, que tienen un ciclo de vida prolongado, proporcionan sombra, generan un microclima y previenen la erosión del suelo con sus raíces profundas. Estos árboles crean hábitats importantes para la fauna, fomentando la biodiversidad y el equilibrio ecológico. Deben plantarse en las rondas hídricas y de manera dispersa, con un espaciado de 3 a 5 metros para evitar la competencia por recursos.</p> <p>Un vivero bien implementado, con sustrato rico en nutrientes, riego regular y fertilizantes balanceados NPK (15-15-15), es esencial para el éxito del proyecto. El uso de polisombra al 80% protege las plántulas del sol directo y reduce la evaporación del agua. El mantenimiento continuo del vivero incluye monitorear el crecimiento, asegurar el suministro de agua y nutrientes, y controlar plagas y enfermedades mediante prácticas de manejo integrado. Además, la capacitación de los palmicultores y la compartición de plántulas y conocimientos con la comunidad local son cruciales para el éxito a largo plazo.</p> <p><b>Plantas Nectaríferas</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Especies: Urena, Bajagua, Rabo de alacrán</li> <li>• Características generales:</li> <li>• Ciclo de Vida: Perennes, con la capacidad de florecer varias veces al año.</li> <li>• Altura: Varía según la especie, generalmente entre 0.5 a 1.5 metros.</li> <li>• Hábito de Crecimiento: Arbustos y hierbas que requieren exposición parcial al sol y sombra.</li> </ul> <p><b>Requerimientos del vivero:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Sustrato: Mezcla de suelo fértil, bien drenado y enriquecido con materia orgánica.</li> <li>• Riego: Regular, manteniendo el sustrato húmedo, pero no encharcado.</li> </ul>	

- Fertilización: Aplicación de fertilizante balanceado NPK (15-15-15) durante la fase de crecimiento inicial.
- Espaciado: Distancia mínima entre plantas para asegurar un buen desarrollo.
- Siembra en campo: 30 a 50 cm de distancia entre plantas.

### Árboles Nativos

- Especies: Roble, Campano, Ceiba

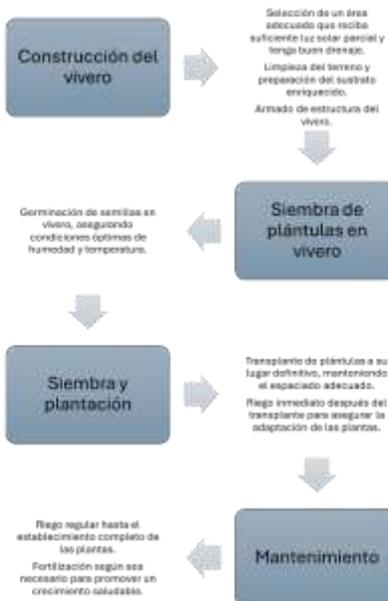
#### Características generales:

- Ciclo de Vida: Perennes, con una vida útil prolongada que puede superar los 50 años.
- Altura: Puede variar significativamente, con árboles que alcanzan desde 10 hasta 30 metros de altura en la madurez.
- Hábito de Crecimiento: Árboles de gran porte, con copas amplias que proporcionan sombra significativa.

#### Requerimientos del vivero:

- Sustrato: Suelo profundo, fértil y bien drenado, con capacidad para retener humedad.
- Riego: Inicialmente regular, luego de establecerse, puede depender de las precipitaciones naturales.
- Fertilización: Aplicación de fertilizante balanceado NPK (15-15-15) al momento de la siembra y durante el primer año de crecimiento.
- Espaciado: Distancia mínima entre plantas para asegurar un buen desarrollo.
- Siembra en campo: Distancia de 3 a 5 metros entre árboles para asegurar un buen desarrollo y evitar competencia por recursos.

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos



### Proveedores

- Materiales de ferretería  
<https://surtiferreterias.com/>

- Regadera de jardín:  
[https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/319123/regadera-plastica-de-8-litros/319123/?kid=goosho\\_1161562&shop=googleShopping&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw4ri0BhAvEiwA8oo6F5C889ThnKgFDe0LSIAKOYKlihKZXD27UVSO2a-y2IUQa4s\\_B50aihoC1IQQAvD\\_BwE](https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/319123/regadera-plastica-de-8-litros/319123/?kid=goosho_1161562&shop=googleShopping&gad_source=1&gclid=CjwKCAjw4ri0BhAvEiwA8oo6F5C889ThnKgFDe0LSIAKOYKlihKZXD27UVSO2a-y2IUQa4s_B50aihoC1IQQAvD_BwE)
- Fertilizante:  
<https://nitrofert.com.co/>  
<https://agrobrowsers.com.co/>
- Mano de obra local:  
 Caribe CTA. 3222527613  
 Agroincoop 3222527613  
 Agrolabores SAS 3027945912

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Cambio en el paisaje	Establecimiento de plantas y árboles nativos	Alteración de la estética y estructura del paisaje	Planificación del diseño paisajístico para armonizar con el entorno natural
Protección de rondas hídricas	Plantación cerca de cuerpos de agua	Mejora de la calidad del agua y protección contra la erosión	Uso de especies nativas para la protección y estabilización de las riberas

### 3.7. Aporte de biomasa al suelo

<p><b>Elaboro:</b> Dirección Ambiental</p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Aporte de biomasa al suelo</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>El aporte de biomasa al suelo (tusa del proceso de extracción), a través de técnicas como el mulching, es fundamental en la agricultura sostenible ya que contribuye significativamente a la productividad del suelo. El mulching, que consiste en aplicar una capa de material orgánico sobre la superficie del suelo, protege contra la erosión y ayuda a retener la humedad, vital en condiciones climáticas adversas como las de la Zona Norte. Al descomponerse, esta capa aumenta el contenido de materia orgánica, mejorando la estructura del suelo y enriqueciéndolo con nutrientes esenciales. Además, esta práctica estimula el desarrollo de raíces, cruciales para la absorción eficiente de nutrientes, lo que favorece un crecimiento robusto de las palmas y contribuye con la productividad a largo plazo del agroecosistema.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p><b>Mejorar la fertilidad del suelo</b> aumentando el contenido de nutrientes y materia orgánica en el suelo mediante la descomposición de la biomasa.</p> <p><b>Gestionar malezas</b> disminuyendo la competencia con el cultivo principal alrededor del plato al limitar el crecimiento de malas hierbas y gramíneas que actúan como hospederas de plagas.</p> <p><b>Conservar la humedad del suelo</b> al retener la humedad y mejorar la resistencia de las plantas a condiciones de sequía.</p>



	<p>Mejorar la estructura del suelo incrementando la porosidad del suelo, facilitando el desarrollo radicular y la absorción de nutrientes.</p> <p><b>Estimular el desarrollo radicular</b> favoreciendo el crecimiento de raíces terciarias y cuaternarias, fundamentales para la absorción eficiente de nutrientes y el desarrollo de las plantas</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transporte: viajes de 7 - 10 toneladas para cubrir una hectárea.</li> <li>• Mano de obra: 10 jornales para cubrir una hectárea</li> <li>• Lona de plástico: para transportar la tusa dentro del lote</li> <li>• Lanza o punzón: para distribuir la tusa en la palma.</li> <li>• Guantes de carnaza</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>Transporte: 1 tonelada [\$25.000 – 35.000]          Para una hectárea se requieren 25,6 t          Total, transporte por hectárea: [\$640.000 - \$896.000]</p> <p>Mano de obra: [\$43.333 - \$48.733]          Para una hectárea se requieren 10 jornales          Total, jornales de aplicación: [\$433.333 – 480.733]</p> <p>Guantes de carnaza: [\$20.000 – \$50.000]</p>
<p><b>Especificaciones técnicas</b></p>	
<p>El incremento de la materia orgánica (M.O.) por la aplicación de tusa de palma influye significativamente en las propiedades físicas del suelo. La M.O. actúa como un pegamento para las arcillas, facilitando su aglomeración y creando poros que permiten el intercambio de gases, aumentan la entrada y retención de agua y mejoran el drenaje. Además, la M.O. incrementa la capacidad de intercambio catiónico del suelo gracias a sus grupos funcionales (como fenoles y ácidos carboxílicos) que, en ciertos rangos de pH, están cargados negativamente. Esta carga negativa atrae elementos cargados positivamente, reteniéndolos y evitando su pérdida por lixiviación. Estos elementos son intercambiables, lo que significa que las raíces de las plantas pueden absorberlos de la solución del suelo, sustituyéndolos por iones H<sup>+</sup>.</p> <p>Del mismo modo, la tusa de palma de aceite tiene un contenido teórico de nutrientes que puede ser utilizado como fertilizante en los cultivos (los valores pueden variar dependiendo de condiciones específicas). Estos residuos orgánicos contienen nitrógeno (N), fósforo (P) y potasio (K) en concentraciones apreciables, que son fundamentales para el crecimiento de las plantas. De acuerdo con la tabla de equivalencia de fertilizantes, se ha determinado que la tusa de palma de aceite tiene una equivalencia en nutrientes de 29,5 Kg por cada tonelada.</p>	

Esta equivalencia permite a los agricultores valorar la tusa como una alternativa que a parte de sus ventajas descritas con anterioridad, aporta nutrientes, contribuyendo así a prácticas agrícolas más sostenibles y económicamente eficientes.

Para las palmas jóvenes, se necesitan 200 kg de tusa por planta. En una hectárea sembrada con híbrido OxG, con una densidad de 128 palmas por hectárea, se requieren 25,600 kg de tusa (25,6 toneladas).

Transporte: El transporte de tusa generalmente se realiza en camiones con una capacidad promedio de 7 toneladas. Para cubrir una hectárea que requiere 25,6 toneladas, se necesitan aproximadamente 3,7 viajes de transporte.

Mano de obra: La aplicación de tusa en una hectárea de palma requiere 10 jornales, con un rendimiento promedio de 13 palmas por día por trabajador.

Aplicación: La tusa debe aplicarse alrededor de cada palma, manteniendo una distancia de al menos 50 cm del estípote en palma joven. Esto facilita las inspecciones en campo necesarias para el control del insecto plaga *Strategus aloeus*.

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos



**Proveedores**



**Tusa:**

Núcleos palmeros del Magdalena: Palmaceite, Aceites, Tequendama y Morano Oleo.

**Mano de obra local:**

Caribe CTA. 3222527613  
 Agroincoop 3222527613  
 Agrolabores SAS 3027945912

**Transporte local:**

Horacio Ardila. Tel.: 3124804417  
 Jairo Gil. Tel.: 3157057831  
 Jesús Ternera. Tel.: 3135252610

**Guantes de carnaza:**

[https://sofecepp.com/guantes-de-seguridad/guantes-de-carnaza-de-cuero-para-soldar-16%E2%80%B3/?gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjw4ri0BhAvEiwA8oo6F\\_aM\\_6dNWGZSOB4CQVltrGwvBqSOcm97lwjgt4gkBZF\\_XuVMkGZacxoCWOQQAvD\\_BwE](https://sofecepp.com/guantes-de-seguridad/guantes-de-carnaza-de-cuero-para-soldar-16%E2%80%B3/?gad_source=1&gclid=CjwKCAjw4ri0BhAvEiwA8oo6F_aM_6dNWGZSOB4CQVltrGwvBqSOcm97lwjgt4gkBZF_XuVMkGZacxoCWOQQAvD_BwE)

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Generación de residuos	Acumulación inadecuada de tusa en el lote	Posible acumulación excesiva de nutrientes en el suelo	Distribuir y regular la cantidad de tusa aplicada para evitar acumulación
Acumulación de plagas	Mala disposición de tusa alrededor de las palmas	Incremento de afectación de palmas por plagas como <i>Strategus aloeus</i>	Aplicar tusa a una distancia de al menos 50 cm del estípite y realizar inspecciones regulares

### 3.8. Establecimiento de coberturas

<p><b>Elaboro:</b> Dirección Ambiental</p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Establecimiento de coberturas</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Las coberturas leguminosas son plantas que se usan para cubrir el suelo y proporcionar beneficios. Estas plantas, que incluyen variedades como Kudzú (<i>Pueraria phaseloides</i>) se siembran no solo para mejorar la fertilidad del suelo fijando nitrógeno, sino también para controlar la erosión, manejar principalmente las gramíneas al inicio del cultivo y mejorar la estructura del suelo por su gran aporte de materia orgánica.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p><b>Mejorar la Fertilidad del Suelo</b> aumentando el contenido de nutrientes esenciales mediante la fijación de nitrógeno y por su aporte de materia orgánica.</p> <p><b>Reducir la erosión del suelo</b> al proteger la superficie del suelo contra la erosión causada por el viento y el agua, manteniendo su estructura y reduciendo la pérdida de nutrientes.</p> <p><b>Aportar materia orgánica</b> incrementando su contenido en el suelo, mejorando su estructura, la capacidad de retención de agua, incrementando de la capacidad de intercambio catiónico del suelo y la actividad biológica.</p> <p><b>Optimizar la gestión del agua:</b> Ayuda a mantener la humedad del suelo y a mejorar la infiltración del agua.</p> <p><b>Reducir los costos de insumos limitando el uso de herbicidas sintéticos, lo que puede disminuir los costos de producción.</b></p>

	<p><b>Mitigar el cambio climático</b> contribuyendo a la captura de carbono y a la reducción de las emisiones de gases de efecto invernadero, promoviendo prácticas agrícolas que beneficien el medio ambiente.</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<p>En palma joven se recomiendan 5 kilogramos de Kudzú por hectárea.</p> <p><b>Materiales para una hectárea:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• 5 kg de semillas de Kudzú,</li> <li>• 600 cm<sup>3</sup> Rhizobium líquido o 60 g de Rhizobium en polvo</li> <li>• 75 g de goma arábica</li> <li>• Un Recipiente Espray</li> <li>• Un termómetro</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>Semilla de Kudzú: 1 Kg [\$60.000 - \$80.000]          Rhizobium en polvo: [\$35.000 - \$70.000]          Rhizobium liquido: 1L [\$40.000 - \$70.000]          Goma arábica: 1 Kg [\$55.000 - \$60.000]          Pulverizador Plástico: Unidad de 500 ml: [\$2900 - \$3.500]          Termómetro Digital De Punzón Tipo Industrial: [\$100.000 - \$120.000]          Jornales de preparación de semillas: 1 jornal [\$43.333 - \$48.733]          Jornales de siembra de semillas: 1 jornal [\$43.333 - \$48.733]</p>
<p><b>Especificaciones técnicas</b></p>	
<p>Para un establecimiento exitoso de kudzu (<i>Pueraria phaseoloides</i>), es esencial preparar adecuadamente el suelo mediante labranza profunda y nivelación, asegurando una buena aireación y penetración de las raíces. Las semillas deben ser de alta calidad y escarificadas para mejorar la germinación. Se recomienda sembrar al inicio de la temporada de lluvias, con una densidad de 4-6 kg de semillas por hectárea, utilizando métodos de siembra directa o en surcos. El manejo del cultivo incluye riegos complementarios si es necesario, fertilización con NPK (15-15-15), y control de malezas durante las primeras etapas de crecimiento. Es importante monitorear y controlar plagas, así como realizar tutorados regulares para promover un crecimiento denso y uniforme. Además de estabilizar el suelo y prevenir la erosión, kudzu actúa como una leguminosa fijadora de nitrógeno, mejorando la fertilidad del suelo y proporcionando cobertura para conservar la humedad.</p> <p><b>Kudzú:</b>          Nombre científico: (<i>Pueraria phaseoloides</i>)          Hábito de crecimiento: Enredadera          Ciclo vegetativo: Perenne          Presentación: Bolsa de 1 Kg          Altitud msnm: 0 a 1,600 m          Clima: Cálido a templado</p>	

Suelo: Bien drenados, tolera acidez.  
Precipitación: Superior a 900 mm

**Rhizobium en polvo:**

Ingrediente activo: Rhizobium japonicum 1 x 10<sup>9</sup> UFC por gramo de producto formulado.  
Presentación: Bolsa de 0,5 Kg

**Rhizobium líquido:**

Rhizobiol es un inoculante líquido elaborado con base en una mezcla de bacterias simbióticas fijadoras de nitrógeno (ICA J01+ ICA J96) de la especie *Bradyrhizobium japonicum*, concentración de 1 x 10<sup>8</sup> unidades formadoras de colonias (UFC).  
Presentación: 1 litro

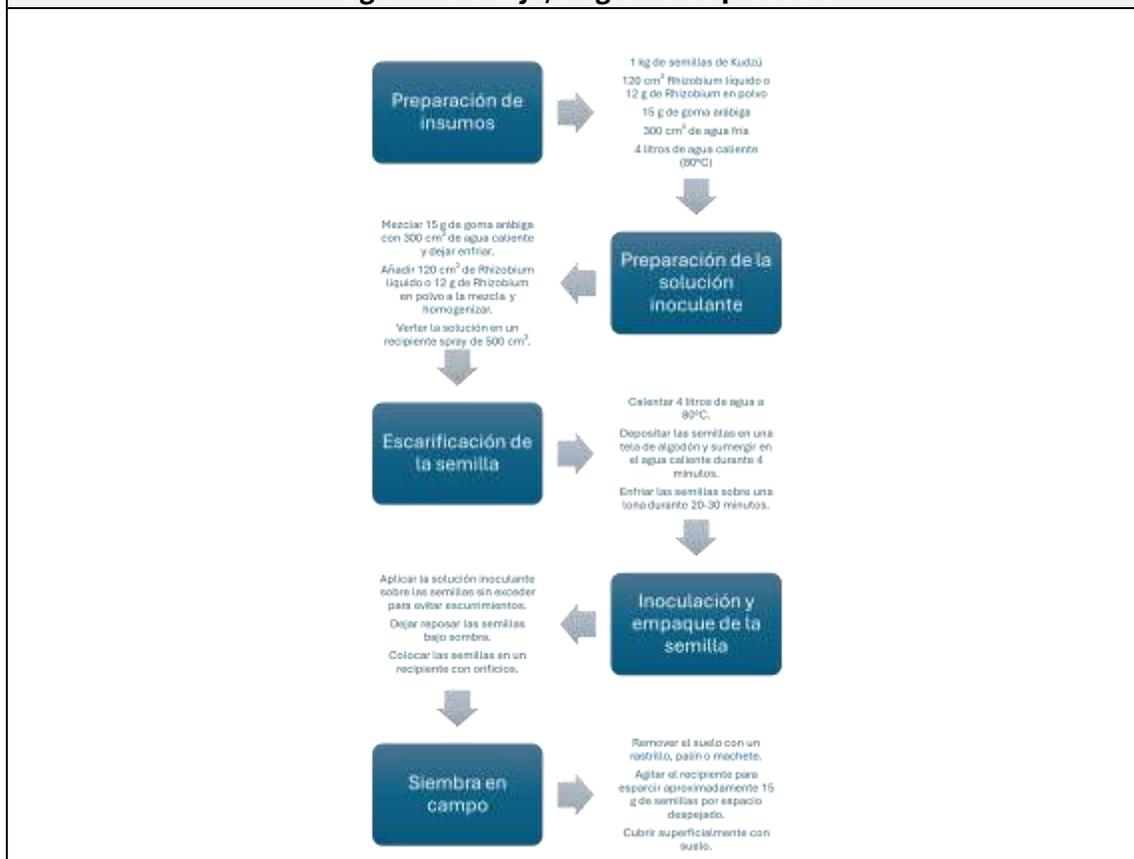
**Goma arábica en polvo:**

Presentación: Bolsa de 1 Kg  
Ingrediente: goma arábica

**Pulverizador:** Plástico 500 ml

**Termómetro:** Termómetro Digital De Punzón Tipo Industrial TP-400. Temperatura máxima: 200 °C.

**Diagrama de flujo/diagrama de procesos**





### Proveedores

Semillas de Kudzú <https://agroactivocol.com/producto/material-vegetal/semilla-de-kudzu-tropical-2/>

Rhizobium <https://www.agrosavia.co/productos-y-servicios/oferta-tecnol%C3%B3gica/l%C3%ADnea-agr%C3%ADcola/cultivos-transitorios-y-agroindustriales/bioproductos/813-rhizobiol#:~:text=Rhizobiol%C2%AE%20es%20un%20inoculante,para%20el%20cultivo%20de%20soya.>

Goma Arábica [https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-822947565-goma-arabiga-100-pura-x500g-1-libra-en-polvo- JM?searchVariation=variationID#polycard\\_client=search-nordic&searchVariation=173821986781&position=1&search\\_layout=stack&type=item&tracking\\_id=4b217e6e-9054-46a3-b12b-fa33261c4605](https://articulo.mercadolibre.com.co/MCO-822947565-goma-arabiga-100-pura-x500g-1-libra-en-polvo- JM?searchVariation=variationID#polycard_client=search-nordic&searchVariation=173821986781&position=1&search_layout=stack&type=item&tracking_id=4b217e6e-9054-46a3-b12b-fa33261c4605)

Pulverizador [https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/318238/pulverizador-plastico-500-ml/318238/?kid=goosho\\_1161562&shop=googleShopping&gad\\_source=1&gclid=CjwKCAjwnK60BhA9EiwAmpHZw95VzBSvV-jX5VGyfjkCfSNVDRc\\_yKsYfu3Zj16w3AB067VKXlcHBoCMDMQAvD\\_BwE](https://www.homecenter.com.co/homecenter-co/product/318238/pulverizador-plastico-500-ml/318238/?kid=goosho_1161562&shop=googleShopping&gad_source=1&gclid=CjwKCAjwnK60BhA9EiwAmpHZw95VzBSvV-jX5VGyfjkCfSNVDRc_yKsYfu3Zj16w3AB067VKXlcHBoCMDMQAvD_BwE)

Termómetro [Termómetro Digital De Punzón Tipo Industrial \(alimentos\) | Envío gratis \(mercadolibre.com.co\)](https://www.mercadolibre.com.co/termometro-digital-de-punzon-tipo-industrial-alimentos)

### Identificación de aspectos e impactos ambientales

Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Biodiversidad	Expansión del Kudzú	Reducción de la biodiversidad local	Control de la expansión del Kudzú y protección de áreas nativas
Erosión del suelo	Preparación del terreno	Disminución de la erosión	Prácticas de conservación del suelo
Ciclo de nutrientes	Fijación de nitrógeno por el Kudzú	Mejora de la fertilidad del suelo	Monitoreo y balance de nutrientes
Impacto paisajístico	Cultivo de Kudzú en áreas extensas	Alteración del paisaje natural	Diseño de paisajes que integren la biodiversidad

### 3.9. Herramientas del Manejo del Paisaje

<p><b>Elaboro:</b> Dirección Ambiental</p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Herramientas del Manejo del Paisaje</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Son estrategias que aportan a la conservación y el sustento de la biodiversidad en sistemas productivos, mediante la recuperación y/o mantenimiento de la vegetación natural que interactúa con los cultivos. Su implementación es fundamental para la consolidación de un sector palmero sostenible y genera beneficios económicos, ambientales y sociales, tanto para los sistemas productivos, como para las comunidades locales y regionales.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Promover la provisión de servicios ecosistémicos (ej: control biológico y regulación hídrica)</li> <li>• Fomentar la adaptación a eventos climáticos extremos, como inundaciones y sequías.</li> <li>• Mejorar la conectividad entre los ecosistemas</li> <li>• Establecer hábitats y paso de especies</li> <li>• Robustecer el manejo de áreas con alto valor de conservación, el cual es requisitos para certificaciones internacionales (ej:RSPO).</li> </ul>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Material vegetal nativo de la región.</li> <li>• Palas</li> <li>• Paladragas</li> <li>• Palines</li> <li>• Fertilizante</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>Depende de la cantidad de área a restaurar</p>



### Especificaciones técnicas

**Enriquecimiento de fragmentos de bosque:** Los parches de bosque son áreas con vegetación boscosa diferente a la palma. Para su restauración se recomienda sembrar plantas nativas, las cuales se pueden cultivar en viveros. Esta es una práctica necesaria ya que estos fragmentos boscosos son bancos de polen y semillas que sirven como hospederos de insectos benéficos para el control de plagas. También son hábitat natural de fauna y flora de las regiones y paisajes palmeros.

**Protección o restauración de rondas hídricas:** Las rondas hídricas son zonas o franjas de terreno aledañas a cuerpos de agua, como ríos, quebradas y manantiales. Son el hábitat natural de especies acuáticas como la nutria, anfibios y reptiles que pueden estar amenazadas o en peligro.

Enriquecer las rondas hídricas con plantas nativas permite preservar la biodiversidad, el desarrollo de corredores de paso a especies y la conectividad de ecosistemas naturales. Restaurarlas con especies de raíces profundas, previene la erosión de las riberas de los ríos y posibles inundaciones de los cultivos.

**Corredores biológicos:** Son rutas naturales diseñadas e implementadas para conectar las áreas con Alto Valor de Conservación, los remanentes de bosque, las áreas de rondas hídricas y otras zonas naturales dentro o alrededor de los cultivos. Permiten el desplazamiento de fauna y la propagación de flora presente en la región, evitando su aislamiento y promoviendo el mantenimiento de la biodiversidad.

**Cercas vivas:** Son franjas de vegetación que separan diferentes lotes o zonas de la finca, ayudan a delimitar el predio, sirven como barreras de protección contra el viento, permiten el tránsito y el refugio de animales y evitan la compra y mantenimiento de postes, reduciendo la presión sobre los bosques. Pueden contener especies para leña frutales o especies que atraigan a la fauna benéfica, como aves e insectos controladores de plagas.

**Uso de nectaríferas:** son plantas que producen néctar con el que atraen y hospedan insectos que ayudan a la polinización y al control biológico de plagas que afectan los cultivos de palma de aceite aportando la reducción del uso de plaguicidas químicos. Se recomienda la siembra de nectaríferas como pata de perro (*Urena lobata*), cola de alacrán (*Heliotropium angiospermum*) y bajagua (*Senna reticulata*).

### Diagrama de flujo/diagrama de procesos





<b>Proveedores</b>			
<b>Red de viveros comunitarios</b>			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación de biodiversidad	Implementación de especies forestales y leguminosas	Mejoramiento del paisaje para propiciar corredores biológicos	Incorporar especies forestales y leguminosas a nivel de finca
Reducción de emisiones de gases de efecto invernadero	Establecimiento o mantenimiento de árboles forestales	Regulación de las emisiones de CO2 originadas por la actividad agrícola	Arborización en el predio y finca
Sostenibilidad del recurso hídrico	Administración del riego	Uso eficiente del agua	Enriquecimiento de rondas hídricas

### 3.10. Prácticas de conservación del suelo y agua

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Prácticas de conservación del suelo y agua</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Las prácticas de conservación de suelo y agua son un conjunto de estrategias y acciones destinadas a evitar o mitigar la degradación de los recursos suelo y agua, así como a su mejoramiento y recuperación, de manera que rindan el mayor beneficio colectivo mediante el flujo sostenido de sus funciones básicas, optimizando y diversificando las opciones de desarrollo de las generaciones presentes y futuras.</p> <p>Existen algunas buenas prácticas agronómicas, agroecológicas o tecnologías para el manejo sostenible de suelos que favorecen la conservación in situ del agua, estas reflejan la importancia de constituir un enfoque integral en la conservación del suelo y agua, así como de los otros elementos del entorno ecosistémico natural.</p> <p>En relación con el manejo sostenible del agua, el aporte principal de estas tecnologías está en relación con su apoyo a la zona de recarga hídrica o fuentes de agua en el entorno de las cuencas y microcuencas hidrográficas. Su aplicación permite que los agricultores y ganaderos puedan realizar sus procesos productivos de manera sostenible y bajo un enfoque de protección ambiental.</p> <p>Con la aplicación de las prácticas de conservación del suelo y agua se busca que los ecosistemas y agroecosistemas puedan ser manejados de forma sostenible, con menores impactos ambientales y sociales y la reducción del uso de insumos externos; situación que</p>	



repercute de manera directa en la gestión y uso sostenible de los suelos. Para ello, es fundamental considerar los siguientes principios agroecológicos:

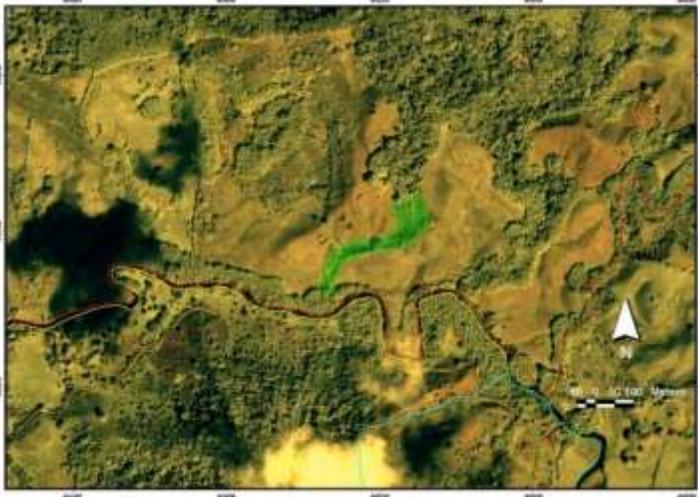
- i) Aumentar el reciclaje de biomasa y optimizar la disponibilidad y el flujo balanceado de nutrientes.
- ii) Asegurar condiciones del suelo favorables para el crecimiento de las plantas, a través del manejo de la materia orgánica y aumentando la actividad biótica del suelo.
- iii) Minimizar las pérdidas debidas a flujos de radiación solar, aire y agua mediante el manejo del microclima, cosecha de agua y el manejo de suelo a través del aumento en la cobertura vegetal.
- iv) Diversificar específica y genéticamente el agroecosistema en el tiempo y el espacio.
- v) Aumentar las interacciones biológicas y los sinergismos entre los componentes de la biodiversidad promoviendo procesos y servicios ecológicos clave.

También es importante que en los bosques, ecosistemas estratégicos y áreas de conservación se incluya la aplicación de buenas prácticas de manejo de los suelos, particularmente en los casos donde la conservación de los suelos se encuentra amenazada por las presiones antrópicas, los fenómenos climáticos y las condiciones naturales extremas.

<b>Objetivos de la implementación</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducción de la erosión,</li> <li>• Incremento en los niveles de materia orgánica,</li> <li>• Incremento de la fertilidad natural y estructura del suelo,</li> <li>• Mayor biodiversidad,</li> <li>• Fijación de Carbono,</li> <li>• Menor emisión de CO2 a la atmósfera,</li> <li>• Menor escorrentía,</li> <li>• Menor contaminación de aguas superficiales,</li> <li>• Mayor capacidad de retención de agua,</li> <li>• Menor lixiviado de nutrientes,</li> <li>• Menor riesgo de inundaciones</li> </ul>
<b>Costos</b>	USD: 548 para un conjunto de prácticas a implementar por finca.
<b>Especificaciones técnicas</b>	
Existen diferentes prácticas de manejo y conservación de suelo y agua que se pueden establecer de acuerdo con la zona de intervención. Para su implementación se recomienda la evaluación de las condiciones agroecológicas, las condiciones del suelo, la pendiente del terreno, los ecosistemas y agroecosistemas presentes, los aspectos legales que se deban cumplir, costos de las tecnologías, condiciones socioeconómicas de la familia productora, y los objetivos de la implementación de la práctica y la tecnología, entre otros.	
En esta ficha técnica se mencionan de manera general algunas prácticas consideradas para la conservación del suelo y agua el área del proyecto. Por su aplicabilidad, no se descarta el uso de otras estrategias que contribuyan a objetivos similares	
<b>Prácticas recomendadas</b>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso del suelo según su vocación de uso</li> <li>• Labranza mínima</li> </ul>	

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Abonos verdes y cobertura permanente del suelo</li> <li>• Barreras vivas</li> <li>• Pastoreo rotativo</li> <li>• Rotación de cultivos</li> <li>• Policultivos o cultivos asociados</li> <li>• Diversificación funcional</li> <li>• Uso de abonos orgánicos y biofertilizantes</li> <li>• Revegetalización de taludes</li> <li>• Trinchos, terrazas y gaviones</li> <li>• Surcos en contorno a partir del trazado en curvas de nivel</li> <li>• Zanjias de infiltración o banquetas</li> <li>• Estructuras para la cosecha y almacenamiento de agua</li> </ul>			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación del agua	Establecimiento de diseños agroforestales en predios cercanos a microcuencas hídricas	Estabilización de los suelos, protección de fuentes de agua y regulación de los drenajes y caudales	Incorporar especies forestales en la finca y predios estratégicos para la conservación
Conservación de suelos	Implementación de prácticas de conservación de suelos	Reducción de la erosión, reducción de la escorrentía, mejoramiento de la salud del suelo	Adopción de prácticas de conservación de suelos y aguas.
Educación ambiental	Capacitación a los promotores rurales y caficultores en prácticas de conservación de suelos		Educación ambiental

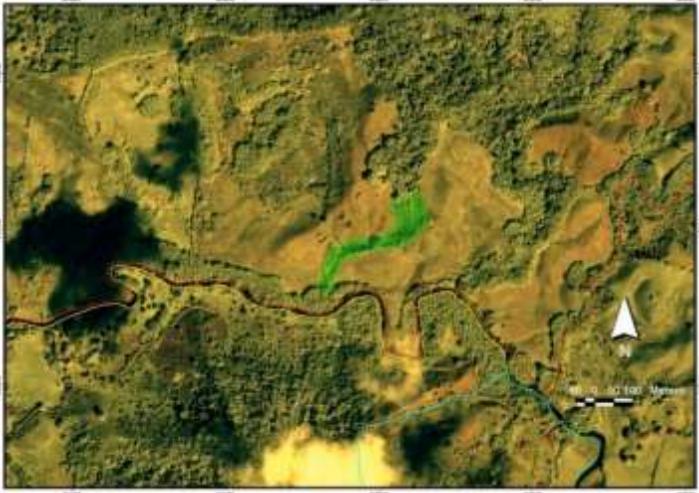
### 3.11. Corredor de conectividad con regeneración natural asistida

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Corredor de conectividad con regeneración natural asistida</p>
<p align="center"><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p align="center"><b>Descripción</b></p>	
<p>Los corredores de conservación son herramientas que ayudan a la conservación de la fauna y flora local, y la transformación del paisaje. Una vez constituidos, los corredores se convierten en conectores de franjas o parches de bosque y favorecen la dispersión de semillas y el traslado de animales silvestres. Al mismo tiempo, permiten la reproducción de especies locales en peligro de desaparecer.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección y restauración de corredores de conectividad, parches de bosque y rondas hídricas</li> </ul>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilizantes.</li> <li>• Cerca eléctrica. Ver componentes en la ficha de cerca eléctrica</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>USD: 134 por kilómetro (sin cerca eléctrica). USD: 760 por kilómetro (incluye el costo de 1 km cerca eléctrica).</p>
<p align="center"><b>Especificaciones técnicas</b></p>	
<p>Se calcularon 400 árboles por ha a los que se les hace control de malezas (3 plateos en el primer año, dos fertilizaciones durante el primer año y podas de formación). Incluye cerca eléctrica de protección, en sistemas de producción agrícola cuando se elabore el plan de finca se define si es necesaria la cerca de protección.</p>	



<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación de la biodiversidad	Aislamiento de parches de bosques y corredores de conectividad	Generación de corredores de conectividad	Implementación de cercas y control de malezas, podas y fertilización

### 3.12. Corredor d conectividad con enriquecimiento de especies nativas

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Corredor d conectividad con enriquecimiento de especies nativas y /o focales</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>os corredores de conservación o barreras vivas son herramientas que ayudan a la conservación de la fauna y flora local, y la transformación del paisaje. Una vez constituidos, los corredores se convierten en conectores de franjas o parches de bosque y favorecen la dispersión de semillas y el traslado de animales. Al mismo tiempo, permiten la reproducción de especies locales en peligro de desaparecer.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección y restauración de corredores de conectividad, parches de bosque y rondas hídricas.</li> </ul>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fertilizantes</li> <li>• Cerca eléctrica. Ver componentes en la ficha de cerca eléctrica</li> <li>• Plántulas de árboles nativos de especies focales</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>USD: 543 por kilómetro (sin cerca eléctrica) USD: 1.168 por kilómetro (incluye el costo de 1 km cerca eléctrica)</p>
<p><b>Especificaciones técnicas</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Incluye cerca eléctrica de protección, en sistemas de producción agrícola cuando se elabore el plan de finca se define si es necesaria la cerca de protección.</li> </ul>	



- Se propone sembrar dos líneas de árboles a 5 m entre árbol y 5 m entre surcos para un total de 400 árboles por kilómetro.
- Se presupuestaron dos plateos (control de malezas) por año por dos años y dos fertilizaciones en el primer año.

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación de la biodiversidad	Aislamiento de parches de bosques y corredores de conectividad	Generación de corredores de conectividad	Implementación de cercas y control de malezas, podas y fertilización y siembra de árboles

### 3.13. Cercas Eléctricas

<p><b>Elaboro:</b> Consultores CIPAV</p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Cercas Eléctricas</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>La cerca eléctrica constituye un circuito eléctrico en donde un impulsor solar o de corriente alterna genera impulsos cortos a intervalos de segundos para proteger perímetros, emitiendo una descarga que no produce un daño a los animales.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Protección áreas estratégicas para la conservación de la biodiversidad.</li> <li>• Protección de áreas naturales para favorecer la regeneración natural.</li> <li>• Protección de corredores de conectividad, parches de bosque y rondas hídricas en las fincas ganaderas.</li> <li>• Evitar el acceso directo del ganado a fuentes de agua.</li> <li>• División de potreros en ganadería.</li> </ul>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<p>Los materiales que se indican a continuación son para la instalación de 1 km de cerca eléctrica, con la cual se puede dividir 3 ha de pastoreo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Cuchilla de doble tiro</li> <li>• Desviador de rayos</li> <li>• Aisladores</li> <li>• Tensores de alambre</li> <li>• Voltímetro</li> <li>• Alambre triple galvanizado calibre 14 o 12,5 mm</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Impulsor solar de 2 julios, panel, batería de ciclo profundo y regulador de voltaje</li> <li>• Impulsor de corriente alterna 110- 220 voltios</li> <li>• Panel solar para impulsor de cerca eléctrica</li> <li>• Cable aislado</li> <li>• Manguera aisladora</li> </ul>		
<b>Costos</b>	USD: 626 por kilómetro de cerca eléctrica.		
<b>Especificaciones técnicas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• El impulsor o electrificador puede ser de energía solar o de corriente alterna, (esto dependerá de la disponibilidad de energía de la red nacional en cada finca) El presupuesto presentado se realizó con impulsores de 2 julios y de baja impedancia.</li> <li>• En el proyecto se propone que la distancia entre postes sea de 20 m. Al lado de cada poste el productor deberá sembrar un poste vivo como contrapartida para que la cerca favorezca la biodiversidad a futuro y se reduzca el costo por recambio de postes muertos que se hayan deteriorado.</li> <li>• En el proyecto se propone construir la cerca eléctrica con dos líneas de alambre triple galvanizado calibre 14.</li> <li>• Requiere menos mano de obra para su instalación.</li> <li>• Permite el ahorro en postes, la cerca convencional de púas requiere 333 postes/km, mientras que, la cerca eléctrica utiliza 50 postes/km.</li> <li>• Utiliza la mitad de alambre/km, en la cerca convencional se utilizan 4 líneas de alambre, mientras la cerca eléctrica únicamente dos líneas.</li> <li>• No ocasiona lesión a los animales (ganado y animales silvestres).</li> <li>• Previa capacitación del operario es fácil de instalar y manejar.</li> <li>• El costo total es cuatro a cinco veces menor que el de la cerca convencional con alambre de púas.</li> </ul>			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Conservación de la biodiversidad y fuentes hídricas	Aislamiento de parches de bosques, corredores de conectividad y fuentes hídricas	Generación de corredores de conectividad	Implementación de cercas eléctricas

### 3.14. Árboles dispersos en potreros

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Árboles dispersos en potreros</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Los árboles dispersos en potreros son una modalidad de sistema silvopastoril, presentan una estructura vertical multiestrato conformada por árboles y arbustos creciendo dispersos o en grupos, y cumplen una serie de funciones productivas, socioeconómicas y ambientales en la finca. Los árboles dispersos en potreros están constituidos por pasturas naturales, naturalizadas o mejoradas en las que se mantienen o incorporan árboles, arbustos o palmas en densidades mayores a 30 individuos por hectárea en arreglos espaciales geométricos o aleatorios.</p> <p>Los árboles asociados a las pasturas generan diversos beneficios para el ambiente y el sistema productivo, tales como sombra, fijación de nitrógeno, cobertura y mejora del suelo, mantienen la humedad del suelo, aporte de madera para postes, leña y otros usos, frutos; y además, funcionan como “piedras de salto” para la biodiversidad.</p> <p>Los árboles dispersos en potreros en su mayoría proceden de la regeneración natural; también pueden generarse de individuos plantados por medio de estacas, trasplante de plántulas del mismo potrero u otros sitios de la finca o plantas de viveros. La regeneración natural puede ser aprovechada por el productor para seleccionar y favorecer el establecimiento de árboles y arbustos a una densidad que permita la producción de pastos bajo el dosel y se forme el sistema silvopastoril</p>	



<p>Los árboles dispersos en potrero por regeneración natural se basan en la selección y manejo de diferentes especies arbóreas o arbustivas que aparecen en los potreros, sin que hayan sido sembradas por el hombre, donde las semillas han sido transportadas por animales, el agua o el viento. Para ello se recomienda realizar en los potreros un control manual o mecánico selectivo de las especies invasoras y promover el establecimiento de las especies deseables.</p>			
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Favorecer la conservación de la biodiversidad.</li> <li>• Establecer piedras de salto para la biodiversidad.</li> <li>• Generar sombrío para los animales.</li> <li>• Mejorar las propiedades físicas y químicas del suelo.</li> <li>• Aportar a la fijación de nitrógeno.</li> <li>• Aportar a beneficios productivos: madera para postes, leña, frutos y forrajes para el ganado y la fauna silvestre.</li> </ul>	
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mano de obra para el control selectivo de arvenses y selección de árboles.</li> <li>• Mano de obra para la poda de los árboles</li> <li>• Herramientas varias, equipos de poda, y equipos de protección personal (no incluidos en el costo).</li> </ul>	
<p><b>Costos</b></p>		<p>USD: 118 por hectárea</p>	
<p style="text-align: center;"><b>Especificaciones técnicas</b></p>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Se propone una densidad final de 30 a 50 árboles/ha.</li> <li>• Seleccionar diferentes especies de arbustos y árboles nativos, y especies adaptadas a la zona, que contribuyan con diferentes funciones y servicios en el sistema productivo.</li> <li>• Favorecer una distribución espacial adecuada de las leñosas en el potrero, de manera que contribuyan a la conectividad, conservación de la biodiversidad, conservación del agua, y a la productividad de la finca ganadera.</li> <li>• En el caso de ganadería, se requiere proteger los árboles que estén en crecimiento para que el ganado no los afecte.</li> <li>• Realizar podas de formación a los árboles, para estimular su crecimiento vertical y permitir la entrada de la luz del sol al estrato herbáceo (gramíneas, leguminosas y otras especies asociadas).</li> <li>• Aprovechar los productos generados de las podas (leña o madera) para uso en la finca.</li> <li>• Se recomienda que las áreas con árboles dispersos en potreros se dividan con cerca eléctrica para aplicar pastoreo rotativo, de manera optimizar el uso de los forrajes y evitar el sobrepastoreo.</li> </ul>			
<p style="text-align: center;"><b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b></p>			
<p><b>Aspecto ambiental</b></p>	<p><b>Fuente/ actividad</b></p>	<p><b>Impacto ambiental</b></p>	<p><b>Medida de intervención</b></p>
<p>Conservación de la biodiversidad y salud animal</p>	<p>Sistema de producción ganadera</p>	<p>Bienestar animal y Favorecer la conservación de la biodiversidad</p>	<p>Implementación arboles dispersos</p>

### 3.15. Cercas vivas multiestrato

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Cercas vivas multiestrato</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Las cercas vivas multiestrato son sistemas compuestos por dos o más especies de árboles maderables, frutales y/o palmas de diversos tamaños y características. De este tipo de cercas se puede obtener una mayor cantidad de productos (leña, madera, frutos, forraje, entre otros) y desde el punto de vista de conservación de la biodiversidad brindan un mayor beneficio que las cercas simples. Estas cercas pueden estar compuestas por una o varias líneas paralelas conformadas por árboles y arbustos diversos.</p> <p>Los árboles dispersos en potrero por regeneración natural se basan en la selección y manejo de diferentes especies arbóreas o arbustivas que aparecen en los potreros, sin que hayan sido sembradas por el hombre, donde las semillas han sido transportadas por animales, el agua o el viento. Para ello se recomienda realizar en los potreros un control manual o mecánico selectivo de las especies invasoras y promover el establecimiento de las especies deseables.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Favorecer la conservación de la biodiversidad; numerosas especies -aves, murciélagos, abejas, mariposas, perezosos, monos, entre otros. - encuentran en las cercas vivas un medio para sobrevivir, aún en áreas con mínima presencia adicional de árboles. Las cercas vivas se convierten en verdaderos corredores biológicos; el beneficio de estos corredores se incrementa de gran manera cuando las cercas vivas se conectan con áreas boscosas o corredores ribereños</p>



<b>Materiales y equipos requeridos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Plántulas de vivero árboles nativos y/o especies focales.</li> <li>• Cerca eléctrica. Ver componentes en la ficha de cerca eléctrica.</li> </ul>		
<b>Costos</b>	USD: 989 por kilómetro (incluye cerca eléctrica de 1 km).		
<b>Especificaciones técnicas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los árboles se siembran a una distancia de 3 m, en total 333 árboles por kilómetro de cerca.</li> <li>• Preferiblemente sembrar especies nativas e incluir especies de interés especial para la conservación, (especies focales).</li> <li>• También se puede complementar con la siembra de arbustos que ofrezcan recursos alimenticios para la biodiversidad asociada.</li> </ul>			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación de la biodiversidad y salud animal	Sistema de producción ganadera	Bienestar animal y Favorecer la conservación de la biodiversidad	Cercas vivas multiestrato

### 3.16. Seto forrajero multipropósito

<p><b>Elaboro:</b> <b>Consultores CIPAV</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Seto forrajero multipropósito</p>
<p align="center"><b>Imagen de referencia</b></p>	
	
<p align="center"><b>Descripción</b></p>	
<p>Los setos forrajeros son franjas de 2 – 4 m de ancho que cumplen la función múltiple de dividir los potreros o delimitar la finca, producir forraje para la alimentación del ganado y permitir el desarrollo de árboles. Los setos forrajeros integran las características de las cercas vivas multiestrato y de los bancos forrajeros, en una especie de cerca viva compleja, que asocia plantas forrajeras y árboles de alta importancia para la conservación de la biodiversidad.</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<p>Conectividad en sistemas ganaderos, atracción/protección de la biodiversidad.</p>
<p><b>Materiales y equipos requeridos</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Árboles y arbustos.</li> <li>• Cerca eléctrica. Ver componentes en la ficha de cerca eléctrica.</li> </ul>
<p><b>Costos</b></p>	<p>USD: 2.070 por kilómetro (incluye el costo de 1 km cerca eléctrica).</p>
<p align="center"><b>Especificaciones técnicas</b></p>	
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Requiere cerca eléctrica a cada lado de los arbustos.</li> <li>• Se siembra entre dos y cuatro líneas de arbustos y 333 árboles por kilómetro en el centro de los arbustos.</li> <li>• Los setos son además corredores de conservación que pueden tener diferentes arreglos espaciales. Se pueden construir con líneas de árboles sencillas, dobles o triples; en todos los casos, es posible mezclar varias especies de arbóreas y arbustivas para obtener setos de dos o más estratos. También se puede dar cabida</li> </ul>	



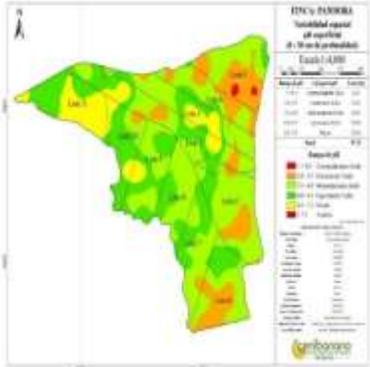
a especies pioneras deseables que empiezan a propagarse en estos espacios, aumentando la diversidad y la densidad del sistema.

- Para zonas inundables se pueden utilizar especies como la Erythrina fusca, o especies que toleran inundación y sequía como la Guazuma ulmifolia y Crescentia cujete que se adaptan muy bien a la región priorizada de la Ciénaga Grande de Santa Marta.

**Identificación de aspectos e impactos ambientales**

<b>Aspecto ambiental</b>	<b>Fuente/ actividad</b>	<b>Impacto ambiental</b>	<b>Medida de intervención</b>
Conservación de la biodiversidad y salud animal	Sistema de producción ganadera	Bienestar animal y Favorecer la conservación de la biodiversidad	Seto forrajero multipropósito

### 3.17. Salud del Suelo

<p><b>Elaboro:</b> <b>Cenibanano-Augura</b></p>	
<p><b>Solución tecnológica:</b></p>	<p>Salud del Suelo</p>
<p><b>Imagen de referencia</b></p>	
<div style="display: flex; justify-content: space-around;">    </div>	
<p><b>Descripción</b></p>	
<p>Este programa consiste en realizar mediciones muy específicas de 3 variables importantes para conocer las condiciones del suelo que son: Ph, Textura y Resistencia a la penetración, generando mapas de manejo, con estas tres variables se pueden tomar muchas decisiones para la recuperación del suelo</p>	
<p><b>Objetivos de la implementación</b></p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocer el estado actual del suelo en un punto específico</li> <li>• Recuperar las condiciones físicas y químicas favorables del suelo</li> <li>• Mejoramientos de la productividad</li> </ul>
<p><b>Materiales</b></p>	<p style="text-align: center;"><b>Recepción de Suelo</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Recepción del suelo: Recipiente de Aluminio, Stiker para Enumerar, Marcadores, Bandejas de Secado, Tamiz de 2 mm, licuadora Oste, Bolsa de Cubetas, cinta de enmascarar, bolsas de maniguetas 2 kilos, celular con GPS doble frecuencia, Table Galaxy TAB A 10,1, Invernadero de Secado, Estantería</li> <li>• Medición PH: Vasos Plásticos, Agitadores, Solución Búfer, PH 10, PH 7, PH 4, Solución de Almacenamiento, Solución de Limpieza, Dispensador, Agua Destilada, Balanza Analítica, Peachimetro</li> <li>• Medición Textura: Reactivos Dispersantes, Carbonato de Sodio, Hexametafosfato, Hidrómetro, Probetas Plásticas, Embolo para agitar, Malteadora, Termómetros Sumergibles</li> </ul>



	<ul style="list-style-type: none"> <li>Resistencia a la Penetración: Penetrologer, Puntas de repuestos</li> </ul>		
<b>Costos</b>	USD: 50 por Hectárea.		
<b>Especificaciones técnicas</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>Realizar una malla de muestreo (3 puntos /Ha), en cada punto tomar la muestra de suelo y con el penetrológer realizar la medición de la resistencia en el suelo en cada punto muestreado</li> <li>Las muestras de suelo se llevan a laboratorio donde 1. Se secan, 2. Se mide Ph , 3. Se mide textura</li> <li>Con las 3 mediciones, Resistencia a la penetración, Ph y Textura se realizan los mapas de manejo</li> <li>Con este insumo se toman decisiones para planes de trabajo en las fincas</li> </ul>			
<b>Proveedores</b>			
<ul style="list-style-type: none"> <li>CENIBANANO</li> </ul>			
<b>Identificación de aspectos e impactos ambientales</b>			
Aspecto ambiental	Fuente/ actividad	Impacto ambiental	Medida de intervención
Conservación de suelos	Prácticas Agrícolas en banano	Mejorar la salud del suelo	Estudio del estado del suelo