

Categoría de Ficha

Las fichas Categoría B son medidas de sostenibilidad bioclimáticas con un grado de complejidad técnica media, que podrían ser complementarias o bien necesarias en la implementación de otras actividades, incluidas en: **Manual de agricultura sostenible con énfasis en biodiversidad y cambio climático**

B

Medidas Relacionadas

- 4 Análisis y control de erosión
- 9 Control de deriva 10 Control biológico de plagas
- 12 Estimación de huella de carbono
- 16 Identificación y control de especies exóticas invasoras
- 17 Vivero con especies locales adaptadas
- 18 Recuperación de hábitats naturales degradados
- 20 Reservorios de biodiversidad
- 22 Rutas de conectividad internas y externas
- 24 Protección de Polinizadores
- 25 Monitoreo de especies indicadoras del ecosistema
- 29 Sensibilización en temas medioambientales
- 30 Mapas de sostenibilidad

Estándares Internacionales relacionados con la medida

Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3
Requisitos: 6.3.1, 6.3.3



Criterio de Comercio Justo-para Organizaciones de Pequeños Productores 2019, V2.5
Requisito: 3.2.34



Estándar de Agricultura Sostenible para Cultivos 2020, V2-2.
Indicador: 4.5.1.5, 4.5.1.9



Plazo de Implementación

Hasta 3 años

giz Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

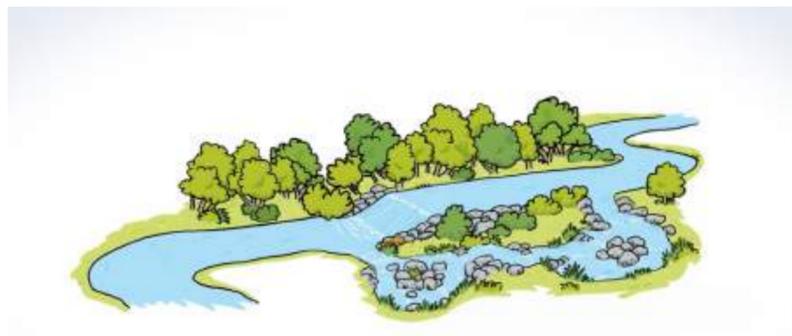
GIZ Costa Rica: giz-costa-rica@giz.de
Elaborado: Mayo 2023 M.Sc. Mauricio Salas V

Zonas de protección de recurso hídrico

FICHA
19

Descripción de la medida

Las zonas de protección del recurso hídrico son franjas de vegetación natural que ayudan a mitigar impactos generados por actividades humanas y favorecen la conservación de la biodiversidad asociada a los ecosistemas acuáticos que limitan con áreas productivas. Incluyendo los ríos, quebradas, nacientes (permanentes y temporales), lagunas, esteros y otras fuentes naturales.



En el mundo la mayor parte de los cuerpos de agua saludables tienen sus orillas cubiertas por una vegetación ribereña¹ diversa y estratificada, compuesta por distintas especies de plantas que forman una comunidad.

La salud y composición de estas comunidades vegetales son la característica visible más usada para calificar el estado de la zona de protección del recurso hídrico, la cual además funciona como una interfase de transición² o filtro entre el ecosistema acuático y el terrestre.

Esta condición propicia un fuerte control sobre el microclima del cauce, modulando la cantidad y calidad de radiación solar que incide sobre el cuerpo de agua en función de la altura y densidad de la vegetación³ y generando a la vez, cambios en los volúmenes de agua disponible, recurso importante no sólo para la biodiversidad sino también para el consumo humano y el suministro para actividades de riego y procesamiento necesarias en la agricultura.

Cuando las zonas de protección se adelgazan o desaparecen por actividades humanas no controladas, se pueden generar diversos impactos en los ecosistemas, pues se propicia la erosión del suelo (*especialmente en sitios de clima tropical con fuertes lluvias*), la lixiviación de nutrientes y pesticidas, los cambios en la temperatura del agua, entre otras. Todo esto crea ambientes propicios para establecimiento de especies exóticas con características invasivas⁴ que pueden desplazar fauna y flora nativa, generando una profunda modificación del ecosistema natural⁵.

¹ Vegetación ribereña: se refiere a asociaciones vegetales que cubren las zonas de los márgenes de cuerpos de agua, donde las características del suelo, sobre todo el nivel freático, están influidas por la dinámica fluvial. La composición y estructura de la vegetación ribereña refleja la calidad ecológica de las zonas de protección del recurso hídrico, y su condición debe ser evaluada a partir de un punto de referencia determinado para cada cuerpo de agua. [Universidad Austral de Chile, 2013.](#)

² Zonas que mantienen interacciones únicas entre sistemas ecológicos adyacentes y cuenta con atributos físicos y químicos específicos, propiedades bióticas y procesos de flujo de materia y energía, únicos que amortiguan dichas interacciones. [Universidad Autónoma Chapingo, 2016](#)

³ Flora y vegetación ribereña en la Reserva Nacional Trapananda, Región de Aysén, Chile. [Universidad Austral de Chile, 2013.](#)

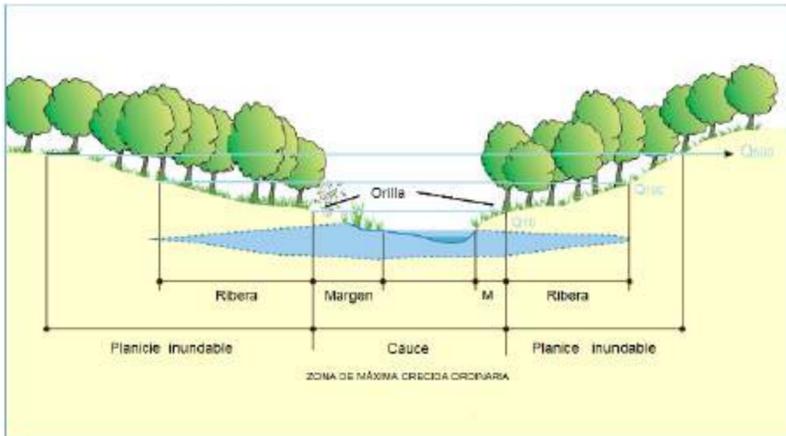
⁴ Ver [ficha #16](#) "Identificación y control de especies exóticas invasoras".

⁵ Restauración de bosques ribereños y agua dulce: ¡gran oportunidad. [Universidad Nacional de Tucumán, 2019.](#)



La función ecológica en las zonas de protección del recurso hídrico⁶ juega un importante papel en el manejo de plagas en los cultivos adyacentes, al mantener una alta densidad de aves asociada a la vegetación ribereña, las cuales son depredadoras de roedores e insectos de importancia en la agricultura. Por otro lado, la naturaleza lineal de estas zonas, las constituyen en rutas de conectividad⁷, al integrar parches de bosque y propiciar la dispersión de diversas especies.

Otros servicios ambientales de la vegetación ribereña son la captura de CO₂, generación de oxígeno y regulación climática a través de generación de microclimas. Según estudios⁸ realizados en Colombia en el 2020, la cantidad de carbono total almacenado por hectárea en bosques de galería⁹ oscila entre 16 y 74,2 Mg C/ha.



Los ecosistemas ribereños también son reconocidos como zonas de amortiguamiento, en donde el ancho de la franja vegetal, la continuidad longitudinal, la composición, edad y condición de la vegetación, la geomorfología y fragilidad del sitio, son factores relevantes para considerar en el desarrollo de un plan de restauración¹⁰.

El ancho de las zonas ribereñas¹¹ recomendado puede variar de acuerdo con cinco diferentes funciones:

- Protección de la calidad del agua (5-30 m),
- Hábitat ripariano (30-500 m),
- Estabilización de orillas (10-20 m),
- Atenuación de inundaciones (20-150 m)
- Aporte de detritus¹² (3-10 m).

En todo caso es necesario considerar también las normativas internacionales y la legislación de cada país en cuanto a las zonas mínimas de protección del recurso hídrico. Además, es importante valorar que los esfuerzos de conservación y restauración de estos ecosistemas tienen una repercusión a nivel del paisaje, al mejorar el estado de las cuencas hidrográficas que

son utilizadas por múltiples actores y minimizar efectos por cambios climáticos, acentuados y visibles especialmente en áreas de producción agrícola.

Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático:

- Provee de hábitat, refugio y otros recursos necesarios para la fauna local o migratoria, incluyendo especies endémicas o con algún nivel de vulnerabilidad¹³.
- Promueve el intercambio genético entre organismos.
- Favorece el movimiento de diferentes especies, entre ellas polinizadoras y dispersoras de semillas, ayudando a la regeneración del ecosistema y brindando mayor estabilidad y disponibilidad de recursos.
- Disminuye los riesgos de extinción de especies por efectos de cambios climáticos adversos y aislamiento geográfico, al ser áreas focales de los biocorredores.
- Controla naturalmente la temperatura del agua y la luminosidad que la atraviesa, lo que mejora la biodiversidad y la salud de hábitats acuáticos y terrestres.
- Transforma el ecosistema ripario en un filtro de nutrientes, a la vez que aporta materia orgánica a sistemas fluviales.
- Protege el recurso hídrico mediante la formación de zonas de amortiguamiento a lo largo de ríos, quebradas u otros cauces naturales.
- Favorece el establecimiento de áreas de remoción de Gases de Efecto Invernadero (GEI) que pueden ayudar a la finca a alcanzar la carbono neutralidad, o bien pueden ser utilizadas en la venta de bonos de carbono como método de compensación de GEI por diversas organizaciones.

Beneficios para la persona productora

- Mejora en la calidad y cantidad de agua disponible, recurso utilizado en actividades de riego y procesamiento.
- Incrementa la biodiversidad de especies que además de tener un valor intrínseco, brindan servicios para el control natural de plagas presentes en el cultivo¹⁴.
- Favorece el reconocimiento económico por los esfuerzos de conservación, mediante iniciativas de pagos por servicios ambientales implementadas en algunos de los países.
- Ayuda a la estabilidad del suelo a orillas de fuentes naturales, evitando el socavamiento del terreno por erosión fluvial o eólica.
- Permite el desarrollo de zonas de amortiguamiento contra vientos fuertes y otros fenómenos hidrometeorológicos (inundaciones, sequías, huracanes, etc.).
- Fortalece esfuerzos regionales de manejo de cuencas hidrográficas, permitiendo a la finca su participación e integración con las comunidades vecinas.
- Permite obtener una mejor valoración de imagen de la persona productora a nivel local, regional e internacional, facilitando la comercialización de sus productos, fortaleciendo el cumplimiento de la legislación nacional y protocolos de certificación como Rainforest Alliance y Comercio Justo.

⁶ Ecología en las zonas ribereñas. [Universidad Autónoma Chapingo, 2016](#)

⁷ Ver [ficha #22](#) "Rutas de conectividad internas y externas"

⁸ Captura de carbono en biomasa de sistemas de uso del suelo, municipio de Yopal, Casanare, Colombia. [Universidad de los Llanos - Villavicencio, 2020](#).

⁹ Bosque de galería es aquel que se encuentra al borde de los cuerpos de agua formando una comunidad de árboles, enredaderas, epífitas y herbáceas de gran complejidad. [Ecosistemas De Costa Rica, 2021](#).

¹⁰ Ver [ficha #18](#) "Recuperación de hábitats naturales degradados"

¹¹ Design Recommendations for Riparian Corridors and Vegetated Buffer Strips. [U.S. Army Engineer Research and Development Center, 2000](#)

¹² Detritus: Resultado de la descomposición de una masa sólida en partículas. [Real Academia Española, Consultada 2022](#).

¹³ Especies amenazadas, en peligro o con poblaciones reducidas. (ver marco legal de cada país).

¹⁴ Ver [ficha #10](#) "Control biológico de plagas"



Fuente: Finca Don Fuad 2, Tebaco, 2020

Zona de Protección del Río Frio/ Santa Marta, COL.

Metodología de implementación de la medida

Las actividades agrícolas históricamente se han relacionado con la degradación de la calidad del agua y la transformación de zonas de protección del recurso hídrico; razón por la cual la medida de sostenibilidad propuesta busca establecer una estrategia dirigida a la recuperación y conservación de la vegetación ribereña demostrando que es posible mantener la resiliencia¹⁵ de los ecosistemas de agua dulce mientras se cultiva de manera responsable, teniendo como guía los siguientes pasos:



Paso 1: Mapeo e identificación de cuerpos de agua

- La primera actividad es la identificación de todos los cauces naturales ubicados en la finca incluyendo aquellos que forman parte de los límites. Se debe poner especial atención a riachuelos que en el pasado hayan sido transformados o incluidos en el sistema de canales; así como lagunas o ciénagas que fueron disminuidas por efectos de drenaje. Algunas señales de orientación para estos casos son: fondo rocoso, curso sinuoso, presencia permanente de agua, presencia de algas y/u otras formas de vida acuática.
- Como complemento, es recomendable verificar registros nacionales, imágenes aéreas o incluso software en línea como [Google Earth](#), que ayuden a determinar la presencia de fuentes naturales en la finca y permita de forma comparativa (diferentes años) analizar cambios.
- A partir de la inspección en sitio y la revisión de diversas fuentes y medios digitales, la persona productora puede elaborar un mapa que contenga toda la información recopilada y que permita inicialmente visualizar el estado de los ecosistemas acuáticos y sus zonas de protección aledañas. Para la elaboración de mapas¹⁶ se pueden utilizar diversos programas o aplicaciones como la herramienta gratuita de [QGIS](#), lo cual permite integrar los datos de forma espacial, facilitando la toma de decisiones.

En el caso de pequeños productores que tengan limitaciones de uso de herramientas digitales, una opción es diseñar mapas sencillos o croquis, en donde pueden identificar los ecosistemas acuáticos localizados.

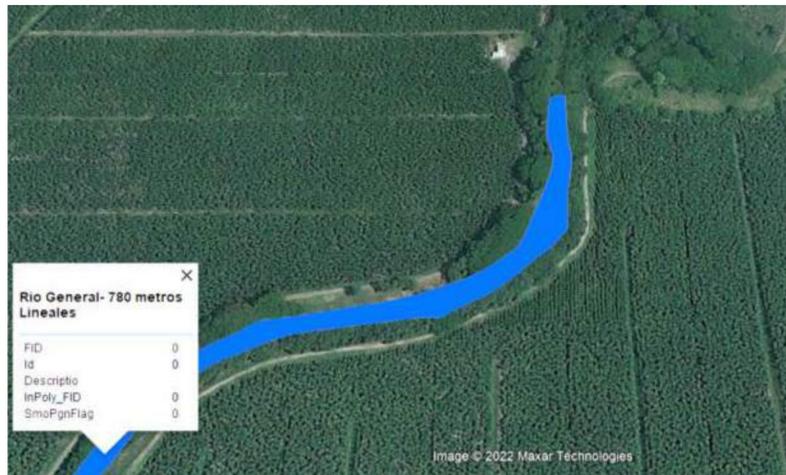


Figura 1. Imagen representativa de un río general junto a cultivo de banano



Paso 2: Caracterización de las zonas de protección

Una vez identificados los cauces naturales en el mapa, el siguiente paso es la caracterización de la zona de protección, para lo cual es necesario establecer mediciones de la longitud de la fuente natural y ancho de la franja de vegetación aledaña. En este sentido la persona productora puede segmentar la zona de protección para facilitar el análisis, verificando si la franja de vegetación es conforme con las distancias mínimas determinadas en la legislación de cada país¹⁷, o en su ausencia, según criterios técnicos (*indicados en la sección de descripción de esta ficha*) o requerimientos de normativas internacionales. Importante tomar en cuenta que cada país tiene consideraciones diferentes para definir el área que se debe respetar, en donde se prioricen los esfuerzos de conservación o recuperación del ecosistema en ausencia del cultivo principal (por ej: banano, café o piña).

- Por otro lado, las mediciones de la zona de amortiguamiento deben considerar como punto inicial el borde del espejo de agua, teniendo en cuenta el nivel más alto del agua en una época lluviosa normal. Es necesario generar el mismo retiro a cada lado del cuerpo de agua y, si el cauce natural se ubica a lo interno del área productiva, calculando al mismo tiempo el área actual con presencia de cultivo que debe ser retirada y dedicada a la protección del recurso hídrico.

Tomando como ejemplo el río general de la figura 1, el análisis realizado a través de mediciones en campo y uso de herramientas digitales, determinan:

Longitud: 780 metros lineales (*ambos lados 1.560 mtrs*)

Ancho de la zona de protección (ZP): variable por lo cual se segrega el ecosistema en 4 secciones:

- **A1:** ZP de 10 metros ancho en 580 metros longitud
- **A2:** ZP de 15 metros ancho en 200 metros longitud
- **B1:** ZP de 8 metros ancho en 450 metros longitud
- **B2:** ZP de 30 metros ancho en 330 metros longitud

¹⁵ Resiliencia refiere entonces a la capacidad de un ecosistema para responder a algún tipo de perturbación, y a su vez, una medida de la rapidez con que se recupera. [Biología La Guía, 2018.](#)

¹⁶ Ver [ficha #30 "Mapas de sostenibilidad"](#)

¹⁷ Zona de Protección del Recurso Hídrico: Colombia: 30 metros ([Decreto 1449- Art 3b](#)); Costa Rica: 10-15 metros ([Ley Forestal 7575- Art 33b](#)); Ecuador: 30 metros ([Acuerdo 365- Art 14](#)); República Dominicana: 30 metros ([Ley 64-00- Art 129](#))



Imagen Representativa: Segmentación de la ZP- Río General

Zona de Protección requerida por Ley: **30 metros** de ancho compuesta de vegetación natural nativa

Cálculo del ZP objetivo (ha): 4,68ha (por ley)

Cálculo del ZP actual (ha)¹⁸: 2,23ha

Imagen Representativa: Segmentación de la ZP- Río General

Como resultado del análisis, la finca debería trabajar en una estrategia de restauración orientada no sólo a mejorar las condiciones actuales de la zona de protección; sino también en cumplir con el área de retiro faltante, que en este caso del ejemplo son 2,45 hectareas. De esta forma, una vez se determina la necesidad de ampliación de la zona de protección, la administración de la finca puede valorar posibles espacios de resiembra¹⁹ para poder compensar las áreas de cultivo que serían removidas de manera planificada. Buscando cumplir (en plazos definidos) con los criterios legales y/o técnicos, al mismo tiempo que se reduce el impacto económico que puedan generar estos cambios en la finca.

- Finalmente, la caracterización debe completarse mediante una evaluación del estado ecológico²⁰ de la franja de vegetación a lo largo de la zona de protección o bien según la segmentación aplicada, actividad que debería ser guiada por un profesional; determinando las actividades a ser implementadas, según la condición general observada en el sitio, considerando al menos:
 - Tipos de especies dominantes y presencia de especies exóticas invasoras
 - Condición estructural de la vegetación²¹; priorizando el trabajo en zonas desprovistas de cobertura natural, o bien con vegetación escasa o dispersa.
 - Disponibilidad de árboles semilleros que puedan ser utilizados en actividades de reforestación/regeneración.



Paso 3: Estrategia de restauración²².

Los resultados de la caracterización de las zonas de protección permiten direccionar los esfuerzos de restauración ecológica²³ buscando recuperar la biodiversidad, la integridad²⁴ y la salud ecológica²⁵ del ecosistema, lo que en conjunto garantiza su sostenibilidad a largo plazo.

La estrategia de restauración a ser implementada, debe ir en

función del nivel de degradación que existente en un sitio, de esta forma la persona productora puede priorizar, planificar e implementar las acciones a lo largo de las zonas de protección, teniendo en cuenta que el objetivo es recuperar los bosques y las comunidades de especies autóctonas de la región, promoviendo actividades de regeneración e introducción de especies nativas que brinden alimento, refugio y sitios de anidamiento para la fauna local; cumpliendo al mismo tiempo con la normativa aplicable de manera progresiva.

A continuación, se detallan diferentes estrategias de restauración aplicables, según la condición de cada sitio:

a. Regeneración natural pasiva

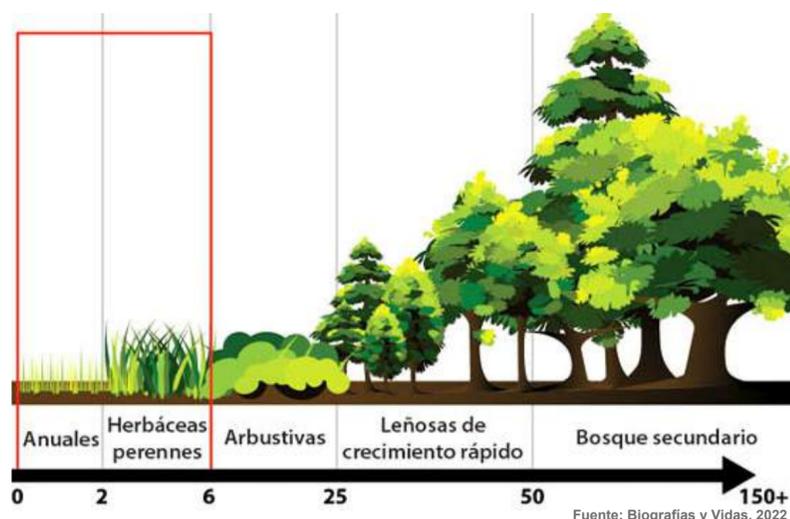
Consiste en eliminar o minimizar las perturbaciones causantes de la degradación, dejando que el ecosistema pueda recuperar por sí mismo su estructura y funcionalidad²⁶. En este sentido los bosques que se regeneran naturalmente pueden secuestrar grandes cantidades de carbono atmosférico²⁷.

La regeneración natural pasiva, es un enfoque eficaz cuando la zona de protección a ser restaurada no presenta una alteración importante y mantiene un suministro variado y constante de semillas cerca que puedan ser dispersadas por los animales y/o el viento; de lo contrario podría tomar mucho tiempo recuperar el ecosistema a un estado de sucesión natural efectivo. En ese caso resulta necesario realizar acciones directas que normalmente tienen un costo económico asociado.

b. Regeneración asistida

Como el nombre lo indica, esta estrategia implica acelerar los procesos naturales, generando acciones que beneficien la recuperación del ecosistema. En este caso se busca intervenir (con orientación técnica) las zonas de protección, mediante la siembra de plantas seleccionadas y la eliminación de barreras y amenazas de crecimiento de la vegetación nativa, como por ejemplo, competencia con especies invasivas o dominantes que limitan la germinación de semillas y restringen la diversidad de especies potenciales.

La regeneración asistida, no debe incluir técnicas de control químico para el manejo de herbáceas u otras plantas que se desean extraer o sustituir dentro de las zonas de protección del recurso hídrico.



Fuente: Biografías y Vidas, 2022

Proceso de sucesión se puede acelerar con estrategias de restauración activas.

¹⁸ Para determinar la extensión del área, se debe considerar los m2 de cada sección y convertir el dato final en hectáreas, por ejemplo: la sección A1 tiene una franja de vegetación de 10 metros de ancho a lo largo de 580 metros lineales, por lo cual al transformar el dato a m2 representa (5.800m2) en hectáreas sería (0,58 ha).

¹⁹ Considerando: zonas ociosas, áreas en descanso, espacios de plantas perdidas o lotes poco productivos, entre otros.
²⁰ El estado ecológico es una expresión de la calidad de la estructura y el funcionamiento de los ecosistemas acuáticos asociados a las aguas superficiales en relación con las condiciones de referencia. [Ministerio para la Transición Ecológica y el Reto Demográfico, 2020.](#)

²¹ Se refiere al patrón espacial de distribución de las plantas (estratificación, abundancia). [GENMEDOC, 2017](#)

²² Ver [ficha #18](#) "Recuperación de hábitats naturales degradados". Para una mayor información acerca de las estrategias

de restauración

²³ Restauración Ecológica: es un proceso de ayuda en la recuperación de la salud, integridad y sostenibilidad de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. [SER, 2022.](#)

²⁴ Estructura y función

²⁵ Aspectos como resiliencia e interacciones sanas con ecosistema adyacentes.

²⁶ Guía Práctica de Restauración Ecológica. [Fundación Biodiversidad del Ministerio para la Transición Ecológica, 2018](#)

²⁷ Claves para Entender el Potencial de la Regeneración Natural en la Restauración de los Paisajes Forestales. [CIFOR, 2021.](#)

c. Reforestación

La reforestación es un proceso planificado que requiere, obtención de semilla, producción de plántulas, selección de las áreas a reforestar, preparación del terreno, siembra, mantenimiento y reposición.

La reforestación a lo interno de las zonas de protección de los cauces naturales debe realizarse con especies de plantas nativas seleccionadas, que a la vez no representen un riesgo como hospederas de plagas y enfermedades para el cultivo principal. Esta actividad normalmente requiere de limpieza del entorno y apertura de espacio de siembra para la incorporación de nuevas plantas, lo cual implica que se deben tener los cuidados necesarios para evitar generar alteraciones o focos de deforestación dentro de las áreas de protección del ecosistema; así como retiro de secciones de cultivo (*según aplique*) que deberían estar dedicadas a la conservación del recurso hídrico. Como fuentes de recursos para esta actividad, se recomienda el desarrollo de viveros²⁸ y la identificación en finca de árboles de especies de interés que pueden proveer semillas o plántulas a bajo costo.

d. Combinación de varias alternativas

Otra posibilidad es la combinación de diferentes estrategias, lo cual es muy común para fincas que tiene áreas de protección con asociaciones vegetales en diferentes estadios de desarrollo o bien en secciones del ecosistema acuático donde no existe una zona de protección, ya que el cultivo se extiende hasta el espejo de agua.

Adicionalmente la persona productora debe considerar otros aspectos relevantes para la implementación y sostenibilidad de la estrategia de restauración:

- La composición estructural sugerida para la restauración de un bosque ripario (*especialmente cuando se tiene la necesidad de iniciar desde cero un proceso de restauración*): puede tomar como referencia la secuencia de tipos de vegetación indicada en la figura 2. De esta forma, las primeras líneas vegetativas ubicadas junto a la plantación, deberían ser resistentes al fuego y de porte bajo o arbustivo para evitar riesgos durante el desarrollo de trabajos o actividades propias del cultivo, por ejemplo, en aplicaciones vía aérea para el control sigatoka en fincas de banano. Por otro lado, también se debe evitar la siembra de plantas con flores o frutos junto a las áreas de cultivo para disminuir el impacto de la deriva química²⁹ sobre polinizadores³⁰ o especies de borde.
- Definir un plan de mantenimiento y poda para especies de copa ancha que generen sombra excesiva que pueda afectar la productividad o acentuar problemas de enfermedades fungosas en estas áreas periféricas.
- Al seleccionar las especies también se deben considerar los servicios ecosistémicos que brindan y las necesidades de la biodiversidad³¹ que ocupa el hábitat.

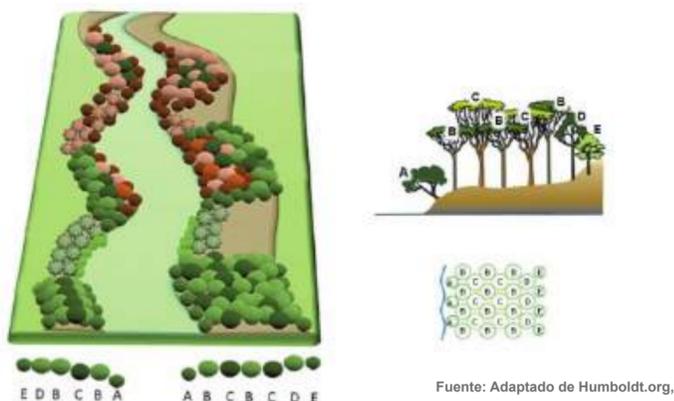


Figura 2. Composición estructural sugerida de un bosque ripario.

²⁸ Ver ficha #21 Vivero con especies locales adaptadas
²⁹ Ver ficha #9 "Control de deriva"
³⁰ Ver ficha #24 "Protección de polinizadores"
³¹ Alimentación, forrajeo, anidación, refugio, entre otros.

Estrategia de restauración bosque ripario:

- A) árboles o arbusto rivereños.
- B) especies grandes y coposas.
- C) especies raras, amenazadas y atractivas para polinizadores.
- D) arbustos y árboles de menor altura.
- E) especies arbustivas resistentes al fuego sin frutos ni flores.

Independientemente de la estrategia a trabajar se debe considerar la importancia de estas zonas de protección a nivel de paisaje, si bien el esfuerzo de restauración inicia en la finca, estos ecosistemas son parte integral de cuencas hidrográficas utilizadas por diversos actores. Por otro lado, estos procesos ofrecen además la oportunidad de integrar a las comunidades vecinas en los esfuerzos de regeneración/reforestación, generando un impacto en educación y sensibilización a nivel local. Finalmente es necesario considerar un presupuesto y los recursos necesarios para la implementación de la estrategia de restauración.



Paso 4. Implementación del plan

Una vez definida la estrategia de restauración, se elabora un plan de trabajo el cual debe detallar las actividades de asistencia y siembra de especies vegetales, ubicación (con énfasis en sectores prioritarios), responsables y los plazos de implementación. Una práctica sugerida es georreferenciar cada árbol al momento de la siembra, esto permite crear un mapa completo de la zona restaurada y facilita el seguimiento en las primeras etapas de desarrollo y el monitoreo a lo largo del tiempo.

Tabla 1. Dos escenarios de implementación de bosques ribereños.

Finca sin zonas de protección:	Finca que requiere mejorar sus zonas de protección
Año 1: identificación de fuentes naturales y el estado de las zonas de protección	Año 1: identificación de fuentes naturales y el estado de las zonas de protección
Año 2: Diseño de un plan de restauración basado en las 4 posibles estrategias	Año 2: Diseño de un plan de restauración basado en las 4 posibles estrategias
Año 3: Avance de un 30% del área definida por ley	Año 3: Implementación de acciones concretas de restauración en áreas seleccionadas como prioritarias, asegurando el cumplimiento legal.
Año 4: Avance de un 30% adicional del área definida por ley	
Año 5: Avance del 40% restante y cumplimiento legal	



Paso 5. Plan de Monitoreo y mantenimiento

a. Monitoreo

Es necesario establecer un plan de monitoreo para poder evaluar el avance de las actividades incluidas en la estrategia de restauración. El plan debe considerar la periodicidad y recurso (humano y económico) que pueda facilitar la finca para el desarrollo de la actividad, sin embargo, se sugiere al menos realizar un monitoreo de campo cada seis meses.

Se puede elaborar una matriz de análisis que incluya las especies seleccionadas, el número de plantas sembradas por cada especie, la cantidad de individuos que se mantienen vivos y los que se deben reponer por perdida. Si se cuenta con los recursos, la persona productora puede georreferenciar las plántulas instaladas para llevar una estadística más exacta.

Una oportunidad interesante, es incluir en el monitoreo la cantidad de CO₂ fijado³² por las áreas en restauración, esto puede hacerse mediante parcelas de control con ayuda de un profesional en ciencias ambientales.

b. Mantenimiento

Las áreas en regeneración necesitan asistencia. Al menos una vez al año es necesario eliminar pastos y especies exóticas o invasivas con la supervisión de un experto. En áreas de reforestación es necesario vigilar el desarrollo de las plantas hasta que alcancen suficiente madurez. Algunas actividades adicionales necesarias son las rodajas para los arbolitos nuevos, fertilización orgánica, deshierba y resiembra. Dependiendo de la especie se requieren entre 3 y 5 años de cuidados.

También es recomendable colocar rótulos, demarcar las áreas en restauración para evitar que por error se fumiguen o corten. Finalmente, se deben tener en cuenta las zonas manejo diferenciado, considerando al menos una franja de 10 metros sin aplicaciones en cultivos de banano y 10 metros de cordón sanitario sin cultivo en fincas de piña.

c. Capacitación

Capacitación. Finalmente, la capacitación del personal respecto a las zonas de protección de recurso hídrico, zona de manejo diferenciado, áreas en regeneración asistida o en reforestación es clave para el éxito de la implementación de la medida.

Indicadores de desempeño

- Cantidad de hectáreas transformadas en zonas de protección del recurso hídrico.

- Cantidad de metros lineales de rivera protegida según la legislación.
- Cantidad total de árboles sembrados.
- Toneladas de CO₂ fijadas/compensadas. - Ingreso anual en \$ por venta de bonos de carbono procedentes de zonas de protección del recurso hídrico.

Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- *Interno:* Se sugiere la formación de un Comité Gestor en finca para facilitar la implementación de la medida, así como la asignación de 2 trabajadores a tiempo parcial para la siembra, mantenimiento y vigilancia de las zonas en regeneración o reforestación.
- *Externo:* Profesionales en biología con experiencia en restauración de ecosistemas ribereños.

Referencia de Costos:

- Elaboración de un mapa que incluya en detalle el área de las zonas de protección de recurso hídrico (\$100 a \$300)
- Consulta técnica para el desarrollo de planes de reforestación y/o regeneración asistida, por parte de un profesional (\$225 por día).
- Desarrollo de viveros³³ o compra de plántulas para zonas de protección (\$4-\$8 por árbol)
- Actividad de siembra y reposición de especies vegetales en las zonas de protección, realizado por personal de la finca. Valor base el salario mínimo legal por hora, según país.
- Área de cultivo retirada para dar lugar a los bosques ribereños, el costo por área depende de la productividad de cada finca.

Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

Las zonas de protección del recurso hídrico son fundamentales en la conservación y la salud de los cuerpos de agua, estas son áreas de transición que además tienen el potencial de generar múltiples beneficios para la agricultura, favoreciendo el control biológico de las plagas, la prevención de la erosión y la disminución de los efectos por inundaciones y sequías; sin dejar de lado que mejoran la calidad y cantidad de agua disponible, recurso utilizado en actividades de riego y procesamiento.

Seleccionar una adecuada estrategia de restauración de las zonas de protección permite a la persona productora maximizar los servicios ecosistémicos que recibirá la finca y asegurar los beneficios implícitos para el medioambiente.

³² Ver [ficha #12](#) "Estimación de huella de carbono"

³³ Ver [ficha #17](#) "Vivero con especies locales adaptadas"

Casos de éxito



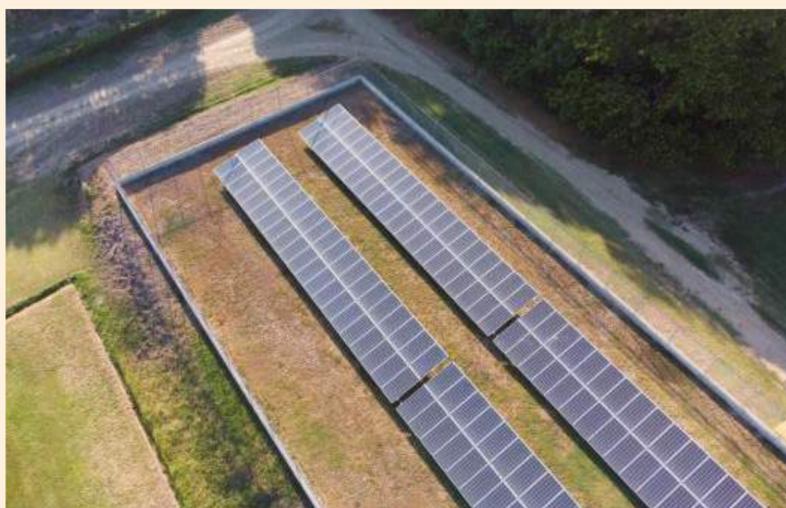
[Quinta Pasadena S.A.](#) es una finca de banano de 136,64 hectáreas, ubicada en la provincia de Monte Cristi en República Dominicana, propiedad de la empresa exportadora de frutas Savid Dominicana C. por A. y miembro de la Asociación Dominicana de Productores de Banano, Inc. (ADOBANANO). Anteriormente era una unidad de producción destinada al pastoreo intensivo, pero desde el 2005 se transformó en un proyecto integral, donde interactúa la producción pecuaria con la agricultura como dos actividades complementarias, generando así leche y carne para el mercado nacional y banano orgánico (Cavendish) para los mercados internacionales. La finca cuenta con un área de conservación de 38,85 hectáreas y esta certificada bajo diversas normas internacionales como Global GAP, Fairtrade y Orgánica.



La finca colinda con el río Yaque del Norte y como parte de su compromiso de sostenibilidad, se protege el bosque ripario aledaño, el cual en un 80% cumple con la distancia de 30 metros establecida por la legislación nacional. Para el restante 20% (diezmado por inundaciones) la administración ha planificado un plan de reforestación con especies nativas que son reproducidas en el vivero de la finca y que provienen de árboles semilleros del mismo ecosistema. No se realiza ningún tipo de intervención y se promueve la regeneración natural y la protección de la biodiversidad que utiliza este hábitat.



La finca realiza una extracción controlada de agua del río para suplir actividades de irrigación, práctica que cumple con los requisitos de ley, realizando un almacenamiento temporal en reservorios y utilizando sosteniblemente el recurso mediante sistemas de riego por goteo, el cual es alimentado por energía solar proveniente de un complejo de 2.791 paneles solares que fueron adquiridos con el objetivo de reducir el uso de combustibles fósiles; disminuyendo de la misma forma las emisiones de gases de efecto invernadero y la contaminación ambiental.





Casos de éxito

Hacienda Río Negro, es una finca de producción de café de 355 hectareas, perteneciente a La Minita Corp., ubicada en la zona sur de Costa Rica, en el pueblo de San Luis, de Sabalito en la región de Coto Brus, muy cerca de la frontera con Panamá. Desde el año 2001, se convirtió en la primera finca de café en Costa Rica en obtener la certificación Rainforest Alliance. Actualmente, la Hacienda conserva 335 hectareas de ecosistemas naturales de alta relevancia, no sólo por la biodiversidad que sostienen, sino también por su cercanía con el Parque Internacional La Amistad.

El nombre de la Hacienda se debe al Río Negro, el cual recorre la finca en dirección este a oeste a través de 5 secciones de cultivo: Taco, Cataratas, Pueblo Nuevo, Pantoja y Tierras Mojadas; siendo esta última en donde el bosque galería conecta con el área de conservación de la Finca Cotón (unidad de producción vecina) que a su vez se integra con el Parque Internacional la Amistad, formando así un corredor biológico de gran importancia para la conservación de especies de flora y fauna regional, incluyendo especies en peligro de extinción como la danta "*Tapirus bairdii*" y el puma "*Puma concolor*".

La Hacienda mantiene dos concesiones sobre el río, otorgadas por la Dirección de Agua del Ministerio de Ambiente y Energía (MINAE- Renovación 2011), la primera para uso industrial (procesamiento del café) por 8,1 l/s y la segunda para la generación hidroeléctrica (240kw) en donde se establecen caudales variables según los meses y épocas del año (invierno y verano), actividad que aporta el 30% de la energía utilizada en el proceso de beneficiado anualmente. Este esfuerzo de producción de energía a través de fuentes renovables junto con un adecuado tratamiento de aguas mieles y manejo de residuos sólidos, son algunos de los esfuerzos que realiza la empresa en pro del medio ambiente y la conservación de los diferentes ecosistemas, incluyendo el Río Negro.



MES	CAUDAL SOLICITADO	CAUDAL OTORGADO	CAUDAL DISPONIBLE	CAUDAL MAXIMO A APROVECHAR
ENERO	1000.00	0.00	1300.00	1000.00
FEBRERO	1000.00	0.00	910.00	910.00
MARZO	1000.00	0.00	780.00	780.00
ABRIL	1000.00	0.00	1070.00	1000.00
MAYO	1000.00	0.00	2880.00	1000.00
JUNIO	1000.00	0.00	3720.00	1000.00
JULIO	1000.00	0.00	3230.00	1000.00
AGOSTO	1000.00	0.00	3910.00	1000.00
SEPTIEMBRE	1000.00	0.00	5730.00	1000.00
OCTUBRE	1000.00	0.00	7680.00	1000.00
NOVIEMBRE	1000.00	0.00	5600.00	1000.00
DICIEMBRE	1000.00	0.00	2520.00	1000.00

SEXTO: Que el Ministerio de Ambiente, Energía y Telecomunicaciones, debe velar porque el aprovechamiento de agua se realice en armonía con el medio ambiente, para lo cual resulta imprescindible garantizar que la fuente no se quede seca y que haya un CAUDAL MINIMO REMANENTE (CMR) entre el punto de toma y el desfogue, equivalente al 10 % del caudal promedio anual del estudio hidroológico de diseño.

SÉTIMO: Que según el estudio hidrológico presentado se ha estimado en la fuente solicitada que hay caudales de aporte aguas abajo, por lo que el caudal de rebosa se estima en el 10,00% del caudal promedio anual, siendo que en el río Negro hay un caudal promedio anual de 3250 litros por segundo, el caudal de rebosa equivale a 326 litros por segundo.

TELÉFONO: 2221-7514 - FAX: 2221-7516 - APARTADO: 13043-1000 San José
www.da.go.cr - Aguas@imn.ac.cr
Calle 2, Ave. 16-16 ó 160 N. Entrada principal de la Estación del Pacífico, San José, Costa Rica.



Referencias

- [1-3] Flora y vegetación ribereña en la Reserva Nacional Trapananda, Región de Aysén, Chile: <http://cybertesis.uach.cl/tesis/uach/2013/fib389f/doc/fib389f.pdf>
- [2-6] Ecología en las zonas ribereñas: <https://www.redalyc.org/pdf/629/62912107.pdf>
- [5] Restauración de bosques ribereños y agua dulce: ¡gran oportunidad!: [View of Restauración de bosques ribereños y agua dulce: ¡gran oportunidad! \(ucr.ac.cr\)](#)
- [8] Captura de carbono en biomasa de sistemas de uso del suelo, municipio de Yopal, Casanare: <http://www.scielo.org.co/pdf/rori/v24n1/0121-3709-rori-24-01-13.pdf>
- [9] Definición de Bosque de galería: <https://ecosistemasdecostarica.blogspot.com/2011/08/bosque-de-galeria.html>
- [11] Design Recommendations for Riparian Corridors and Vegetated Buffer Strips: <http://www.pinelakedistrict.org/doc/resources/Design%20recommendations%20for%20riparian%20corridors.pdf>
- [12] Definición de Detritus: <https://dle.rae.es/detritus>
- [15] Terminio de Resiliencia: ¿Qué es la resiliencia ecológica? | La guía de Biología (laguia2000.com)
- [20] Evaluación del estado de las aguas superficiales. <https://www.miteco.gob.es/es/agua/temas/estado-y-calidad-de-las-aguas/aguas-superficiales/concepto-estado/#:~:text=El%20estado%20ecol%C3%B3gico%20es%20una,con%20las%20condiciones%20de%20referencia.>
- [21] Base Estructural de un Hábitat, Principios para si Definición y Diagnosis, <https://www.uv.es/elalum/documents/BaseEstructuralHabitat.pdf>
- [23] Restauración Ecológica. [Society for Ecological Restoration \(ser.org\)](http://www.ser.org)
- [26] Guía Práctica de Restauración Ecológica. https://ieeb.fundacion-biodiversidad.es/sites/default/files/guia_practica_re_0.pdf
- [27] Claves para Entender el Potencial de la Regeneración Natural en la Restauración de los Paisajes Forestales. <https://forestsnews.cifor.org/74318/claves-para-entender-el-potencial-de-la-regeneracion-natural-para-la-restauracion-de-los-paisajes-forestales?fnl=>

Otras consultas:

- Beyond Deforestation: Restoring Forests and Ecosystem Services on Degraded Lands: https://www.researchgate.net/publication/5299293_Beyond_Deforestation_Restoring_Forests_and_Ecosystem_Services_on_Degraded_Lands
- Cultivando Resiliencia Frente al Cambio Climático: https://www.aecid.es/Centro-Documentacion/Documentos/Publicaciones%20AECID/Guia%20did%C3%A1ctica_rev.pdf
- Decreto 1449 de 1977- Colombia: [Decreto-1449-de-1977-Gestor-Normativo \(funcionpublica.gov.co\)](http://www.funcionpublica.gov.co/Decreto-1449-de-1977-Gestor-Normativo)
- Influencia de tres tipos de vegetación ribereña en el control de la erosión fluvial en Pantanos de Centla, México: https://www.scielo.sa.cr/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-77442009000400019
- Los beneficios y el poder de la regeneración natural asistida: <https://www.rds.org.co/es/novedades/los-beneficios-y-el-poder-de-la-regeneracion-natural-asistida>
- Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas: [Los bosques ribereños y la restauración y conservación de las cuencas hidrográficas - Revista Ciencias \(revistacienciasunam.com\)](http://www.revistacienciasunam.com/los-bosques-ribere%C3%B1os-y-la-restauraci%C3%B3n-y-conservaci%C3%B3n-de-las-cuencas-hidrogr%C3%A1ficas)
- Lectura de un paisaje estratificado: propuesta de restauración basada en el ordenamiento multi-escala de las cañadas en la mesa de Xéridas, Santander, Colombia; [2. Camargo-Ponce de León y Agudelo-Álvarez 2017.pdf \(humboldt.org.co\)](http://www.humboldt.org.co/2-Camargo-Ponce-de-Le%C3%B3n-y-Agudelo-%C3%81lvarez-2017.pdf)
- Zonas ribereñas: protección, restauración y contexto legal en Chile <https://scielo.conicyt.cl/pdf/bosque/v35n1/art01.pdf>

Colaboración de Experto:

Ingeniera Ambiental. Laura Robleto Villalobos
Email: consultoraecobalance@gmail.com