

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

- 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
- 19 Zonas de protección de recurso hídrico
- 20 Reservorios de biodiversidad
- 21 Establecimiento de sistemas forestales con especies nativas
- 22 Rutas de conectividad internas y externas
- 23 Involucramiento con iniciativas de conservación
- 24 Protección de Polinizadores
- 25 Monitoreo de especies indicadoras del ecosistema
- 30 Mapas de sostenibilidad

Estándares Internacionales relacionados con la medida

- Estándar para Agricultura Sostenible de Rainforest Alliance 2020, V1.3
Requisitos: 6.2.3.
- Criterio de Comercio Justo-para Organizaciones de Pequeños Productores 2019, V2.5
Requisito: 3.2.33
- Estándar de Agricultura Sostenible para Cultivos 2020, V2-2.
Indicador: 4.5.1.6



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

Recuperación de hábitats naturales degradados



Descripción de la medida

En la actualidad los ecosistemas naturales¹ se encuentran bajo una alta presión de deterioro, debido a disturbios tanto de origen natural como antropogénico. Aspectos tales como el fuego, viento, terremotos, huracanes, inundaciones, plagas y enfermedades figuran entre las causas naturales más comunes para la afectación de los ecosistemas, mientras que la expansión de la agricultura, ganadería, tala rasa de árboles, asentamientos humanos y contaminación del suelo corresponden a causas antropogénicas que interrumpen de manera abrupta los procesos naturales, afectando su permanencia.

Cuando se presenta uno o varios de estos factores se inicia un proceso de degradación progresiva de los hábitats, afectándose las condiciones bióticas y abióticas, así como sus interacciones, disminuyendo la biodiversidad, capacidad de carga, productividad biológica y económica (ver figura 1). Si bien el componente forestal manifiesta una afectación claramente visible cuando se presentan disturbios en el ecosistema, este no es el único grupo alterado, ya que todas las especies presentes también se ven perjudicados por estas condiciones.

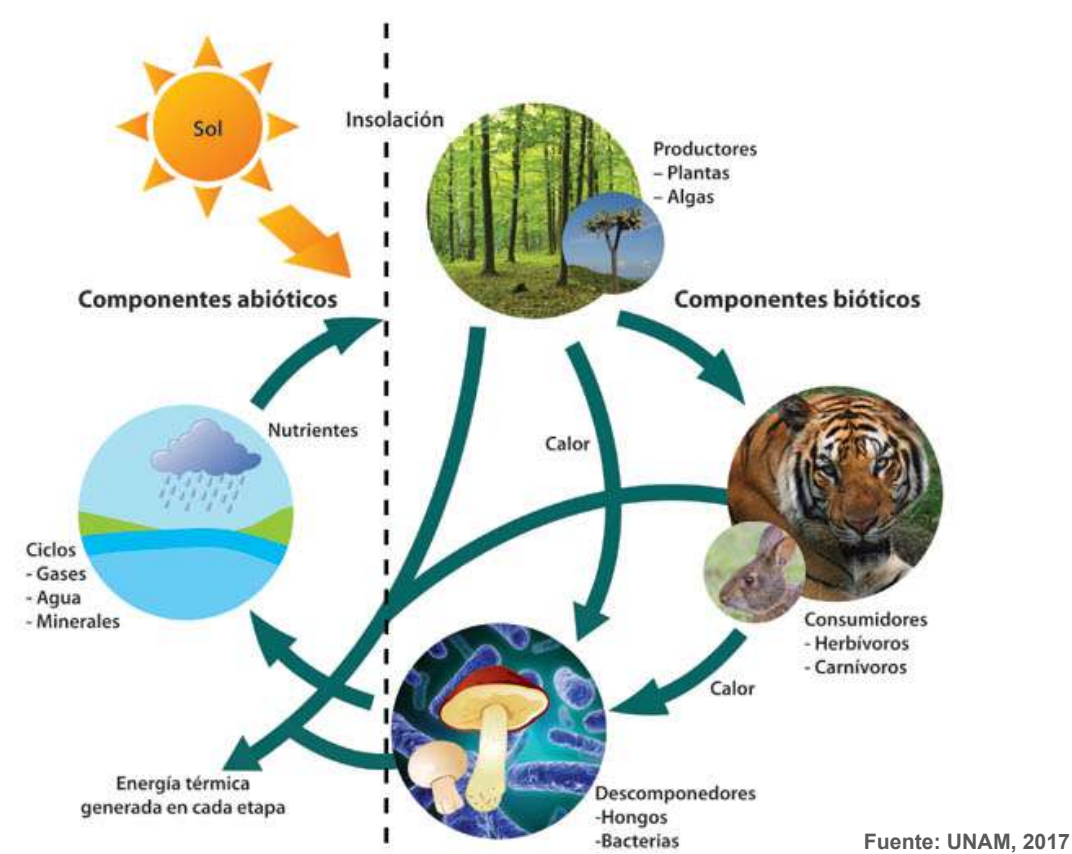


Figura 1. Componentes de un ecosistema.

Según sean las características y el grado de deterioro que se presente, el ecosistema puede sufrir desde un desequilibrio transitorio, hasta una degradación significativa, en donde la capacidad de regeneración natural se ve seriamente afectada.

¹ Ecosistema: conjunto de especies de un área determinada que interactúan entre ellas y con su ambiente abiótico; mediante procesos como la depredación, el parasitismo, la competencia y la simbiosis, y con su ambiente al desintegrarse y volver a ser parte del ciclo de energía y de nutrientes. [CONABIO, 2020](#).

Comúnmente en aquellos casos en donde el impacto se produce de manera puntual y su afectación no trasciende a todo el sitio, el ecosistema tiene la capacidad de autoregenerarse. Sin embargo, cuando el grado de deterioro es significativo podría requerirse la implementación de prácticas para recuperar condiciones o características cercanas a las originales.

En estos casos, la restauración ecológica surge como respuesta a esta problemática, definiéndose como el proceso de asistir la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido. Si bien el escenario ideal sería recuperar al 100% las condiciones del hábitat original, este aspecto es poco factible de lograr, considerando que las condiciones iniciales no siempre se conocen antes del deterioro y que existen procesos biológicos que requieren de periodos temporalmente extensos para poder recuperarse por completo. Por lo tanto, las prácticas de restauración pretenden devolver un equilibrio básico al ecosistema, con el cual los procesos biológicos e interacciones propias del sitio se reanuden, procurando el restablecimiento en la generación de servicios ecosistémicos.

En el 2021, la Organización de Naciones Unidas “ONU” pone en marcha el Decenio de las Naciones Unidas sobre la Restauración de los Ecosistemas², buscando proteger y recuperar los ecosistemas a escala mundial, en beneficio de la humanidad y la naturaleza. El objetivo principal es poner fin a la degradación de los ecosistemas y restaurarlos, mejorando así los medios de subsistencia de las personas, contrarrestando el cambio climático y disminuyendo la pérdida de la biodiversidad.



DECENIO DE LAS NACIONES UNIDAS SOBRE LA
**RESTAURACIÓN DE
LOS ECOSISTEMAS**
2021-2030

Beneficios en la implementación de la medida

Aportes en biodiversidad y gestión del cambio climático:

- Permite la recuperación y aumento de biodiversidad gracias al restablecimiento de condiciones naturales del hábitat.
- Favorece la resiliencia³ de los ecosistemas, siendo un medio para la adaptación ante el cambio climático.
- Restablece la conectividad entre los ecosistemas circundantes a la finca, mejorando el paisaje.
- Recupera de las propiedades físicas y químicas del suelo, incrementando la captura de carbono orgánico.

Beneficios para la persona productora:

- Reduce los riesgos ambientales y sus efectos económicos negativos, por ejemplo, afectación por inundaciones debido a la ausencia de cobertura vegetal.
- Permite a la persona productora, demostrar responsabilidad y compromiso de protección ambiental ante grupos de interés y oportunidades de diferenciación.

- Permite brindar una respuesta anticipada ante exigencias por regulaciones legales vigentes.
- Acceso a incentivos financieros tales como pago por servicios ambientales “PSA” y esquemas asociados al restablecimiento del bosque y aumento en las reservas de carbono, por ejemplo: estrategia REDD+⁴.

Metodología de implementación de la medida

Se considera que un ecosistema ha sido restaurado cuando este ha logrado autorregularse, mostrando resiliencia³ ante circunstancias típicas de estrés ambiental, así como perturbaciones naturales menores. Alcanzar este escenario implica mucho más que la ejecución de una actividad puntual de recuperación en un momento específico.

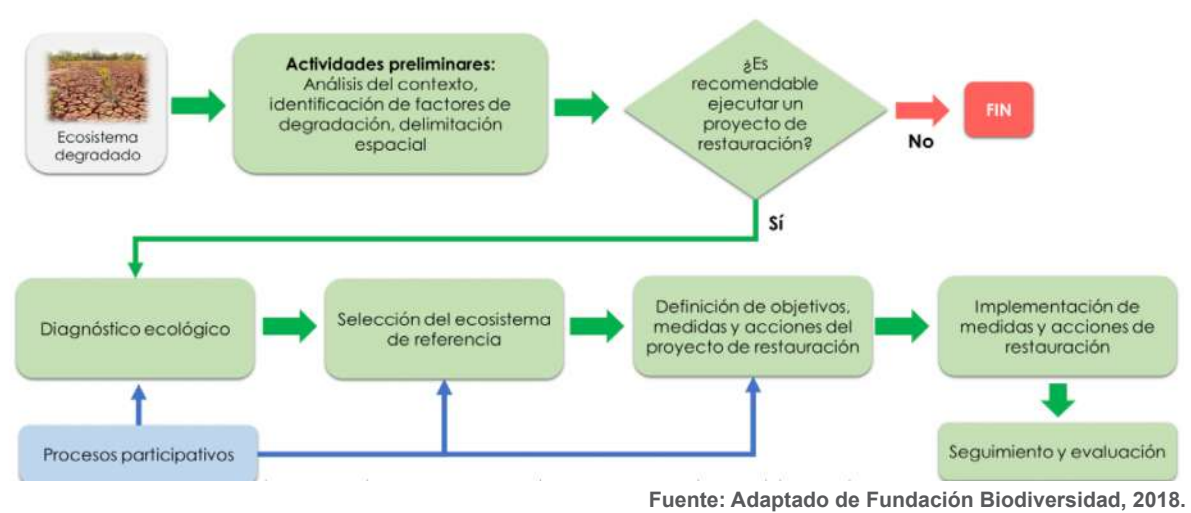


Figura 1. Actividades a implementar para la restauración ecológica de ecosistemas.

En sí la restauración debe considerarse como un proyecto integral que incluya la identificación de expectativas de grupos de interés, la caracterización del área degradada y su entorno, así como la planificación y ejecución de actividades en respuesta a la degradación identificada. En la figura 2 se muestran los pasos a considerar para el desarrollo de estas iniciativas⁵, describiéndose cada uno de estos a continuación:



Paso 1. Aplicación de procesos participativos: identificación de expectativas de grupos de interés

Como punto de partida es importante identificar las posibles inquietudes, necesidades, aspiraciones o expectativas de los grupos de interés⁶ sobre el espacio que será restaurado. A través del uso de herramientas tales como encuestas o talleres participativos⁷ se pueden recopilar los intereses de estos grupos, procurando alcanzar una mayor aceptación a las posibles iniciativas de restauración a mediano y largo plazo. Si bien no en todos los casos es posible satisfacer las demandas de cada uno de los actores, resulta importante conocer sus intereses en torno al área a restaurar, integrando aquellos elementos que sean pertinentes y viables de desarrollar dentro del proyecto de restauración.

Una vez que se conocen las expectativas de los grupos de interés se sugiere la conformación de un equipo de trabajo que incluya el personal encargado de finca, buscando analizar la pertinencia de éstas y si es viable o no incorporar actividades dirigidas tanto a la restauración del sitio como a la satisfacción de las necesidades expresadas.

² Resolución aprobada el 1 de marzo de 2019.

³ La resiliencia ecológica, se refiere a la capacidad de un ecosistema, para mantener funciones y procesos clave frente a tensiones o presiones, resistiendo y luego adaptándose al cambio. [The Nature Conservancy, 2022](#)

⁴ Se denomina REDD+ a la reducción de emisiones derivadas de la deforestación y la degradación forestal; además de la conservación, el manejo sostenible y el mejoramiento del stock de carbono de los bosques en los países en desarrollo. [Conservation International, 2019](#)

⁵ Guía Práctica de Restauración Ecológica. [Fundación Biodiversidad, 2018](#)

⁶ Entre los grupos de interés podrían encontrarse los encargados de procesos productivos, gestión ambiental y social de la finca, propietarios colindantes, representantes comunitarios, organizaciones relacionadas con la restauración y el desarrollo sostenible, entre otros.

⁷ En caso de aplicar talleres participativos, se sugiere la incorporación de personal capacitado en el área de comunicación o manejo de conflictos, de forma tal que exista una mediación entre los participantes. Se debe recordar que el objetivo de este proceso es recopilar las expectativas para analizar cuáles podrían ser integradas dentro del proyecto de restauración o cuáles no son posibles o viables de desarrollar. Este análisis final lo realiza el personal interno de la finca con base en la información recopilada en los talleres.

Este ejercicio podría llevar a descartar elementos que no son viables de cumplir, así como a integrar otras actividades no previstas originalmente que beneficien tanto al proyecto de restauración como a los grupos de interés.



Paso 2. Actividades preliminares

Previo a la implementación de cualquier práctica de restauración es necesario analizar cuidadosamente el contexto en el que se encuentra el ecosistema sobre el que se va a actuar e identificar los factores que han causado su degradación. Con esto se busca contar con una base de información robusta para definir si es necesario o no llevar a cabo las actividades de restauración. A continuación, se describen los principales aspectos a analizar separándolos en dos categorías:

a. Análisis del contexto interno y externo.

Esto incluye el estudio de aspectos ecológicos, paisajísticos, socioeconómicos, y de uso del suelo, por medio de las siguientes actividades:

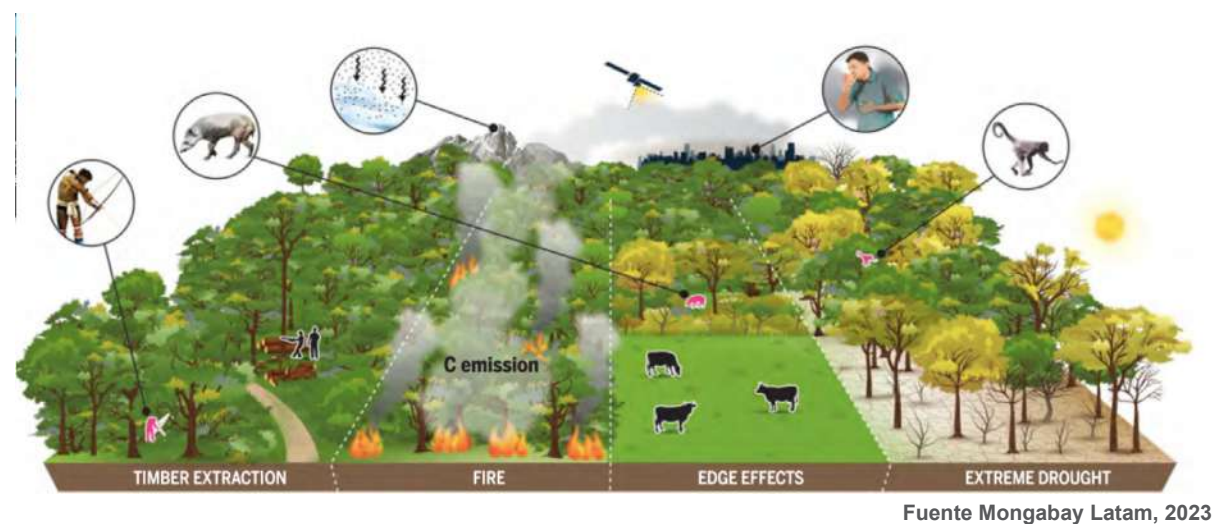
- Caracterizar el ecosistema que será restaurado: se debe identificar al menos las especies vegetales y animales presentes en el área (en caso de presentarse), la cantidad y tipo de estratos vegetales existentes, las condiciones climáticas y geomorfológicas del sitio, así como condiciones del suelo.
- Identificar las interacciones del espacio a restaurar con el entorno, tanto a nivel de finca como en propiedades aledañas. Por ejemplo: analizar si el sitio ha funcionado históricamente como corredor biológico con áreas boscosas vecinas o si se encuentra aislado.
- Identificar los recursos financieros, personal y materiales disponibles para la ejecución potencial del proyecto.
- Analizar si existen restricciones legales y normativas sobre el área a restaurar, que puedan limitar de alguna forma posibles actividades a ser desarrolladas. **Por ejemplo:** prohibiciones de intervención en zonas de protección de cuerpos de agua o nacientes que puedan restringir la eliminación de ciertas especies vegetales o el uso de maquinaria para mejorar la condición del suelo.
- Identificar las actividades productivas que podrían llegar a desarrollarse en el entorno del área a restaurar, para valorar previamente posibles nuevas afectaciones sobre el sitio.

Para llevar a cabo este análisis se pueden implementar estudios y valoraciones directamente en el sitio. El uso de parcelas de muestreo o puntos de observación resultan herramientas útiles para la caracterización de fauna⁸ y flora, cuando el ecosistema en análisis aún mantiene la presencia de estos grupos. La identificación de expectativas referida en el [paso 1](#) podría ser utilizada para analizar restricciones e intereses de los actores sobre el área bajo análisis.

b. Identificación de factores de degradación

Es importante caracterizar la degradación existente en el sitio bajo análisis, considerando su extensión espacial y los efectos causados. Esto implica:

- Identificar las causas del proceso de degradación, siendo las más comunes: la expansión agrícola y ganadera, introducción de especies exóticas invasivas⁹, extracción de recursos forestales, inundaciones, construcción de infraestructura, entre otros.



Fuente Mongabay Latam, 2023

- Delimitar el área que será intervenida. Analizando la extensión del área afectada y si ésta abarca espacios fuera de la finca (ver figura 2). En el [paso 4](#) se hace referencia a la plataforma “Restor” dentro de la cual se puede realizar la delimitación del área a intervenir.
- Caracterizar la forma en la que se manifiesta la degradación sobre el ecosistema. Por ejemplo: si la degradación va en función de uno o varios de estos aspectos: erosión, ausencia de especies autóctonas, colonización de un solo grupo de especie vegetal, salinización, acidez o alcalinidad del suelo, compactación del suelo, entre otros.



Fuente Mongabay Latam, 2023

Figura 2. Delimitación del área a intervenir utilizando la plataforma “Restor”.

- Identificar las condiciones físicas del espacio a restaurar que requieran consideraciones especiales de manejo. Por ejemplo: secciones dentro del sitio que necesitan de un manejo diferenciado debido a limitaciones por alta pendiente, compactación o escasez de nutrientes en el suelo, u otras.
- Identificar la necesidad de recursos biológicos, así como los medios potenciales para obtenerlos. Por ejemplo: analizar la cercanía de fuentes semilleras u otros elementos vivos que permitan reconstruir la composición vegetal del sistema degradado, buscando imitar el ecosistema original.

Una vez que se cuenta con la información anterior se puede realizar un análisis preliminar acerca de la necesidad o no de emprender actividades de restauración por parte de la finca. Por ejemplo: cuando la extensión del área degradada es sumamente reducida y las áreas circundantes a la zona mantienen una estructura prácticamente intacta y no se identifican riesgos adicionales que sugieran que el grado de deterioro pueda aumentar, se podría concluir que el sitio tiene la capacidad de recuperarse de forma natural, sin necesidad de implementar actividades adicionales por parte de la finca. Cuando esta conclusión no es evidente y no se cuenta con seguridad acerca de si el ecosistema tiene la capacidad propia de regenerarse sin ningún grado de asistencia, se debe continuar con los siguientes pasos de análisis.

⁸ Ver [ficha #25](#) “Monitoreo de especies indicadoras de bienestar del ecosistema”.

⁹ Ver [ficha #16](#) “Identificación y control de especies exóticas invasoras”.



Paso 3. Diagnóstico ecológico

Este corresponde a un análisis mucho más profundo acerca de las condiciones de degradación presentes en la finca desde el punto de vista ecológico. Se sugiere la inclusión de personal técnico en el campo de la biología para su desarrollo. En este diagnóstico se incluye un análisis de los procesos ecológicos, la funcionalidad del espacio que será intervenido y los servicios ecosistémicos asociados, lo cual se detalla a continuación:



Áreas circundantes con cobertura vegetal que favorecen los procesos ecológicos. Finca: Upala Agrícola.

a. Procesos ecológicos

En este punto se analiza cuál es la efectividad actual en los procesos de colonización de especies vegetales, polinización y dispersión de frutos y semillas por medio de insectos, aves, murciélagos, viento, agua y otros. Se analiza también la conectividad existente entre las diferentes áreas de bosque cercanas a la finca y el área degradada. Con esto se pretende identificar cuáles procesos ecológicos se encuentran interrumpidos para posteriormente establecer objetivos y actividades de restauración sobre ellos. Para facilitar este análisis se podrían considerar las preguntas de la tabla 1.

Preguntas generadoras de análisis	Ejemplos de elementos de análisis para los procesos ecosistémicos presentes en el área a restaurar.
<p>¿Cuál es la calidad del hábitat actual?</p> <p>¿Existe conectividad con el entorno?</p> <p>¿Los hábitats localizados en el entorno han sido conservados durante periodos extensos?</p> <p>¿El hábitat actual es apropiado para la presencia de animales dispersores?</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Cantidad y tipo de estratos vegetales existentes (hierbas, arbustos y árboles). • Cantidad de especies vegetales dentro del hábitat actual. • Avistamiento de fauna, en grupos tales como insectos, aves, reptiles, anfibios y mamíferos. • Presencia de hábitats naturales en fincas aledañas (por ejemplo, parches de bosque o bosques riparios en márgenes de cuerpos de agua). • Imágenes satelitales históricas para la visualización de cambios de coberturas.

Tabla 1. Preguntas para analizar procesos ecológicos

b. Funcionalidad del espacio a ser intervenido.

Se debe identificar la presencia de barreras bióticas¹⁰ o abióticas¹¹ que podrían impedir las funciones básicas de un ecosistema. Por ejemplo: inexistencia de fuentes de agua, condiciones extremas de compactación del suelo, colonización

de especies invasoras que limitan el crecimiento de otras especies propias del sitio, entre otros casos.

c. Servicios ecosistémicos

Se refiere a las contribuciones directas o indirectas que generan los ecosistemas favoreciendo el bienestar del ser humano. Diagnosticar el tipo de servicios aportados en este punto permite delimitar las afecciones sociales y económicas implicadas, estableciendo una priorización de los servicios que se pretenden favorecer con el proyecto de restauración. Entre los servicios ecosistémicos se encuentran la formación de suelos, biodiversidad, reciclaje de nutrientes, provisión de alimentos, agua dulce, fibras y madera, regulación del clima, captura de carbono, regulación de la cantidad y calidad del agua, control de plagas y enfermedades, generación de espacios de recreación, turismo, ciencia y educación, entre otros¹².



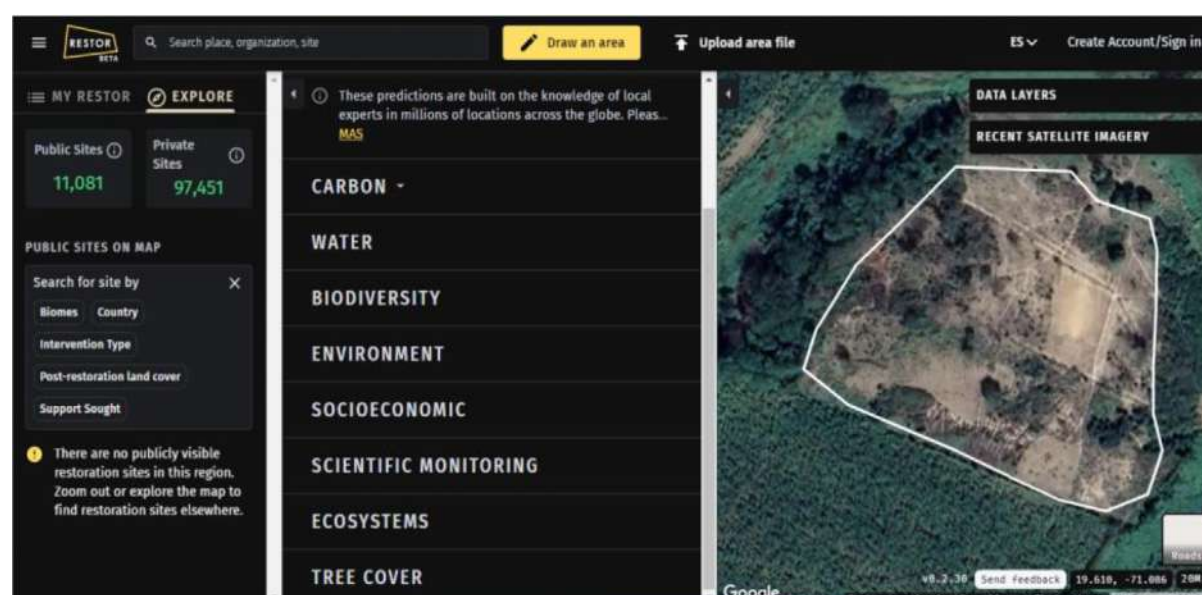
Paso 4. Selección del ecosistema de referencia

Un ecosistema de referencia es un escenario real o un modelo de ecosistema que se utilizará como base para planificar el proyecto de restauración. Para la selección de dicho escenario se puede utilizar un ecosistema localizado dentro de la misma finca que contenga condiciones naturales intactas (en caso de existir), información histórica acerca del ecosistema previo al disturbio (a través de la revisión de fotografías, estudios o análisis técnicos, otros), o ecosistemas naturales localizados en sitios cercanos a la finca.

Para determinar si un ecosistema puede ser utilizado como referencia o no, se debe garantizar que este no cuente con factores de degradación visibles, que las condiciones hidrológicas y características del suelo sean estables, que cuente con una composición diversa de plantas y animales, que la vegetación existente mantenga niveles apropiados de crecimiento, reproducción, regeneración natural y en general que exista una diversidad en la generación de [servicios ecosistémicos](#).

Una vez que el ecosistema de referencia ha sido seleccionado se debe realizar una caracterización detallada de este para replicarlo en el área degradada. Esta caracterización debería incluir al menos la identificación y descripción de especies animales y vegetales presentes, la valoración de las condiciones fisiográficas (por ejemplo, topografía del terreno), características del suelo (profundidad, textura, acidez, contenido de macro y micronutrientes) y características hidrográficas (presencia y extensión de cuerpos de agua).

Para realizar esta tarea se pueden realizar análisis y mediciones directamente sobre el ecosistema de referencia, localizar estudios técnicos ya desarrollados previamente en la zona, o utilizar herramientas de información abierta. Uno de los instrumentos sugeridos en este punto corresponde a la plataforma “[Restor](#)”, de la cual se hace referencia a continuación:



¹⁰ Factores bióticos, son los organismos que tienen vida y constituyen la biota de una comunidad. Es decir, las plantas, animales y microorganismos de un sistema natural. [Pineda, 2021](#).

¹¹ Factores abióticos, aquellos elementos inertes, físicos, químicos, climáticos, geológicos o geográficos que no tienen vida y están presentes en el ambiente. Como el agua, la luz, energía solar, viento, humedad, atmósfera, lluvia, latitud, rocas, suelos, entre otros. [Pineda, 2021](#).

¹² Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment - MEA. (2005). [World Resources Institute, 2005](#)



Restor es una plataforma de datos de base científica y acceso abierto para apoyar al movimiento global de restauración. Dicho instrumento permite analizar el potencial de restauración de cualquier zona en el mundo, a través de una interfaz gratuita y de uso simple y práctico en la web. Una vez que se incorpora el área a analizar se genera información acerca de la biodiversidad local y sus características, contenido de carbono actual y potencial en suelo, variables biogeográficas, climáticas y edáficas del sitio, entre otras variables. La herramienta también permite analizar los cambios del sitio en el tiempo a través de la comparación de imágenes satelitales históricas, así como identificar iniciativas de restauración en curso cercanas al área bajo análisis. Se puede acceder a esta plataforma a través de la siguiente dirección web: <https://restor.eco/>



Paso 5. Identificación de objetivos, medidas y acciones del proyecto de restauración ecológica

La meta fundamental de un proyecto de restauración corresponde en guiar al ecosistema degradado hacia el ecosistema de referencia. Para lograr esto se deben establecer objetivos, medidas y acciones que se encuentren alineados con las actividades iniciales y el diagnóstico ecológico previamente explicados.

Lo anterior puede plasmarse en un cronograma de trabajo, detallando los objetivos, acciones y medidas concretas a desarrollar, indicadores y métodos de seguimiento. Se sugiere el uso del equipo de trabajo referenciado en el [paso 1](#) para dar seguimiento al cumplimiento de actividades propuestas. En sí la restauración ecológica contempla una amplia diversidad de acciones que pueden llegar a ser desarrolladas, las cuales irán en función de los problemas identificados y los objetivos trazados. Se detallan a continuación cinco conjuntos de acciones que podrían ser desarrolladas dentro de un proyecto de restauración:

a. Eliminación de disturbios o barreras.

La identificación de las causas que han provocado la degradación del ecosistema ([paso 2.b](#)) debe llevar a la planificación de actividades para eliminar las barreras asociadas o prevenir la recurrencia de un nuevo disturbio. Si bien no en todos los casos se pueden aplicar acciones en respuesta a una degradación (principalmente cuando las causas son naturales), en muchos de los escenarios si es posible emprender acciones de respuesta. La variabilidad de estas actividades es amplia y dependerá de las barreras identificadas.

Se presentan en la tabla 2 algunos ejemplos de actividades que podrían desarrollarse para la eliminación de barreras o prevención de degradaciones futuras en el ecosistema.

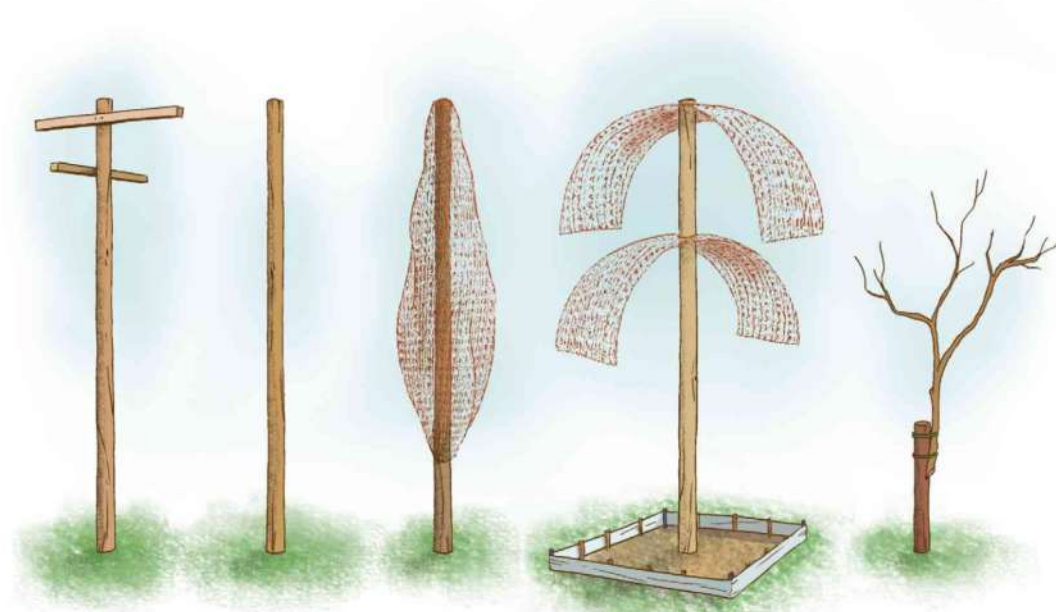
Barrera identificada o causa de la degradación	Actividades a implementar
Incendios	Implementación de rondas cortafuegos para evitar la propagación del fuego en caso de repetirse
Infraestructura en desuso	Remoción mecánica de la infraestructura y gestión de residuos asociados
Colonización de especies invasoras que impiden crecimiento de otros grupos vegetales ¹³	Remoción de vegetación a través de la aplicación de prácticas mecánicas
Compactación del suelo	Trabajos mecánicos en el suelo para recuperar propiedades físicas
Baja fertilidad en suelo	Aplicación de enmiendas y fertilización según parámetros nutricionales

Tabla 2. Ejemplos de actividades que podrían desarrollarse para la eliminación de barreras o prevención de degradaciones futuras

b. Atracción de fauna

La presencia variada de vegetación nativa conlleva a la atracción de fauna al proporcionar alimento, refugio, sitios de reproducción y descanso. Sin embargo, cuando el sitio a restaurar se encuentra completamente desprovisto de vegetación, es necesario tomar acciones tales como las descritas en las secciones siguientes ([restauración activa](#)), requiriéndose tiempo para poder crear las condiciones aptas para el retorno de la fauna.

En respuesta a este punto se pueden implementar prácticas paliativas al inicio del proyecto de restauración, tales como la creación de refugios para fauna por medio de la acumulación de troncos, piedras y vegetación menor o la construcción de estructuras específicas, formando agrupaciones que sirvan como albergues temporales o sitios de paso para fauna nativa. Otro ejemplo constituye la inclusión de perchas artificiales para avifauna incluyendo estructuras con diferentes arreglos que permitan la llegada de aves, generando un aumento en la tasa de deposición de semillas dispersadas, acelerando el proceso de recuperación natural de la cobertura y la acumulación de un banco de semillas en el sitio.



Fuente: proyecto Bosque Atlántico- Programa NEA, 2021

Perchas artificiales.

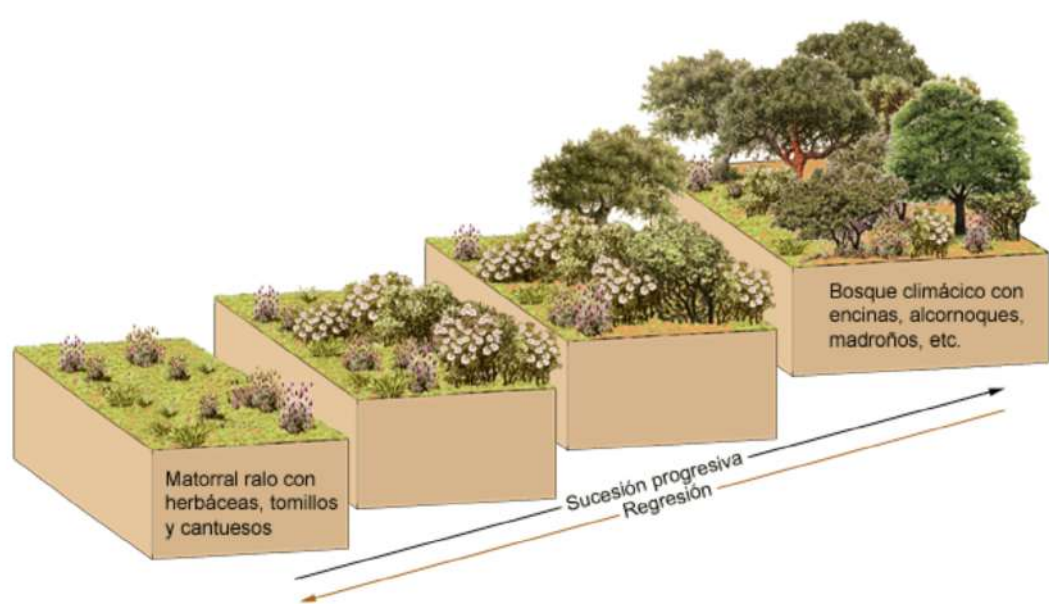
c. Recuperación de suelos.

La restauración de sitios con suelos altamente deteriorados podría requerir la aplicación de prácticas tales como el enriquecimiento de nutrientes, la descompactación mecánica o el trasplante de suelo.

- Enriquecimiento de nutrientes. La aplicación de fertilizantes orgánicos en la cantidad apropiada permite suplir nutrientes escasos, mejorando las condiciones de crecimiento de las plantas y permitiendo alcanzar una cobertura protectora rápidamente. Esta práctica se debe implementar únicamente cuando las condiciones del sitio con respecto a la fertilidad del suelo son críticas y siempre y cuando la aplicación de fertilizantes no genere impactos negativos al entorno (por ejemplo, en caso de existir nacientes de agua o ríos cercanos).
- Descompactación mecánica del suelo. una alta compactación del suelo podría limitar severamente el crecimiento de la vegetación, comprometiendo la restauración del ecosistema. En caso de presentarse este escenario es recomendable aplicar prácticas de descompactación, utilizando herramientas a pequeña escala, evitando generar una alteración más grave al utilizar maquinaria pesada.
- Trasplante de suelo superficial de zonas sin disturbio en bloques o desmoronado: a través de esta práctica se pretende introducir microfauna del suelo y nutrientes al ecosistema a restaurar, aprovechando la presencia de bancos de semillas que podrían germinar cuando se presenten las condiciones ambientales favorables. Para la aplicación de esta técnica es necesario asegurar que el suelo trasplantado provenga de un ecosistema de referencia y que dicho ecosistema no se vea impactado significativamente por su extracción. Asimismo, es necesario asegurar que el trasplante de suelo no conlleve a la introducción de plagas y enfermedades dentro de la finca.

d. Regeneración natural pasiva.

Cuando el impacto sobre el ecosistema es bajo (no se presenta destrucción significativa de sus componentes ni cambios drásticos en los procesos ecosistémicos) y se mantiene un suministro cercano, variado y constante de semillas que puedan ser dispersadas por los animales y/o el viento, este puede recuperarse por sí mismo a través del mecanismo de sucesión ecológica (ver figura 3). Este consiste en la capacidad que tiene todo sistema natural para recuperar sus componentes a lo largo del tiempo, por ejemplo, a través de la germinación de semillas que quedaron en el suelo, el rebrote de troncos cortados, entre otros.



Fuente: Flores, 2015.

Figura 3. Sucesión ecológica.

Este mecanismo de regeneración natural no necesita de intervención humana, sin embargo, si requiere que la causa de la degradación original sea eliminada. En este punto se debe recalcar la importancia de analizar el contexto ([paso 2](#)) y el diagnóstico ecológico ([paso 3](#)) para valorar si esta es la mejor alternativa de restauración.

e. Regeneración natural asistida

Cuando las condiciones del entorno y las características de la degradación del ecosistema no permiten optar por la regeneración natural pasiva, la regeneración natural asistida puede ser una alternativa. Este método tiene como objetivo acelerar los procesos de sucesión natural al eliminar o reducir las barreras para la regeneración natural, tales como la degradación del suelo, la competencia con especies de malezas, entre otras perturbaciones. La regeneración natural asistida puede ser aplicada de forma efectiva cuando el ecosistema no ha sido altamente degradado, cuenta con cercanía a remanentes de bosque y mantiene un banco de semillas en el suelo. Esto implica por ende utilizar la información del contexto y diagnóstico ecológico referenciados anteriormente para valorar si esta técnica resulta apropiada.

Entre las prácticas de regeneración natural asistida se encuentran la plantación de árboles, arbustos y plantas herbáceas propias del ecosistema de referencia y la dispersión de semillas de especies locales. Para la selección de las especies vegetales a incorporar se puede utilizar la orientación presentada en el [paso 4](#) de esta ficha. En este punto es relevante considerar los requerimientos de luminosidad de cada especie seleccionada a ser introducida dentro del área a restaurar, analizando la dinámica de crecimiento y variabilidad entre especies demandantes de luz¹² y sombra¹³.

La inclusión de varios estratos vegetales que incluyan hierbas, arbustos y árboles permite recrear las condiciones naturales del bosque, por lo que debe procurarse la utilización de diferentes especies.

En caso de que el área a restaurar no cuente con ninguna cobertura que provea sombra a los individuos a incorporar, se deben seleccionar entonces especies heliófitas efímeras y heliófitas durables¹⁴. Una vez que se cuenta con un dosel que proporcione sombra se pueden incorporar especies esciófitas¹⁵ dentro del sitio.

En este sentido, el Sistema de Información de Recursos Forestales de Costa Rica ([SIREFOR](#)) cuenta con una [base de datos](#) de más de 1.700 especies, clasificándolas según sus requerimientos de luminosidad, su estado en las listas de veda, en la lista de la UICN y CITES.

IdEspecie	CODIGOSP	GENERO	ESPECIE	FAMILIA	GREMIOECOLOGICO	CATEGORIA	PROTEGIDO	IdHabit
21	21	Aegiphila	elata	LAMIACEAE	INDETERMINADO	NC	NP	2
22	22	Aegiphila	mollis	LAMIACEAE	HELIOFITTA EFIMERA	NC	NP	1
23	23	Aegiphila	sp	LAMIACEAE	HELIOFITTA DURABLE	NC	NP	5
24	24	Agonandra	macrocarpa	OPILIACEAE	HELIOFITTA EFIMERA	NC	NP	1
25	25	Alouea	costaricensis	LAURACEAE	ESCIOFITTA	C	NP	1
26	26	Alouea	sp	LAURACEAE	ESCIOFITTA	C	NP	5
27	27	Albizia	adinocephala	FABACEAE/MIM.	HELIOFITTA DURABLE	NC	NP	1

Ejemplos del Listado de Especies- SIREFOR, 2018

f. Reforestación.

Uno de los métodos de restauración más utilizados corresponde a la reforestación, la cual se define como el repoblamiento arbóreo de un sitio. Para generar la mayor cantidad de beneficios ecosistémicos bajo esta práctica es crucial asegurar que las especies vegetales seleccionadas se encuentren en el ecosistema de referencia, todas sean nativas de la zona y no cuenten con características de desarrollo invasivo. Asimismo, debe tomarse en cuenta los requerimientos de luminosidad referidos en las secciones anterior.

¹² Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. Millennium Ecosystem Assessment - MEA. (2005). [World Resources Institute, 2005](#).

¹³ Ver [ficha #16](#) "Identificación y control de especies exóticas invasoras"

¹⁴ Heliófitas efímeras: especies intolerantes a la sombra. Cuentan con reproducción masiva, crecimiento rápido en buenas condiciones de luz, vida corta y son capaces de colonizar espacios abiertos. Las semillas mantienen una viabilidad por largo tiempo. Heliófitas durables: al igual que las efímeras son intolerantes a la sombra, pero cuentan con una vida relativamente larga. Las semillas mantienen una viabilidad por menor tiempo que las efímeras. [Universidad de Guadalajara, 2008](#)

¹⁵ Esciófitas: grupo ecológico de especies vegetales que no requieren de iluminación directa para su desarrollo, creciendo en condiciones de sombra. Se regeneran bajo el dosel de los árboles dominantes. [Universidad de Guadalajara, 2008](#)

Para el desarrollo del material vegetativo se pueden implementar viveros con especies locales¹⁶ dentro de la finca, localizando material semillero dentro del ecosistema de referencia seleccionado. Aparte de la inclusión de árboles dentro del área a restaurar también se debe procurar la inclusión de especies arbustivas y herbáceas, emulando las condiciones del sitio de referencia. Es importante también tomar en cuenta elementos temporales tales como los periodos fenológicos¹⁷, épocas de inicio de lluvias y periodos lunares para la siembra.



Paso 6. Ejecución de las medidas de restauración ecológica

En esta etapa se llevan a cabo las actividades definidas en el apartado anterior, por lo que el éxito dependerá del grado de detalle con el que se han diseñado las medidas y acciones. Con el fin de minimizar el impacto ambiental en las actividades a implementar se recomienda capacitar al personal encargado, haciendo uso de profesionales en el área para transmitir la aplicación de buenas prácticas en cualquier tipo de actividad que se desarrolle. Entre las prácticas que se pueden incorporar para atenuar el impacto se encuentra la señalización de las zonas de trabajo y sus accesos, con el objetivo de disminuir efectos de compactación en el suelo por ingreso de maquinaria y personal, evitando la apertura de múltiples vías de acceso que podrían afectar la vegetación en proceso de regeneración.



Paso 7. Seguimiento y evaluación

Esta fase pretende poner a prueba el éxito de la restauración ecológica planificada y ejecutada. El seguimiento implica el uso de indicadores para evaluar la recuperación de los procesos ecológicos deseados o controlar los indeseados. Implica tanto la verificación del correcto desarrollo de las actividades planificadas como el propio seguimiento de la evolución del ecosistema. Se sugiere, en este paso el establecimiento de parcelas de control para dar seguimiento al desarrollo del ecosistema sin intervención. El monitoreo de las parcelas de control podría realizarse de forma anual y prolongarse el tiempo suficiente para obtener resultados concluyentes acerca de la recuperación de condiciones ecosistémicas básicas. A continuación, se proporciona una orientación respecto a los indicadores clave que podrían ser utilizados para el seguimiento del proyecto:

Período de evaluación	Proceso evaluado	Indicadores
De 1 a 5 años	Establecimiento de la vegetación Atracción de fauna	Supervivencia, crecimiento y estado nutricional de las plantas. Riqueza vegetal y animal Capacidad reproductiva,
De 5 a 15 años	Desarrollo de la vegetación Mejora de condiciones del suelo Atracción de fauna	cobertura y riqueza vegetal, Aporte de hojarasca, nutrientes y humedad en el suelo, Diversidad de otros niveles tróficos, riqueza animal.

Más de 15 años	Recuperación de la estructura y fertilidad del suelo y restablecimiento de interacciones ecológicas Atracción de fauna	Contenido de materia orgánica del suelo, tasas de descomposición de materia en suelo, Diversidad de plantas, grado de interacción entre niveles tróficos, conectividad en el paisaje, riqueza animal.
----------------	---	---

Fuente: de Fundación Biodiversidad, 2018

[Indicadores para la evaluación de resultados del proceso de restauración ecológica.](#)

Indicadores de desempeño

- Porcentaje de área restaurada con respecto al área total degradada.
- # de plantas sembradas anualmente como parte del proyecto de restauración.
- Ganancias anuales en \$ por venta de servicios ambientales
- Otros indicadores referidos en [paso 7](#).

Costo de implementación y recurso humano

Recurso Humano:

- *Interno*: asignación de personal interno para grupo de trabajo o comité de restauración.
- *Externo*: contratación de personal técnico para apoyo en el desarrollo de actividades, según los objetivos trazados.

Referencia de Costos:

- Según FAO¹⁸ para proyectos de regeneración natural asistida los costos de implementación rondan los \$257 por hectárea, mientras que el seguimiento y monitoreo del año 1 al 5 varía de \$31 a \$213 por ha y año, y del año 5 en adelante de \$14 a \$17 por hectárea por año.
- Para proyectos de restauración activa con prácticas de reforestación, según CATIE¹⁹ se reportan costos que rondan de \$1.040 a \$1.600 por hectárea para su implementación.
- Otros: insumos acordes con los objetivos y actividades trazadas. Esto podría incluir material vegetativo, semillas, plántulas, entre otros.

Resumen. ¿Por qué implementar esta medida?

La restauración ecológica surge como una respuesta para recuperar procesos, interacciones y servicios a nivel de ecosistema, los cuales han sido minimizados o eliminados debido a perturbaciones tanto de origen natural como antropogénico. El análisis detallado del sitio a restaurar, el entorno y los causantes de la degradación permiten establecer objetivos y actividades orientadas a la recuperación de los espacios, procurando obtener una reconstrucción del ecosistema original o emulando un ecosistema de referencia. Una vez que se alcanza la restauración del sitio los servicios ecosistémicos se reactivan, trayendo a su vez una serie de beneficios para la finca tales como la incorporación de barreras vivas para el control de plagas y enfermedades, la reducción de riesgos ambientales con impactos directos al cultivo, la provisión de recursos maderables y no maderables en áreas completamente restauradas y la oportunidad de diferenciación ante el mercado.

¹⁶ Ver [ficha #17](#) "Vivero con especies locales adaptadas"

¹⁷ La fenología de plantas involucra la observación, registro o interpretación de eventos tales como la producción de hojas, flores y frutos; y el estudio de los factores bióticos y abióticos que los ocasionan o los afectan. [APC. 2018](#).

¹⁸ Regeneración natural asistida: aprovechar la naturaleza para la restauración. [FAO. 2020](#).

¹⁹ Determinación de áreas y costos potenciales para alternativas de restauración ecológica río El Tablón, Chiapas, México. [CATIE. 2019](#).



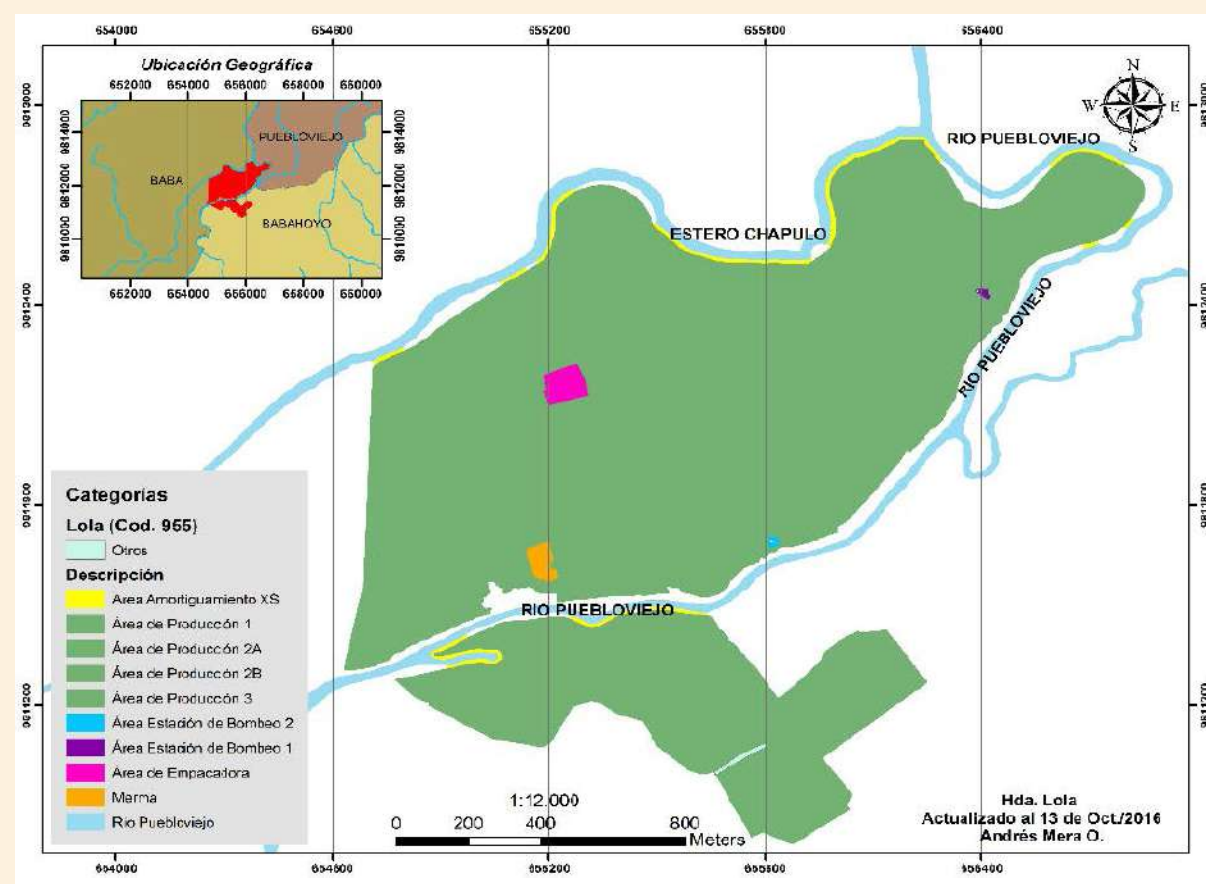
Casos de éxito

Restauración de bosques de galería en Finca Lola, Ecuador.

La finca Lola es una unidad de producción de banano de 209 hectáreas, perteneciente a la empresa [Dole](#), ubicada en la provincia de Los Ríos en Ecuador. Actualmente forma parte del proyecto de sostenibilidad de WWF, además cuenta con diferentes certificaciones internacionales tales como: Rainforest Alliance, Global Gap, AWS, entre otras.

La finca inició en el 2016 un proyecto de recuperación del bosque de galería ubicado al margen del Río Pueblo Viejo, dirigido a eliminar progresivamente áreas de cultivo de banano en una franja de 30 metros del espejo de agua, favoreciendo la restauración del ecosistema a través de procesos de regeneración asistida y reforestación con especies nativas, bajo la guía y soporte técnico de WWF- Ecuador.

La iniciativa incluyó actividades planificadas, de eliminación de especies invasivas (pastos y enredaderas), recolección de plántulas de árboles semilleros, siembra, prácticas de mantenimiento y resiembra. Acciones que se han mantenido con el tiempo, y que han permitido el desarrollo de especies arbóreas y arbustivas dentro de la zona de protección.



Fuente: Dole, 2016 (inicios del proyecto)

Estrategia de Recuperación											
Finca: Lola											
Código: 955											
Orden	Persona responsable	Ubicación (ej. nombre del ecosistema, número de lote, referencia a un mapa, etc)	Medidas del Ecosistema		Descripción de la actividad	Cronograma de Actividades					
			Afectado	m2		Año 1					
			Longitud	Ancho		dic-20	ene-21	feb-21	mar-21	abr-21	may-21
1	Administrador General de finca	Río Pueblo Viejo Lola 1 (Lotes 1, 2, 3, 4 y 5), Lola 2 (Lotes 6 y 11)	908	4	3632	X	X	X			
					Chapía de especie invasiva						
					Recolección de arboles a sembrar		X	X			
					Siembra de arboles			X	X	X	
					Coronamiento y chapía					X	X
					Resiembra por mortalidad					X	X

Fuente: Dole, 2020 (Priorización de área afectadas)

Siete años después, el proyecto ha permitido restablecer una cobertura diversa al borde del cauce natural, reactivando de esta manera la generación de servicios ecosistémicos. Por otro lado, la administración de finca eliminó el uso de herbicidas y ha impulsado en conjunto con la empresa proveedora de fumigación aérea, nueva tecnología en los sistemas de cierre automático de las aeronaves y uso de drones en áreas sensibles, evitando pasos sobre la franja de vegetación y disminuyendo los riesgos por deriva química.

Actualmente (2023) este importante ecosistema, cuenta con una zona de protección de 9,28 hectáreas, favoreciendo la conectividad a nivel de paisaje. A mediano plazo, la meta de la finca es aumentar el área de retiro, ampliando así la franja natural de protección de río.



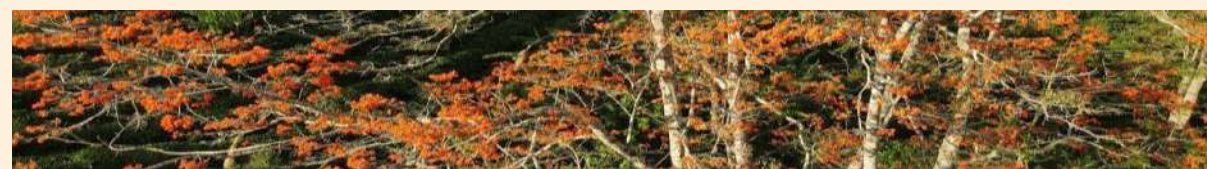
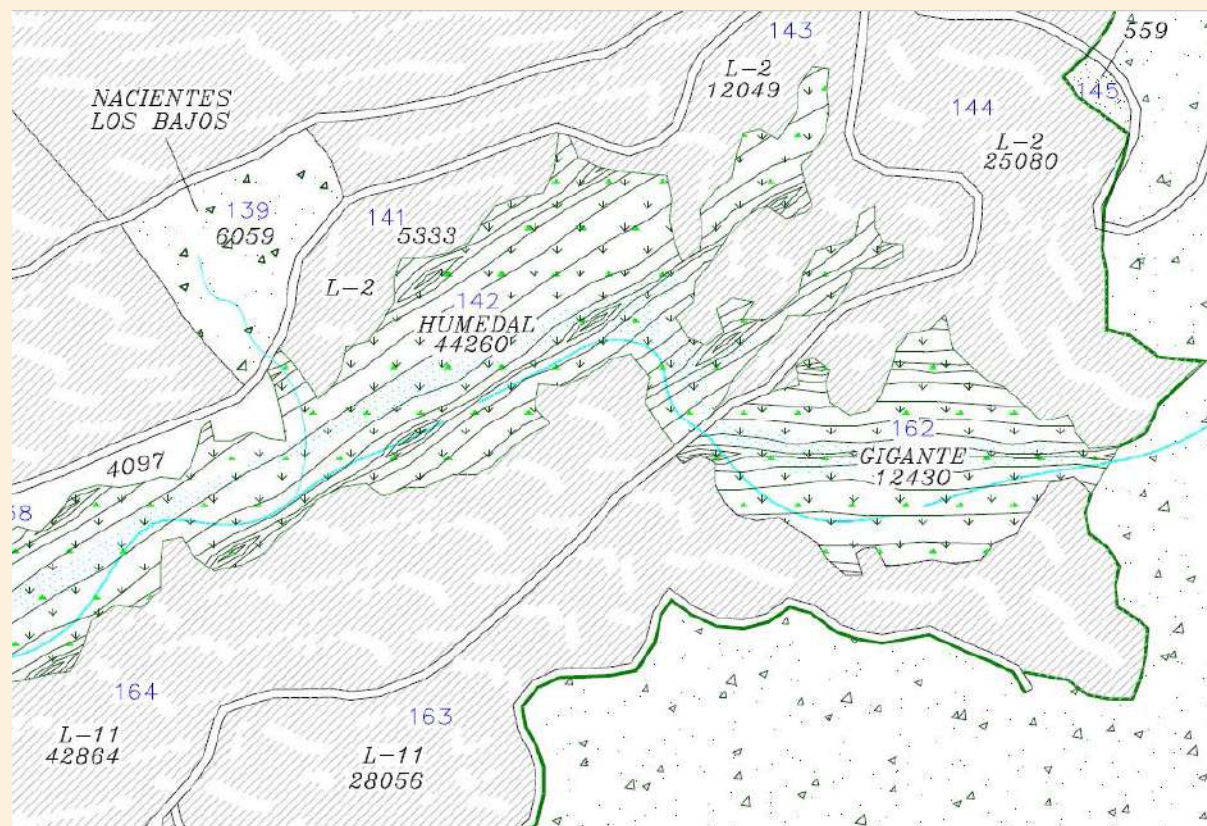
Casos de éxito



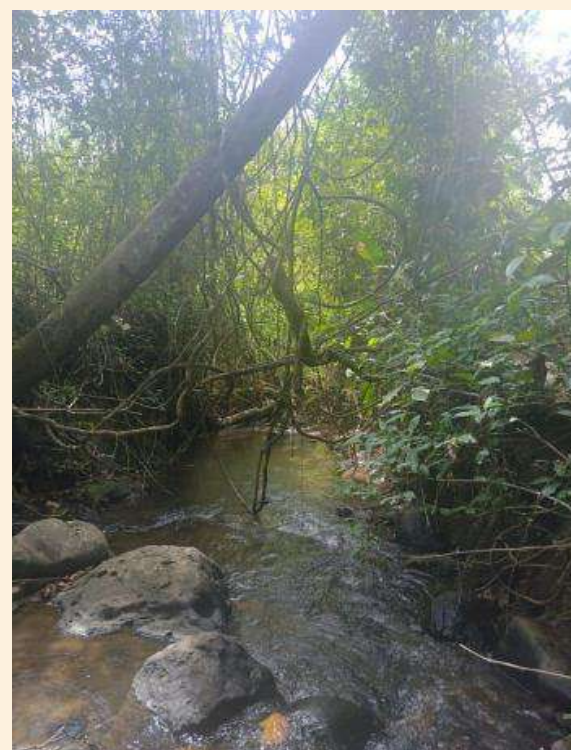
[Hacienda Río Negro](#), es una finca de producción de café de 355 hectáreas, perteneciente a La Minita Corp., ubicada en la zona sur de Costa Rica, en el pueblo de San Luis, de Sabalito en la región de Coto Brus, muy cerca de la frontera con Panamá. Desde el año 2001, se convirtió en la primera finca de café en Costa Rica en obtener la certificación Rainforest Alliance.

Actualmente, la Hacienda conserva 335 hectáreas de ecosistemas naturales de alta relevancia, no sólo por la biodiversidad que sostienen, sino también por su cercanía con el [Parque Internacional La Amistad](#).

La finca cuenta con una importante cantidad de cauces naturales que recorren y limitan las áreas de cultivo, caso de la Quebrada Azul, la cual nace en el lote 11 y presenta una longitud de 2,5 Km. Este importante ecosistema forma parte de un programa de restauración ecológica que ha implementado la Hacienda durante los últimos 20 años, en donde se ha priorizado la regeneración natural pasiva, considerando el banco de semillas presente y los niveles de degradación observado en este ecosistema.



Siendo el objetivo del programa, asegurar a mediano plazo el restablecimiento del equilibrio biológico y la protección de la biodiversidad, incluyendo especies de alto interés como la danta "[Tapirus bairdii](#)" y el puma "[Puma concolor](#)". Actualmente la quebrada, mantiene una zona de protección (ambos lados) de 15 a 20 metros con respecto al cultivo de café, asegurando la conectividad y disminuyendo los riesgos de la deriva química hacia el recurso hídrico. Por otro lado, el bosque ripario ya establecido funciona como un corredor biológico y conecta otras áreas de conservación internas, como: Juan Rodríguez y Montaña Verde, finalmente vierte sus aguas al Río Negro.



Referencias

- [1] ¿Qué es un ecosistema? <https://www.biodiversidad.gob.mx/ecosistemas/quees>
- [3] Resiliencia ecológica. <https://reefresilience.org/es/resilience/what-is-resilience/#:~:text=La%20resiliencia%20ecol%C3%B3gica%20se%20refiere,y%20luego%20adapt%C3%A1ndose%20al%20cambio>
- [4] ¿Qué es REDD+? <https://www.conservation.org/peru/novedades/2019/10/29/que-es-redd>
- [5] Guía práctica de restauración ecológica. guia_practica_re_0.pdf (fundacion-biodiversidad.es)
- [10-11] Factores bióticos u abióticos. <https://encolombia.com/medio-ambiente/interes-a/factores-bioticos-y-abioticos/>
- [12] Ecosystems and Human Well-being: Biodiversity Synthesis. <https://www.millenniumassessment.org/documents/document.354.aspx.pdf>
- [14-15] Determinación de gremios ecológicos de ocho especies arbóreas de un bosque tropical de jalisco, México. https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/training_material/docs/t1c1_08.pdf
- [17] Fenología de las plantas. <https://www.asoprimatologicacolombiana.org/notas-redprim/metodos-de-estudio-fenologia-de-plantas>
- [18] Regeneración natural asistida: aprovechar la naturaleza para la restauración. Unasylva 252, Vol. 71. <https://www.fao.org/3/cb1600es/cb1600es.pdf>
- [19] Determinación de áreas y costos potenciales para alternativas de restauración ecológica río El Tablón, Chiapas, México. <https://repositorio.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/9126/BCO22118285.pdf?sequence=6&isAllowed=y>

Otras consultas:

- A Practical Guide to Integrated Landscape Management. https://landscapes.global/wp-content/uploads/2022/12/ILM_Practical_Guide_DEC22.pdf

- Biología en teoría. <https://bioteoria.wordpress.com/2015/10/18/ecological-succession/>
- Elaboración de planes de restauración pasiva para la región amazónica programa socio bosque. <https://pdf.usaid.gov/pdf/docs/PA00K45G.pdf>
- Guía para restaurar a pequeña escala la selva misionera : una contribución a los Objetivos de la Década de las Naciones Unidas para la Restauración de los Ecosistemas 2021-2030. <https://docplayer.es/211231779-La-selva-misionera-una-contribucion-a-los-objetivos-de-la-decada-de-las-naciones-unidas-para-la-restauracion-de-los-ecosistemas.html>
- Importancia de los factores bióticos y abióticos. <https://e1.portalacademico.cch.unam.mx/alumno/biologia2/unidad2/abioticosbioticos/importancia>
- La regeneración natural de ecosistemas (restauración pasiva). <https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/rbt/article/view/34797/34361>
- Manual de técnicas participativas. Estudio de validación del desarrollo rural participativo basado en la conservación de suelos y aguas. https://www.iirsa.org/admin_iirsa_web/uploads/documents/ease_taller08_m6_anexo2.pdf
- Recuperación de ambientes perturbados. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2540912>
- Restauración de hábitats para la fauna. <http://www.erecolombia.com/files/restauraci%C3%93n%20de%20h%C3%81bitats%20para%20la%20fauna.pdf>
- Restauración ecológica: biodiversidad y conservación. Acta biológica Colombia Vol.16 N°2. <https://www.redalyc.org/pdf/3190/319028008017.pdf>
- Upala Agrícola: como una finca de piña se esfuerza por lograr una producción sostenible. <https://preferredbynature.org/es/newsroom/upala-agricola-como-una-finca-de-pina-se-esfuerza-por-lograr-una-produccion-sostenible>

Colaboración de Experto:

Ingeniero Forestal. Manuel Chavarría Vargas /
Email: manuelchav_25@hotmail.com.