



UNIÓN EUROPEA

Por encargo de:
Ministerio Federal
de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza,
y Seguridad Nuclear
de la República Federal de Alemania



COMISIÓN CENTROAMERICANA DE AMBIENTE Y DESARROLLO



SICA
Sistema de la Integración
Centroamericana

Restaurando Ecosistemas y Paisajes

Fondo de Desarrollo Verde para la región SICA



Técnicas y Buenas Prácticas para la restauración de ecosistemas y paisajes en Centroamérica y el Caribe

Implementado por:

giz Deutsche Gesellschaft
für Internationale
Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Prácticas para la restauración de

Publicado por

Deutsche Gesellschaft für
Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH

Domicilios de la empresa
Bonn y Eschborn, Alemania

Fondo de Desarrollo Verde para la región SICA / REDD+ Landscape
Agencia de la GIZ
Bulevar Orden de Malta, Casa de la Cooperación Alemana
Urbanización Santa Elena, Antiguo Cuscatlán, La Libertad
El Salvador, C.A.
Tel +503 2121-5100
Fax +503 2121-5101
E-Mail info@reddlandscape.org
www.giz.de
www.fondodesarrolloverde.org

Versión

Diciembre 2020

Diseño

Débora Ayala,
Oficial de comunicaciones del
Fondo de Desarrollo Verde para la región del SICA / REDD+ Landscape
Email: debora.ayala@giz.de

Créditos fotográficos

Todas las fotos:
Fondo de Desarrollo Verde para la región del SICA / REDD+ Landscape

Autores

Rolando Alberto,
Asesor técnico experto para Guatemala, Honduras y Nicaragua de los proyectos del
Fondo de Desarrollo Verde para la región del SICA / REDD+ Landscape
Email: rolando.alberto@giz.de

Cecilia Vides, asesora técnica nacional de los proyectos en El Salvador del
Fondo de Desarrollo Verde para la región del SICA / REDD+ Landscape
Email: cecilia.vides@giz.de

Esta publicación fue producida con el apoyo financiero de la Unión Europea y el Ministerio Federal de Medio Ambiente, Protección de la Naturaleza y Seguridad Nuclear (BMU) de la República Federal de Alemania, en el marco de la Iniciativa Internacional para el Clima (IKI). Su contenido es responsabilidad exclusiva de la Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) y no refleja necesariamente los puntos de vista de la Unión Europea o el Gobierno Federal Alemán.



Técnicas y Buenas Prácticas para la restauración de ecosistemas y paisajes en Centroamérica y el Caribe

Esta obra está licenciada bajo la Licencia Creative Commons Atribución-NoComercial-CompartirIgual 4.0 Internacional. Para ver una copia de esta licencia, visita <http://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>

Contenido

INTRODUCCIÓN **4**

CAPÍTULO I RESTAURACIÓN EN PAISAJES AGRARIOS **6**

| | | |
|-------|---|----|
| 1.1 | ¿Qué es un paisaje agrario? | 6 |
| 1.2 | Restauración en sistemas agrícolas y ganaderos | 6 |
| 1.3 | Modalidades para la Restauración | 6 |
| 1.3.1 | Agroforestería – Sistemas Agroforestales | 6 |
| | A. Criterios previos para la implementación | 7 |
| | B. Técnicas de restauración para paisajes agrícolas | 8 |
| | <i>B1. Sistemas Agroforestales con especies frutales</i> | 8 |
| | <i>B2. Sistemas Agroforestales con granos básicos</i> | 21 |
| 1.3.2 | Sistemas Silvopastoriles | 25 |
| | A. Criterios previos para la implementación | 26 |
| | B. Técnicas para la restauración de Sistemas Silvopastoriles | 26 |
| | <i>B1. Rotación de potreros</i> | 27 |
| | <i>B2. Establecimiento de cercas vivas</i> | 27 |
| | <i>B3. Establecimiento de pastos mejorados</i> | 27 |
| | <i>B4. Pasturas en Callejones</i> | 28 |
| | <i>B5. Bancos forrajeros</i> | 28 |
| | <i>B6. Árboles y/o arbustos dispersos en potreros</i> | 30 |
| | <i>B7. Otras prácticas para mejora de la alimentación y nutrición</i> | 31 |
| | <i>B8. Cosecha de Agua</i> | 34 |
| 1.3.3 | Forestería Análoga | 36 |

CAPÍTULO 2 RESTAURACIÓN DE PAISAJES FORESTALES **39**

| | | |
|-------|---|----|
| 2.1 | ¿Qué son los paisajes forestales? | 39 |
| 2.2 | Restauración en paisajes forestales | 39 |
| 2.3 | Modalidades para la Restauración | 40 |
| 2.3.1 | Restauración en ecosistemas de manglar | 40 |
| | A. Criterios previos para la implementación | 42 |
| | B. Técnicas de restauración para ecosistemas de manglar | 42 |
| | <i>B1. Protección y conservación del manglar</i> | 42 |
| | <i>B2. Regeneración natural</i> | 44 |
| | <i>B3. Desazolve de canales</i> | 45 |
| | <i>B4. Reforestación con propágulos de mangle</i> | 54 |
| 2.3.2 | Restauración en Bosques | 59 |
| | A. Criterios para la implementación | 60 |
| | B. Técnicas de restauración para bosques | 61 |
| | <i>B1. Protección y conservación del bosque</i> | 61 |
| | <i>B2. Regeneración natural</i> | 64 |
| | <i>B3. Enriquecimiento o reforestación</i> | 66 |

Introducción

De acuerdo con Bennett (2004), un paisaje es el territorio comprendido por diversos sistemas naturales y modificados, que interactúan entre sí y tienen conexiones tanto ecológicas como sociales; que además se repiten en forma similar sobre un área. Un paisaje lo reconocen de manera distinta especies distintas y éste determinaría su libertad de desplazarse. Estos paisajes generan y proveen importantes servicios ecosistémicos de base (Ej. Formación del suelo, ciclo de nutrientes, materias primas), de suministro (Ej. alimentos, agua, leña, fibra, bioquímicos, recursos genéticos), de regulación (Ej. Clima, ciclo hidrológico, de enfermedades) y culturales (Ej. Espirituales – religiosos, recreación – ecoturismo, identidad, herencia cultural, educacional)

Debido a diferentes causas (o *drivers*) los paisajes se ven afectados o degradados, reduciéndose de esta forma su capacidad de generación de los servicios ecosistémicos; produciéndose una fragmentación y una consecuente pérdida de funcionalidad del paisaje. Entre esas causas de la degradación, se encuentran factores directos e indirectos. Entre los factores directos se encuentran los biofísicos (Ej. terremotos, huracanes, erupciones volcánicas) y antropogénicos (Ej. aprovechamiento de madera, pesca y recolección de especies, pastoreo de ganado en el bosque, cambios de uso del suelo, incendios, introducción de especies invasoras, entre otros). Entre los factores indirectos se pueden encontrar: demografía, tendencia global hacia la urbanización, desarrollo económico, cambios en los patrones de consumo, crecimiento de mercados para *commodities*, medidas de adaptación al cambio climático, entre otros.

La región centroamericana no ha sido la excepción en cuanto a la degradación de sus ecosistemas y paisajes. Al ser una región densamente poblada, con índices de desarrollo humano bastante bajos y altamente afectada por los efectos del cambio climático, se vuelve muy vulnerable y proclive a la degradación.

Durante los últimos años, las políticas públicas en los países de región se han incrementado para proteger y aumentar la cobertura boscosa; con la finalidad de reducir el efecto de los *drivers* de la degradación de los ecosistemas y paisajes, así como de los efectos colaterales del cambio climático. Algunos de los principales instrumentos de política que se han desarrollado son: “*Las Oportunidades de restauración del paisaje forestal en Guatemala*” (2018), “*Estrategia Nacional Restauración de ecosistemas y paisajes*” en El Salvador (2018), “*Plan de acción de restauración de ecosistemas y paisajes de El Salvador con enfoque de mitigación basada en adaptación: Proyecto 2018 – 2022*” en El Salvador (2017), la “*Estrategia Nacional de Biodiversidad 2016-2025 (ENB2)*” en Costa Rica (2016), “*Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala - PROBOSQUE-*” (2015), entre otros. Con lo anterior se evidencia que los países están alineando sus acciones para la mejora de los ecosistemas, y en un proceso de implementación de acciones de cara al cumplimiento de sus compromisos en el ámbito global, para la restauración.

El Programa Fondo de Desarrollo Verde para la región SICA, entre otras acciones, impulsa la implementación de acciones de restauración de ecosistemas y paisajes forestales en los países de la región del SICA. Se apoya la implementación de proyectos en áreas nacionales priorizadas, en las cuales se ejecutan técnicas y prácticas que contribuyan firmemente a la recuperación de servicios ecosistémicos (carbono, agua, biodiversidad, medios de vida). Para ello se promueven sistemas de producción o de extracción sostenibles, así como diferentes estrategias que permitan la recuperación de la funcionalidad del ecosistema o paisaje.

El presente documento recopila experiencias relacionadas a técnicas y prácticas de restauración de ecosistemas y paisajes en diferentes ámbitos del área que comprende el SICA. El objetivo es

brindar algunas orientaciones técnicas a los responsables de implementar iniciativas de restauración de ecosistemas y paisajes, capitalizando las experiencias y prácticas que han sido exitosas y que pueden ayudar a facilitar los procesos de implementación en terreno.

El capítulo I, aborda diferentes técnicas y prácticas para restauración de paisajes agrarios, en los cuales prevalece un tipo de restauración productiva, que permita la recuperación paulatina de los servicios ecosistémicos, considerando que la sostenibilidad de la restauración tiene un fuerte vínculo con la satisfacción de las necesidades económicas de los habitantes de estas áreas, los cuales obtienen sus medios de vida, del paisaje que habitan.

En el capítulo II se presentan las técnicas o modalidades de restauración más utilizadas para la restauración de los paisajes forestales, principalmente para el ecosistema de manglar y para áreas con bosque continental que son fuertemente impactadas -directa o indirectamente- por la intervención antropogénica, siendo dichas técnicas una forma de proteger e incrementar las conexiones funcionales del ecosistema y su cobertura boscosa.

Se espera que las breves líneas expuestas puedan representar el amplio conocimiento que se realiza en la región, aun sabiendo el gran reto por documentar muchas de las técnicas de restauración que día a día innovan e integran las experiencias que se van adquiriendo constantemente en la práctica, y que contribuyen a mejorar la adaptación a los efectos del cambio climático.

Capítulo I Restauración en Paisajes Agrarios

1.1 ¿Qué es un paisaje agrario?

De acuerdo con Arriaz M (2010), en un sentido amplio, el *paisaje* representa el territorio percibido por el observador. Esta definición tan amplia lleva implícita una triple visión del paisaje: una estética, en donde el paisaje supone una combinación de formas, colores y texturas del territorio; una visión ecológica que supone un estudio de los sistemas naturales que lo configuran y sus interrelaciones; y, finalmente, una cultural, escenario en donde el hombre desarrolla su actividad vital.

Es importante diferenciar los conceptos de paisaje rural y paisaje agrario. El *paisaje rural* es el espacio de todo lo que queda fuera de la ciudad. El *paisaje agrario* es el territorio dentro del espacio rural, en el que se desarrollan específicamente las actividades agrícolas, ganaderas y forestales.

1.2 Restauración en sistemas agrícolas y ganaderos

La agricultura y la ganadería constituyen las actividades que normalmente predominan en los paisajes agrarios; al ser las actividades económicas que normalmente proveen los principales medios de vida de la población rural. La forma tradicional en que se han venido desarrollando desde hace cientos de años, ha provocado una serie de problemas que han generado un alto deterioro de los recursos naturales (agua, suelo, bosque, biodiversidad), vuelve poco rentables las actividades productivas, aumenta la frontera agrícola y agrava las condiciones de pobreza de las familias campesinas. Esto genera un ciclo vicioso de pobreza – deterioro de recursos naturales que es sumamente difícil de romper y vuelve insostenible y poco esperanzadora la vida en el medio agrario. Es por ello que se vuelve necesario buscar alternativas que contribuyan a romper ese ciclo.

En todos los países del área centroamericana han existido muchos esfuerzos para implementar sistemas agrícolas y ganaderos sostenibles, con diferentes niveles de éxito. Es por ello que se ha considerado necesario hacer una recopilación de buenas experiencias en implementación de estos sistemas de manera que en nuevas iniciativas se puedan implementar las buenas prácticas que han funcionado en diferentes ámbitos. Este esfuerzo no persigue ser exhaustivo, ya que se sabe que son muchas las experiencias desarrolladas por diferentes entidades en toda la región.

1.3 Modalidades para la Restauración

1.3.1 Agroforestería – Sistemas Agroforestales

Según la FAO, la agroforestería es un grupo de prácticas y sistemas de producción, donde la siembra de los cultivos agrícolas y árboles forestales se encuentran secuencialmente y en combinación con la aplicación de prácticas de conservación del suelo. Por su parte Plan Trifinio/GIZ (2014) la definen como “un sistema productivo donde se combinan árboles o arbustos con cultivos agrícolas en un mismo sitio, bajo distintas formas de ordenamiento”. La realización de estas prácticas se efectúa atendiendo una planificación previa de acuerdo con los objetivos del productor. Para ello ha sido muy útil la elaboración de un plan de finca que plasma el estado actual y el estado futuro de la finca.

¿Cómo funcionan los sistemas agroforestales?

De acuerdo a Lutheran World Relief (2020), los elementos del sistema agroforestal incluyen las plantas, los animales y los microorganismos que se relacionan entre sí y compiten o comparten recursos. Dentro de un sistema, la vida de todos los seres vivos depende de los nutrientes que circulan. Al usar los nutrientes, el agua y la luz solar, algunos elementos producen los alimentos y

otros los consumen. Unos consumen más que otros y algunos organismos como las lombrices de tierra, insectos, hongos y bacterias, ayudan a descomponer los restos de plantas y animales. El límite de la capacidad de un sistema está en los recursos: agua, luz solar, nutrientes del suelo y el aire. Los nutrientes entran al sistema por los aportes del suelo y la materia orgánica y salen del sistema cuando los arrastra el agua, el viento o cuando se transforman en cosechas. El éxito de un sistema agroforestal depende del equilibrio entre las entradas y las salidas de los nutrientes. Un manejo adecuado del sistema inicia con la selección apropiada de los cultivos y los árboles que se establecen, para que se logre un beneficio mutuo. Un buen diseño agroforestal debe garantizar que haya un mejor uso del espacio, el agua y los nutrientes. El diseño debe ayudar a regular la temperatura en la plantación, moderar la entrada de luz, disminuir el efecto del viento, proteger y mejorar el suelo. Todo esto ayuda a generar una alta productividad y fomentar la biodiversidad.

¿Cómo se establece un Sistema Agroforestal?

En primer lugar, se debe preparar un esbozo del sistema, es decir, definir en dónde estarán ubicados en la parcela los diferentes componentes del sistema (especies arbóreas, cultivos, obras y prácticas de conservación de suelos y cosecha de agua), la densidad de plantas del cultivo y árboles acompañantes, y el manejo que el sistema deberá tener a lo largo del tiempo para que se establezca en forma exitosa y sostenible.

En segundo lugar, con dicho esbozo o diseño del sistema agroforestal se debe garantizar que haya un buen uso del espacio, el agua y los nutrientes. Hay que considerar que el establecimiento del sistema debe ayudar a regular la temperatura en la plantación, moderar la entrada de luz, disminuir el efecto del viento, proteger y mejorar el suelo. Todo esto refuerza a generar una alta productividad y fomenta la biodiversidad en las parcelas agroforestales.

A. Criterios previos para la implementación

Existen muchos sistemas o arreglos agroforestales. Para determinar cual es el mas adecuado al área donde se pretende desarrollar la intervención, es conveniente atender algunos criterios previos que han sido útiles en experiencias documentadas y no documentadas. Entre estos los siguientes:

- *Que sean económicamente promisorios para el productor:* esto implica que exista un mercado potencial que permita insertar los productos exitosamente a precios atractivos para el productor. De preferencia, que exista una cadena de valor funcionando o al menos las condiciones propicias para organizarla y fortalecerla.
- *Que exista aceptación cultural por parte del productor y la comunidad:* es importante que el productor se sienta orgulloso de dedicarse a la implementación del SAF y de igual manera la comunidad a la que pertenece.
- *Considerar el conocimiento y experiencia del productor:* las actividades más aceptadas serán aquellas en donde el productor se siente que no son completamente extrañas a su experiencia.
- *Disponibilidad de tecnología para su implementación:* se debe disponer de las técnicas necesarias para la implementación y monitoreo del SAF. Se debe considerar que un sistema sostenible requerirá de existencia de insumos ecológicos o la capacidad para producirlos.
- *Disponibilidad de personal técnico capacitado y experimentado:* es necesario que se disponga de técnicos capacitados que puedan ayudar a los productores a implementar sus SAF, que los mismos tengan capacidad para organizar redes de productores e implementen estrategias de extensión y comunicación que permitan trasladar los conocimientos y experiencias a los productores. De igual manera se debe contar con personal capacitado en cadenas de valor, mercadeo, administración de empresas.
- *Amigables con el medioambiente, adaptables y resilientes al cambio climático:* Los arreglos a implementar deben utilizar métodos y técnicas que favorezcan al medio ambiente, que

provean a las familias mayor capacidad de adaptación al cambio climático y que fortalezcan su resiliencia.

- *Se debe tomar en cuenta el lugar en donde se establecerá el sistema agroforestal*, considerando el uso que ha tenido esa área y las condiciones en las que se encuentra el terreno, la disponibilidad de agua, de acceso, factibilidad de energía eléctrica, entre otros.
- *Organización comunitaria y empresarial*: Un factor que ha sido un denominador común en muchas experiencias examinadas, es que, a mayor nivel de organización comunitaria y empresarial, existe una mayor probabilidad de éxito y sostenibilidad de las iniciativas implementadas.
- *Entusiasmo y disponibilidad al aprendizaje*: La actitud de las personas debe ser positiva, debe existir una buena disposición para aceptar el cambio.
- *Un entorno y gobernanza favorables*: Es importante que exista o que se cree un entorno participativo, en donde todos los actores institucionales y locales tengan espacios de discusión y consensos que impulsen el desarrollo sostenible.
- *Implementar las prácticas de restauración en fincas adyacentes*, con la finalidad de mejorar la cobertura arbórea en zonas completas.
- *Considerar la conectividad de los ecosistemas*: es conveniente considerar la conectividad entre las áreas restauradas y otras áreas o ecosistemas, por medio de restauración de bosques de galería o corredores biológicos.
- *El principio de no hacer daño*: algunas intervenciones pueden llegar a provocar más daño que beneficio, ya que pueden provocar deforestación o aumentar la frontera agrícola, al sustituir bosque natural. Por ello debe considerarse que el cambio de uso del suelo debe ser de un sistema que deteriora a uno que protege.
- *Es importante tener una visión integral de la cuenca*: Esto con la finalidad de realizar un manejo acorde a las condiciones de la misma, diferenciando las intervenciones en la zona alta, media y baja, con una buena identificación de las zonas de recarga hídrica, zonas vulnerables, etc.
- *Conservación de material genético*: dando prioridad a especies locales, las cuales se encuentran más adaptadas a la zona y contribuyen a la conservación del ecosistema.
- *Implementar enfoques de intervención inclusivos*: que permitan la incorporación de grupos vulnerables, considerando: equidad de género, jóvenes y pueblos originarios

B. Técnicas de restauración para paisajes agrícolas

Los paisajes agrícolas pueden manejarse a través de distintos sistemas dependiendo del interés del productor. Entre los sistemas más comunes se encuentran los agroforestales con especies frutales y los agroforestales con granos básicos. A continuación, se describen algunas de las modalidades y experiencias en la región:

B1. Sistemas Agroforestales con especies frutales

Los cultivos frutales son una fuente importante de ingresos para los productores en muchas regiones. El tipo de especie a utilizar depende de las condiciones ya señaladas anteriormente, siendo las agroecológicas y climatológicas del sitio, de las primeras a considerar. De igual manera, las especies forestales también dependerán de estos factores. En ese sentido, existen arreglos para las diferentes realidades. Ya que es difícil hacer un recuento completo de todos los posibles arreglos, se tomarán como ejemplos algunos que se han implementado por programas de la cooperación en algunas regiones del área centroamericana. Muchas de las experiencias presentadas han sido implementadas en la región Trifinio, en microcuencas de El Salvador, Guatemala y Honduras, por el Programa Bosques y Agua que la Cooperación Técnica Alemana (GIZ) desarrolló entre los años 2009 y 2017, que a su vez consideró experiencias y aprendizajes de programas anteriores como el Programa Ambiental del El Salvador (PAES), Programa de la Cuenca Alta del Río Lempa (PTCARL); así como experiencias implementadas en diferentes áreas de

Centroamérica por el Centro agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) y el Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura (IICA), entre otros.

Experiencia del Sistema de Melocotón Diamante (*Prunus persica* variedad Diamante), con cerca viva de ciprés (*Cupressus lusitanica*)

Basado en el Modelo desarrollado por el Programa Bosques y Agua/ GIZ- Trifinio en microcuencas de la Región Trifinio: Periodo 2009 – 2018.



Fotografía 1. Experiencia en la subcuenca Jupula, San Ignacio, El Salvador. Establecimiento del Sistema de Melocotón Diamante, con cercas vivas de ciprés común. Crédito de fotografía: Programa Bosques y Agua/ GIZ-Plan Trifinio, 2017.

Este sistema fue implementado en microcuencas de la región Trifinio en El Salvador y Honduras, con productores de hortalizas de zonas altas, los cuales, debido a la alta incidencia de plagas y por los frecuentes controles químicos, habían perdido rentabilidad de sus cultivos. Por otra parte, estos productores se encontraban en la zona de recarga hídrica de la cuenca, lo cual hacía más relevante y urgente el abordaje.

La especie y variedad frutal fue seleccionada por su alta aceptación en los mercados y alta adaptación a la zona ya que reunían las condiciones de altitud, temperatura y humedad. En cuanto a las cercas vivas, se seleccionó el ciprés común (*Cupressus lusitanica*) que protege a las plantaciones de fuertes vientos, tiene un valor comercial y es una especie conocida en la zona.

Algunas de las condiciones necesarias para el establecimiento del sistema que se debían cumplir en las zonas seleccionadas fueron:

- Altitud: zonas de recarga hídrica, a una altitud de 1,800 a 2,000 msnm, ya que el cultivo se adapta desde los 1,400 hasta los 2,500 msnm.
- Temperatura: media anual de 18°C. Esta variedad de melocotón requiere de 200 a 300 horas de temperaturas frías.
- Precipitación: 1,200 a 1,800 mm, bien distribuida durante el período de lluvia.

- Humedad relativa media: 70 a 85%.
- Tipo de suelo: Suelos de textura media, franco, franco arenoso, franco arcillo arenoso, profundos y con buen drenaje. Con un pH neutro o ligeramente ácido de 6.2 – 6.8; y buen contenido de materia orgánica (2.5 a 5%). Los suelos deben tener 0.8 a 1.0 metro de profundidad, para garantizar un buen enraizamiento del árbol y por consiguiente una larga vida.
- Drenaje: Es indispensable un buen drenaje, en terrenos no inundables.
- Vientos: No mayor de 30 kilómetros por hora,



Fotografía izquierda: Planta de melocotón diamante, en su respectiva terraza individual. Fotografía derecha: Cerca viva de ciprés común, en una de las parcelas intervenidas. Crédito de fotografías: Programa Bosques y Agua, GIZ-Plan Trifinio, 2018.

Para el establecimiento del sistema, se debe seguir una secuencia de pasos que permitan llevar al éxito la intervención. A continuación, los principales:

- Preparación del terreno:* limpieza del terreno, generalmente, en forma manual.
- Trazo y estaquillado:* siguiendo las curvas a nivel con el sistema de rectángulo o tresbolillo.
- Ahoyado y abonado:* para melocotón: hoyos con dimensiones de 60 x 60 x 80 centímetros, con 15 días de aireación y exposición solar antes de abonarlos. Para la siembra del ciprés común, el ahoyado es de 15 x 15 x 30 centímetros.
- Plantación - trasplante:* Partiendo de que ya se dispone de planta producida en viveros especializados, esta labor se realiza al inicio de la época lluviosa. Los cuellos de las plantas de melocotón y ciprés deben quedar en el mismo nivel en el terreno definitivo.
- Tutorado:* se utilizan soportes de madera, de 1 metro de alto aproximadamente, a los cuales se ata cada planta. Es muy conveniente realizar esta práctica en aquellas zonas expuestas a vientos fuertes.
- Conservación de suelos:* es recomendable realizar terrazas individuales, y de preferencia incluir otras obras para protección del suelo, mejora de la infiltración hídrica y reducción de la erosión, tales como acequias de ladera, barreras vivas o muertas, cultivos de cobertura, entre otras.
- Control de malezas:* se realiza mediante tres limpiezas al año: junio, agosto y octubre en forma manual.
- Nutrición:* La fertilización se realiza con base en los resultados de los análisis de suelos y los requerimientos nutricionales del cultivo de melocotón, utilizando combinación de productos químicos y orgánicos. Es importante fomentar la elaboración y uso de abonos orgánicos, a base de microorganismos de montaña.
- Manejo integrado de plagas (MIP):* Control químico, con productos de etiqueta verde y azul, Control biológico, con pesticidas orgánicos con microorganismos de montaña, caldo

“sulfocalcio” y control cultural, con podas formativas, de sanidad y productivas; así como limpia de malezas.

- j. *Enfermedades*: la enfermedad más frecuente es la denominada Moniliasis (*Monilia* sp.). Existen dos períodos de máximo riesgo de ataque: durante la floración y durante la maduración del fruto. Cuando las condiciones de humedad son superiores a 80%, las flores son rápidamente invadidas por el hongo y luego infecta los frutos. Las buenas prácticas para la prevención y control de esta enfermedad son: podas preventivas, recolección de frutos infectados y su respectiva quema; aplicación de productos orgánicos y el control químico, utilizando fungicidas sistémicos como el difenoconazol), realizando aplicaciones cada 10 días.
- k. *Podas*: Constituyen una de las actividades fundamentales, para tener una plantación sana y en condiciones óptimas para la producción.

En el cultivo de melocotón se realizan las siguientes:

1. Poda de formación: tiene por objeto dar a la planta la forma deseada mientras llega a su período de fructificación.
 2. Poda de mantenimiento: Se deben podar las ramas basales, a un metro de altura, ramas muy inclinadas o rastreras. Se recomienda eliminar los chupones en la parte central del árbol. La época para hacer esta poda es después de la cosecha.
 3. Poda de fructificación: Su objetivo es doble, permite la existencia de ramas en las que se producirá la fructificación del año y promueve la formación de ramas de reemplazo, para garantizar la siguiente cosecha. Se efectúa en dos momentos: en verde y en dormancia, que consiste en el despunte de ramas, cuando en la planta comienza a salir el botón floral.
 4. Poda sanitaria: esta poda consiste en la eliminación de ramas secas, enfermas, rotas o desgajadas, así como chupones o ramas provenientes del patrón.
- l. *Cosecha*: La fruta deberá cortarse girándola suavemente hacia los lados, depositándola en una caja de material plástico. Las cajas llenas de frutos deben trasladarse, tan rápido sea posible, a la sombra, donde se realiza la segunda clasificación de los melocotones, por tamaño, forma y color. Generalmente la fruta de melocotón dura en buenas condiciones, solo unos 6 a 9 días.
 - m. *Cerca viva*: Se establece a un distanciamiento de 1 a 2 metros, en el contorno de la parcela.

Experiencia del Sistema de Aguacate Hass con cerca viva de ciprés (*Cupressus lusitanica*)
Basado en el Modelo desarrollado por el Programa Bosques y Agua/ GIZ- Trifinio en microcuencas de la Región Trifinio: Periodo 2009 – 2018.



Fotografía 2. Experiencia en la subcuenca San Juan Buena Vista, Ocotepeque, Honduras. Planta de aguacate Hass para el establecimiento del Sistema de Aguacate, con cercas vivas de ciprés común. Crédito de fotografía: Programa Bosques y Agua/ GIZ-Plan Trifinio, 2017

El sistema fue implementado en microcuencas de la región Trifinio en El Salvador y Honduras, con productores de zonas altas en las áreas de recarga hídrica de la cuenca. La selección de la variedad a utilizar se realizó con la participación de los productores. Para ello se consideraron las condiciones agroecológicas de los sitios, el mercado, la tecnología y material vegetal disponible; así como la resistencia al manipuleo postcosecha.

Algunas de las condiciones necesarias para el establecimiento del sistema que se debían cumplir en las zonas seleccionadas fueron:

- Altitud: zonas de recarga hídrica seleccionadas, a una altitud de 1,200 a 2,000 msnm.
- Temperatura: temperatura media anual entre 14 y 24°C.
- Precipitación: 1,200 a 1,800 mm, al año, bien distribuida en el período de lluvia.
- Humedad relativa media: 65 a 85%.
- Tipo de suelo: textura franca, franco arenoso, franco arcillo arenoso y migajón, profundos y con buen contenido de materia orgánica (2.5 a 5%) y un pH de 5.5 a 7.
- Drenaje: indispensable un buen drenaje, terreno no inundable.
- Vientos: menor a 15 kilómetros por hora, pues cuando son mayores provocan daños como caída de hojas, flores y frutos; así como deshidratación de yemas florales, hojas y frutos tiernos.

El proceso para el establecimiento del sistema se describe a continuación:

- a. *Preparación del terreno:* limpieza del terreno, en forma manual.

- b. *Trazado y estaquillado*: Siguiendo las curvas a nivel en terrenos con pendientes arriba del 5%, en cuadro o al tresbolillo. El distanciamiento del aguacate: 7 x 7 metros con 143 plantas/Mz.
- c. *Ahoyado y abonado*: para aguacate, realizar hoyos con dimensiones de 80 x 80 x 80 centímetros, dejando por lo menos 15 días de aireación y exposición solar antes de abonarlos con tierra fértil y materia orgánica. Para el ciprés común, el ahoyado es de 15 x 15 x 30 centímetros.
- d. *Siembra*: al inicio de la época lluviosa, asegurando que el suelo esté suficientemente húmedo. El cuello de la planta de aguacate y ciprés debe quedar en el mismo nivel en el campo definitivo.
- e. *Tutoreo*: Con soportes de madera, de 1 metro de alto, a los cuales se ata cada planta con pita, cuerda o nylon.
- f. *Construcción de terrazas individuales*: Además de ser una medida de conservación de suelos, favorecen la infiltración del agua de lluvia y permiten un mejor aprovechamiento de los fertilizantes que se aplican al suelo.
- g. *Otras obras de conservación de suelos y agua*: Cuando el terreno lo permite, también es importante establecer otras obras y prácticas de conservación de suelos y cosecha de agua, tales como barreras vivas, utilizando especies de pasto adaptadas a la zona, combinadas con acequias de ladera.
- h. *Control de malezas*: Normalmente se realizan tres limpiezas al año: junio, agosto y octubre. El método recomendado es el manual.
- i. *Fertilización*: En la experiencia tomada como base, se realizó con productos químicos, combinados con orgánicos, en base en los resultados de los análisis de suelos y los requerimientos nutricionales del cultivo. Las aplicaciones se hicieron al suelo y en forma de foliares.
- j. *Manejo integrado de plagas (MIP)*: Control químico, con productos de etiqueta verde y azul; control biológico, utilizando pesticidas orgánicos como el MM5 (Microorganismos de montaña con cinco especies aromáticas) y caldo de sulfocalcio; y control cultural, con podas formativas, de sanidad y productivas, como también manteniendo la plantación limpia de especies arvenses.
- k. *Plagas*: las plagas más comunes encontradas fueron:
 1. Trips del aguacate (Orden Thysanoptera): son insectos pequeños de 1.5 a 2 mm de longitud, color verde pálido o amarillento hasta negruzco. Succiona la savia de brotes tiernos e inflorescencias.
 2. Minador de la hoja (*Gracilaria perseae*): es una palomilla de color gris plateado de 3 a 4 mm de longitud. Las hembras ponen sus huevecillos en el envés de las hojas nuevas, las larvas se localizan haciendo galería en la epidermis, al terminar su estado larvario dobla la hoja y pupa ahí mismo.
 3. Agalla (*Trioza anceps*): el daño lo ocasiona la ninfa, la cual segrega un líquido tóxico que produce la formación de una agalla en el haz de la hoja, en forma de cápsula, primero de color verde y luego de color parduzco café. La ninfa se encuentra en su interior, alimentándose de savia.
 4. Pulgones (*Aphis gossypii*): Son insectos de talla muy pequeña de color amarillo, verde claro, que parasitan en brotes y hojas del aguacate, chupando la savia en las nervaduras de las hojas.
 5. Barrenador del fruto (*Stenoma catenifer*): Es una palomilla de color amarillo pálido cuando jóvenes y posteriormente café grisáceo o claro. Las larvas barrenan la cáscara y el hueso del fruto en desarrollo, ocasionando la caída prematura del mismo y si el fruto llega a la madurez no tiene valor comercial.
- l. *Enfermedades*: La principal enfermedad es la pudrición de la raíz producida por el hongo *Phytophthora cinnamomi*. Los árboles presentan una coloración verde clara o verde amarillenta, que contrasta con los árboles sanos. Las hojas presentan un tamaño más reducido

y algún grado de marchitez. Conforme avanza la enfermedad, se produce defoliación y se reduce la brotación. Las ramas comienzan a manifestar muerte descendente y fructificaciones escasas.

- m. *Podas*: Son fundamentales para una plantación sana y en condiciones óptimas para la producción. Con las podas se logra darle la forma adecuada a la planta, manteniendo una altura que facilite las labores. Reducen las plagas y enfermedades y mejoran la distribución de la luz y la circulación del aire.

Es necesario realizar las siguientes podas:

1. *Poda de formación*: Consiste en formar la planta para que posea una estructura que distribuirá la savia y nutrientes en forma equitativa. Se recomienda iniciarla 45 días después de la siembra, hasta los dos años de edad. El tipo de poda recomendable es la denominada del “vaso abierto” que consiste en dejar tres a cuatro ramas principales, para facilitar las operaciones y generar el máximo aprovechamiento de la radiación solar, así como proveer adecuada ventilación, en la parte central del árbol.
 2. *Poda de mantenimiento*: se lleva a cabo después de dos años de edad, cuando los árboles de aguacate son productivos. Se deben podar las ramas basales, a un metro de altura, así como las ramas muy inclinadas o ramas rastreras.
 3. *Poda de fructificación*: Consiste en el despunte de las ramas superiores del árbol para inducir la producción en la parte media del mismo y mantener una altura máxima de 4 metros. Se efectúa al inicio de la floración.
 4. *Poda de sanidad*: se recomienda para la eliminación de ramas secas, enfermas, rotas, desgajadas, cuidando de hacer el corte al ras del tronco o de las ramas principales del árbol. Se debe hacer cuantas veces sea necesario.
- n. *Cosecha*: se lleva a cabo entre noviembre y abril. Debe realizarse cuando los frutos hayan alcanzado su madurez fisiológica, tres cuartos o madurez de cosecha. Para determinar el punto de corte, se recomienda el método del cambio de color, el cual requiere mucha experiencia por parte de las personas que realizan el corte. Este método consiste en saber establecer el cambio de color de los frutos, de un verde tierno a un verde oscuro, acompañado de la pérdida de brillo. Este es el método más utilizado en la región Trifinio y el que se recomienda. Normalmente, la primera cosecha comercial ocurre a los cuatro años de sembrada la plantación, cuando se trata de árboles injertados. Es importante señalar que los frutos de aguacate, al cosecharlos deben conservar parte del pedúnculo (1 a 3 mm), para evitar heridas y la posterior pudrición, por efecto de ataque de hongos. Se debe evitar exponer la fruta cosechada al sol, para no acelerar los procesos de maduración y degradación. Por ellos es importante un trato cuidadoso de los frutos, desde que se desprenden del árbol, hasta que se empacan para su comercialización.
- o. *Cerca viva*: Se establece a un distanciamiento de 1 a 2 metros, en el contorno de la parcela.

Sistema de Café Especial con cerca viva de ciprés

Basado en el Modelo desarrollado por el Programa Bosques y Agua/ GIZ- Trifinio en microcuencas de la Región Trifinio: Periodo 2009 – 2018.



Fotografía 3. Sistema agroforestal de café bajo sombra en microcuenca Marroquín, Copán Honduras. Crédito de fotografía: Programa Bosques y Agua/ GIZ-Plan Trifinio, 2017.

El sistema fue implementado en microcuencas de la región Trifinio en El Salvador, Guatemala y Honduras, en donde el cultivo de café constituye una alternativa interesante de cambio de uso del suelo para pasar de cultivos limpios como granos básicos u hortalizas a un sistema arbóreo que puede aportar mejores beneficios económicos, sociales y ambientales. Dado que el mercado internacional del café es bastante volátil, es importante propiciar producción que tenga una diferenciación que a largo plazo pueda representar algunas ventajas en el mercado. En ese sentido, en la implementación de esta experiencia se consideró que el sistema debía cumplir con algunos requisitos importantes tales como: i) producción amigable con el medio ambiente; ii) utilizar prácticas de conservación y manejo sostenible de suelos, iii) uso de sombra diversificada para el café, iv) realizar beneficiado limpio, v) implementar prácticas de manejo de residuos, vi) producir con principios solidarios y humanos y vii) producir un café con una taza de alta calidad.

Las condiciones a cumplir en las áreas seleccionadas fueron:

- Altitud: zonas de recarga hídrica, seleccionadas a una altitud de 900 a 1,500 msnm
- Temperatura: media anual entre 17 y 28°C.
- Precipitación: 1,000 a 3,000 mm
- Humedad relativa media: 65 a 85%
- Tipo de suelo: suelos francos, francos arcillosos y francos arenosos, con buen contenido de materia orgánica y un pH de 5.5 a 6.8
- Vientos: menor a 15 kilómetros por hora, pues cuando son mayores provocan daños mecánicos.

La selección de la variedad a utilizar se realiza en función de las condiciones agroecológicas de cada sitio. El proceso de selección es preferible hacerlo de forma conjunta con los productores de cada microcuenca, por la experiencia que ellos tienen en su zona.

El proceso de establecimiento del sistema fue:

- a. *Viveros de café*: Para efectos de reducción de costos y asegurar la calidad de la variedad de café a utilizar, se implementan viveros familiares y comunales de acuerdo a la elección de los productores, capacitándoles en selección de la semilla, elaboración de semilleros y manejo de vivero.
- b. *Componente arbóreo para sombra*: Las especies forestales seleccionadas para sombra en la experiencia de base fueron: pepeto (*Inga vera*), guamo o pepeto negro (*Inga ruiziana*), pepeto peludo (*Inga punctata*), nacaspielo (*Inga sapindoides*) y gravilea (*Gravillea robusta*). Además, se utilizaron especies de alto valor comercial, como: cedro (*Cedrella odorata*) y laurel (*Cordia alliodora*), incorporadas al sistema, para aumentar la rentabilidad.
- c. *Densidad de siembra*: distanciamiento del café: 2 x 1 metros, es decir unas 3,500 plantas/mz, en el caso de las variedades Catuaí y Lempira; y 2 x 1.5 metros, para las variedades Cuscatleco, Pacas y Keniano, con 2,334 plantas/mz. La siembra se realizó en el sentido de las curvas a nivel. *Distanciamiento de sombra*: para la parte media de la cuenca, 8 x 8 metros, con 110 árboles/mz; mientras que, para la parte alta, 10 x 10 metros, con 70 árboles/mz.
- d. *Prácticas de establecimiento*:
 1. Preparación del terreno: consiste en la limpieza del terreno donde se establecerá el cultivo. Generalmente se hace en forma manual.
 2. Trazado y estaquillado: a curvas a nivel, con el sistema de rectángulo o al tresbolillo.
 3. Ahoyado y abonado: hoyos con dimensiones de 40 x 40 x 40 centímetros, dejando por lo menos 15 días de aireación y exposición solar, antes de abonarlos con tierra fértil y materia orgánica.
 4. Siembra: al inicio de la época lluviosa, asegurando que el suelo del ahoyado esté suficientemente húmedo. El cuello de la planta de café debe quedar al mismo nivel que estaba en la bolsa.
- e. *Prácticas de manejo*:
 1. Control de malezas: Normalmente se realizan tres limpiezas al año, en los meses de junio, agosto y octubre. el método utilizado es manual.
 2. Conservación de suelos: es pertinente establecer terrazas individuales o continuas en las plantaciones de café, que además de ser una medida de conservación de suelos, permite mayor infiltración del agua, así como mejor control de malezas, plagas y enfermedades.
 3. El manejo del rastrojo es otra de las prácticas recomendadas a nivel de finca, especialmente con la modalidad del carrileo.
 4. Cultivos de cobertura, con plantas como: cordoncillo (*Verónica pérsica*), tresbolillo (*Oxalis martiana*), conchuela (*Borreria laevis*) y maní forrajero (*Arachis pintoi*). Estas plantas contribuyen a evitar la erosión de los suelos, especialmente en terrenos escarpados, así como a conservar la humedad y además a controlar las malezas nocivas, para el cultivo de café bajo sombra.
- f. *Elaboración de insumos orgánicos*: incluidos abonos, insecticidas y fungicidas a base de microorganismos de montaña (MM).
- g. *Manejo integrado de plagas (MIP)*: Los métodos empleados incluyen control químico, con productos de etiqueta verde y azul; control biológico, utilizando pesticidas orgánicos como el MM5 (Microorganismos de montaña con cinco especies aromáticas) y sulfocalcio; y control cultural, que consiste en podas de cafetos y árboles de sombra.
- h. *Poda de cafetales*: es muy importante, porque permite la regeneración vegetativa del cafeto y consiste en realizar recepas (poda baja), descopes (poda alta) y deshijos. En la experiencia de

base, se recomendó realizar la recepa a una altura de 35 a 40 centímetros sobre el nivel del suelo, realizando un corte con una ligera inclinación, para impedir la acumulación de agua, que puede facilitar la entrada de enfermedades a la planta. Es conveniente proteger las plantas con cubre cortes, tales como pintura de látex, o pasta de sulfocalcio. La época recomendable para realizar la poda es de enero a abril, después de la cosecha de café. Los deshijes deben realizarse en los meses de junio a septiembre, dejando los brotes vegetativos más fuertes (dos brotes por planta). El descope se lleva a cabo para suspender el crecimiento vertical de la planta y estimular el crecimiento lateral; se realiza a una altura de 1.5 a 1.70 metros del nivel del suelo.



Fotografías de distintos ángulos de la poda baja o recepa de café en la microcuenca Marroquín, Honduras.

Crédito de fotografías: Programa Bosques y Agua, GIZ-Plan Trifinio, 2014.

- i. **Manejo de sombra:** la regulación de la sombra permite mejorar la productividad de los cafetales, manteniendo los aportes ambientales. Un buen manejo de la sombra favorece un mejor control de enfermedades, especialmente la roya del cafeto. Según la etapa de desarrollo del cultivo, la sombra puede ser:
 1. Temporal: se recomiendan especies semipermanentes como el gandul (*Cajanus indicus*), sembrando 3 semillas por postura, con un distanciamiento de 1 metro entre posturas, sobre las calles de la plantación del cafeto. La siembra se realiza en los meses de julio hasta agosto. El gandul, por ser de la familia de las leguminosas, fija nitrógeno al suelo y por ser un arbusto, permite una buena penetración de luz. La madera de gandul se puede consumir o vender en el mercado, para obtener así un ingreso adicional.
 2. Semipermanente: se recomienda banano (*Musa sapientum*) y plátano (*Musa paradisiaca*), con un distanciamiento de 6 x 6 metros, sobre las calles del cafeto. Los hoyos para siembra deben ser de 45 x 45x 60 centímetros.
 3. Permanente: Se recomienda el pepeto de río (*Inga vera*), el guamo o pepeto negro (*Inga ruiziana*), nacaspilo (*Inga sapindoides*) y el pepeto peludo (*Inga punctata*). también se utiliza la especie gravilea (*Gravilea robusta*). El distanciamiento de siembra recomendado es de 8 x 8 metros, para zonas de altura media (900 a 1,200 msnm) y de 12 x 12 metros, para zonas con alturas arriba de 1,200 msnm.
- j. **Cosecha:** el cultivo de café comienza a producir al segundo año de haber sido establecida la plantación. A partir del tercer año, inicia la producción con valor comercial. La cosecha se desarrolla de ocho a diez meses después de la floración. En Centroamérica, usualmente, inicia en el mes de noviembre, prolongándose hasta el mes de enero. La recolección de café uva, es el resultado del esfuerzo realizado durante la etapa agrícola, por lo que es necesario tomar todas las precauciones del caso durante la misma, con la finalidad de garantizar el máximo rendimiento y calidad posible. Esto es únicamente posible mediante una recolección en su

punto óptimo de maduración, cuando tiene la mejor expresión de sus cualidades, dulzura y acidez, e incrementa el aroma y sabor.

Se recomienda una buena capacitación de los cortadores de café, para no hacerle daño a las plantas, desgranando los frutos y no rasgándolos, para no perjudicar las yemas florales de la próxima cosecha. Se debe disponer de utensilios de trabajo limpios y evitar la fermentación de los granos de café.

- k. *Procesamiento*: Consiste en la transformación del café maduro a café pergamino seco de punto comercial. Para el procesamiento, es indispensable que el café esté completamente maduro, que no tenga frutos verdes y semi-maduros; así como también que los frutos no sean brocados, secos o enfermos, porque ello no solo dificulta el proceso de beneficiado, sino que también altera la calidad del producto final. En la experiencia base, se realizó beneficiado seco, con equipos Ecoline 800, que despulpan y lavan 14 quintales de café uva por hora, con un consumo de agua de 0.2 litros por kilogramo. En algunos casos el secado del café pergamino húmedo se realizó utilizando secadoras solares del tipo invernadero, activadas con energía solar. La capacidad de estas secadoras es de 85 quintales por tanda.
- l. *Tratamiento de pulpa de café*: Uno de los aspectos más controversiales en la cadena de café, es el tratamiento de la pulpa y aguas mieles. En esta experiencia se utilizó la pulpa para elaboración de abono bocashi; las aguas mieles fueron tratadas en fosas de infiltración, construidas en cada uno de los sitios de beneficiado. En algunas microcuencas, se utilizaron las aguas mieles para la elaboración de biofertilizantes.

Sistemas Agroforestales con Cacao

El cacao es un cultivo ancestral que se desarrolla en Centro América desde hace más de 2,500 años. La palabra cacao proviene de la lengua indígena maya: *cac* que significa rojo, por el color de su mazorca y *cau* que significa fuerza y fuego. Al desarrollar el comercio, los mayas usaron las semillas del cacao como moneda.

De acuerdo con Lutheran World Relief (2020), un sistema agroforestal de cacao está compuesto por árboles de cacao, árboles maderables que dan sombra, el clima, el suelo, los animales grandes y pequeños que viven en el cacaotal y las relaciones que desarrollan entre sí.

Se debe conocer bien la planta de cacao para entender el potencial del cultivo y los límites de la producción, la calidad depende de la variedad del cacao, las condiciones del suelo, y las condiciones de la zona como altura, temperatura y precipitación.

Originalmente había dos grupos de cacao, el criollo, originario de Centroamérica, Colombia y Venezuela que produce cacao dulce y de aroma intenso. De cada 100 granos de cacao producidos en el mundo, 5 granos son de cacao Criollo. El Cacao Forastero o Calabacillo que es originario del Amazona, Brasil, produce cacao amargo. De cada 100 granos de cacao que se producen en el mundo, 80 granos son de Cacao Forastero. Cacao Trinitario, que procede del cruce de los dos grupos anteriores, llamado así por tener su origen en la Isla de Trinidad, frente a las costas de Venezuela. Del cruce repetido entre ellos, se originaron los diferentes tipos de cacao que se conocen y utilizan en la actualidad. De cada 100 granos de cacao que se producen en el mundo, 15 granos son de Cacao Trinitario (Lutheran World Relief, 2020).

El árbol del cacao alcanza una altura entre 4 a 8 metros. Su copa es redondeada, con un ancho de 2 a 4 metros. El tronco es recto, y su forma de moldeará dependiendo de las podas de formación. Los frutos o mazorcas tienen diferentes formas y tamaño, de acuerdo con la variedad. Miden entre 15 a 30 centímetros de largo y de 7 a 10 centímetros de ancho. Son puntiagudas y con camellones al largo de la mazorca. Hay mazorcas de cáscaras lisas, arrugadas, de formas redondas y alargadas, de colores variados que van desde rojas, amarillas, verde, moradas o café.

Cada fruto contiene de 20 a 40 semillas, que pueden ser planas o redondeadas, de color blanco, café o morado, de 2 a 3 centímetros de largo. Las semillas están recubiertas por una fina capa de mucílago blanco, de sabor dulce o levemente ácido, según la variedad. La semilla está formada por dos cotiledones de forma ovalada y aplanada. Son ricas en almidón, proteínas, grasas.

Lutheran World Relief (2020) considera que la selección de un sitio para establecer cacao es un proceso complejo que requiere varias reflexiones. Primero, ver cuáles son los objetivos de la parcela de cacao. Luego, se debe analizar las condiciones de clima. Finalmente, se debe analizar las propiedades del suelo. Algunas de las condiciones necesarias que se deben verificar para definir el sitio de establecimiento del cultivo de cacao son:

- Altitud: desde el nivel del mar, hasta 900 metros de altura.
- Temperatura entre 22 y 30 grados centígrados.
- Precipitación media anual entre 1,500 a 2,500 mm
- Humedad relativa media: 80%
- Tipo de suelo: suelos profundos, con buen equilibrio entre arena, arcilla y limo, con buen contenido de materia orgánica y un pH de Vientos: menor a 15 kilómetros por hora, pues cuando son mayores provocan daños mecánicos

El proceso de establecimiento del sistema se realizó de la siguiente forma:

1. *Obtención de las plantas de cacao:* Se deberá disponer de suficiente material de calidad. Para ello se deberá decidir si establecer un vivero o bien realizar compra de planta. El cacao tiene una gran diversidad genética, existiendo cacaos criollos, forasteros, clones e híbridos. Para una mejor identificación y selección del material se requiere conocer las características de las flores, mazorcas y semillas, para cada tipo de cacao. En la siguiente tabla se describen las características principales de los materiales originarios o primitivos del cacao.

Tabla 1. Principales características de los materiales originarios o primitivos del cacao.

| | Tipo de variedad | Descripción |
|---|-----------------------|--|
|  | Criollo | Denominado Criollo o fino. Se distingue por frutos de forma alargada puntiaguda, con cáscara suave y arrugada; con 10 surcos combinados entre profundos y secos; con semillas de sabor dulce y color entre blanco y violeta. |
|  | Forastero | Conocido como forastero o amargo, con frutos de forma redonda con cáscara fuerte y lisa; con semillas aplanadas de color morado y sabor amargo. |
|  | Trinitario o híbridos | Se origina del cruce del cacao criollo y forastero, de frutos con formas y colores diversos y semillas grandes. |

Fuente: Lutheran World Relief (2020)

2. *Preparación del sitio:* La principal labor de esta etapa consiste en realizar la limpieza del área mediante la eliminación de arvenses. Se eliminan los troncos y ramas que dificultan el traslado de las plántulas y hoyados para la siembra de plantas de cacao y árboles acompañantes.
3. *Establecimiento de la sombra:* De acuerdo con PROCACAO, (2016), en el sistema agroforestal con cacao se definen tres tipos de sombra:
 - *Sombra temporal:* Para proporcionar sombra temporal durante los primeros 2-3 años se recomienda utilizar especies de rápido crecimiento. Una de las especies que más se utiliza como sombra temporal en cacao es el plátano (*Musa AAB Simmonds*). El plátano contribuye además generando ingresos económicos en los primeros años.
 - *Sombra intermedia:* sirve de enlace entre la sombra temporal y la sombra permanente. Se utilizan especies como: *Leucaena (Leucaena leucocephala)*, *Madrecacao (Gliricidia sepium)*, *Moringa (Moringa oleracea)*.
 - *Sombra permanente:* Es recomendable establecerla con especies forestales de madera fina y de alto valor. Entre estas se encuentran: *Granillo rojo (Dalbergia glomerata)*, *Caoba (Swietenia macrophylla)*, *Cedro (Cedrela odorata)*.

Se destaca que todas las especies que proveerán sombra se deben plantar al mismo tiempo, unos 6 a 7 meses antes de establecer las plantas de cacao, para disponer de la sombra desde las primeras etapas de crecimiento.

4. *Siembra:* Una vez se ha preparado el terreno, se realiza la siembra según el diseño, época del año, disposición de mano de obra y materiales. Las principales labores para esta etapa son: adecuación del terreno, limpieza de rastros o chapia baja, trazado y estaquillado para cacao según distancias de siembra definida y el hoyado. Los hoyos para la siembra del cacao y los árboles acompañantes deben medir 40 x 40 x 40 centímetros, y al fondo, se debe agregar una palada de abono, lombri-humus, Bokashi o estiércol seco de vaca. Esto facilitará el desarrollo de las raíces de las plantas. Las plantas injertadas o los clones se siembran a una distancia de 6 metros entre plantas y 6 metros entre surcos con una densidad de 280 plantas por hectárea. Las plantas obtenidas por semilla se siembran a una distancia de 3 metros entre plantas y 3 metros entre surco con una población o cantidad de 1000 plantas por hectárea.

Primero se siembran las plantas de sombra permanentes, después le sigue el cacao, y de último las especies de sombra temporal. Lutheran World Relief (2020)

5. *Manejo de la Plantación:* Para manejar adecuadamente un SAF con cacao, se realizan principalmente las actividades de i) limpias, ii) poda del cacao, iii) manejo de la sombra y iv) fertilización. Durante los primeros 3 años, es necesario realizar tres limpias cada año, una vez el sistema va cerrando, va disminuyendo la incidencia de malezas. La poda del cacao consiste en eliminar chupones, ramas mal formadas, entrecruzadas y mal dirigidas, así como las partes enfermas y muertas del árbol. En los primeros años, la cantidad de sombra que requiere el cultivo es mayor que cuando llega a su etapa de producción. Por ello, es importante regular la sombra según la edad que tenga la plantación.
6. *Fertilización:* Para mantener la fertilidad del suelo es recomendable utilizar abonos orgánicos. Dentro de los más recomendados por su alto contenido de nutrientes están: lombrihumus, biofertilizantes, caldo sulfocálcico y bocashi.
7. *Cosecha, fermentación, secado y almacenamiento:* Esta etapa comienza con el corte de las mazorcas de cacao. Posteriormente las mazorcas se quiebran para iniciar el proceso de

fermentación y secado del grano. El proceso termina con la selección y almacenamiento del producto. La maduración de la mazorca es notoria con el cambio de color de verde a amarillo, de rojo y otros similares cambian al amarillo, anaranjado fuerte o pálido. La fermentación se produce cuando las semillas amontonadas en los fermentadores se enchichan y empiezan a soltar la baba. El tiempo de fermentación dura entre 5 y 6 días. Cuando este proceso se realiza adecuadamente, se obtienen granos de calidad con color café rojizo que tienen el sabor y el aroma típico del chocolate. Para obtener buena calidad durante el secado, es necesario realizar dicho proceso paulatinamente. El primer día se ponen los granos a orear en las horas más frescas para que termine la fermentación. El secado se continúa por 5 o 6 días más, dependiendo de la cantidad de sol que se tenga. De esta manera, se garantiza que el grano tenga buena forma, olor y sabor al finalizar el proceso de secado.

Después del secado del cacao, es necesario almacenarlo para esperar el momento de venta. Antes de guardarlo se debe escoger los granos para ofrecer un cacao de calidad al comprador. Los aspectos que se toman en cuenta para saber si es de calidad son: apariencia, limpieza, humedad y la cantidad de granos dañados o carcomidos por insectos y hongos. Navarro Prado, M. y Mendoza Alonso, I. (2006).

B2. Sistemas Agroforestales con granos básicos

La dieta básica de la mayor parte de Mesoamérica ha estado sustentada desde tiempos inmemoriales en dos cultivos: el maíz (*Zea mays*) y en el frijol (*Phaseolus vulgaris*), con la incorporación posterior del sorgo o maicillo (*Sorghum vulgare*). Estas especies han sido cultivadas en sistemas de producción de secano, utilizando una modalidad de agricultura migratoria que proviene desde antes de la llegada de los españoles – “*el bosque y la maleza se desbrozaban por el fuego, el suelo se enriquecía con ceniza, el pequeño campo de maíz, la milpa, se plantaba con un afilado palo de cavar, la cosecha se recogía y se buscaba un nuevo sitio para desbrozar antes de la llegada de las lluvias*” (Bowninng, D. 1975) -- que han generado deterioro de los recursos suelo, agua y biodiversidad. Producto de ese deterioro, así como de las malas prácticas de cultivo, los rendimientos son bajos, lo cual genera baja rentabilidad para los productores y un círculo vicioso de pobreza – deterioro ambiental muy fuerte.

El cambio climático trajo consigo más complicación a la situación de por sí difícil que se venía afrontando. Las prolongadas sequías o en contraste las inundaciones de sitios de cultivo, con frecuencia, ocasionan grandes pérdidas para la ya mal trecha economía familiar del campesino.

Es por ello por lo que es necesario promover sistemas de producción que han sido funcionales en experiencias desarrolladas por diferentes actores en el ámbito centroamericano de tal manera que el productor tenga la capacidad de abastecer su despensa alimentaria, generar ingresos adicionales en una forma sostenible, es decir, sin menoscabo de los recursos naturales, que a la larga es la herencia que podrá dejar a sus descendientes.

En los países centroamericanos se han venido ejecutando muchas intervenciones que han dejado valiosos conocimientos y experiencias en la implementación de Sistemas Agroforestales con Granos Básicos. Por ejemplo, los sistemas agroforestales “Quesungual” (QS), en Honduras, y “Kuxur Rum” (KR), en Guatemala, basados en técnicas utilizadas desde siempre por los productores, han demostrado ser efectivos ante los eventos extremos característicos de la región (FAO 2018). En base estas y otras experiencias, se presentan recomendaciones para el proceso de establecimiento de SAF con Granos Básicos en Centroamérica y República Dominicana:

Previo al establecimiento de un SAF con granos básicos, es importante tener en cuenta algunas condiciones como:

- Altitud: Con la finalidad de escoger las variedades que mejor se adaptan a los rangos de altura; así como, las especies forestales más idóneas.
- Condiciones del suelo: Pendiente, pedregosidad, profundidad, textura, estructura, fertilidad, contenido de materia orgánica.
- Tenencia de la tierra: Es importante conocerla para deducir que tan sostenibles pueden ser las medidas que se implementen para mejorar el terreno.
- Condiciones climáticas y cambios registrados en estas, en cuanto a temperatura, precipitación, humedad relativa.
- Vientos: Velocidad y dirección de los vientos predominantes.
- Considerar sistemas de producción que tomen en cuenta las costumbres y tradiciones de los agricultores, lo cual permitirá un mayor grado de adopción.

Algunos Arreglos o Modalidades de SAF con Granos Básicos

Existen muchas modalidades de SAF, muchas de las cuales se basan en prácticas de mucha tradición y que funcionan muy bien. Entre estas se pueden mencionar:

- Sistema Quesungual (QS): tiene su origen en las prácticas de las comunidades indígenas del occidente de Honduras (Hellin et al., 1999; Boshier et al., 2003, citados por FAO 2018). Se basa en tala selectiva, podas periódicas de árboles y manejo de la biomasa, sin recurrir a la quema; con la consecuente siembra de cultivos de granos básicos (maíz, sorgo y frijol).
- Sistema Kuxur Rum (KR): El sistema se basa en los conocimientos de la etnia Maya Chortí del oriente de Guatemala y consiste en el establecimiento de hileras separadas de madre cacao (*Gliricidia sepium*) formando calles de 6 metros de ancho. En cada hilera, las plantas de madre cacao se plantan con un metro de espacio entre cada una de ellas (1.667 árboles por ha). En los callejones que quedan entre las filas de árboles se siembra maíz (6 surcos) y frijol, en rotación con sorgo (FAO 2018).
- Sistema “Taungya”: De acuerdo con Afzal Chaudhry, M. Silim S. (2020), el origen del sistema se remonta a 1862, cuando los colonos británicos emplearon a las tribus Taungya de Birmania para cultivar plantaciones de teca junto con los campos de arroz, como un método para reducir el costo de la replantación de *Tectona grandis*. Se ha difundido en numerosos países tropicales, con árboles de varios géneros. En este sistema, los cultivos a corto plazo como los granos básicos se producen en los primeros años de la plantación de especies leñosas perennes, a fin de utilizar la tierra, controlar malezas, reducir los costos de establecimiento, generar ingresos pronto y estimular el desarrollo de las especies leñosas perennes.

El proceso de establecimiento del Sistema Agroforestal en granos básicos debe realizarse siguiente los siguientes pasos:

- a. *Identificación y preparación del terreno*: Se puede partir de un terreno que ya fue cultivado el año anterior y se encontraba en barbecho, o bien un terreno que se encontraba en descanso y contiene ya un matorral. En ambos casos se realiza una chapoda manual y se incorpora al suelo el rastrojo, dejando la regeneración natural de árboles forestales dispersos en la parcela. En aquellos casos donde ya hay árboles, se podan las ramas bajas, dejando prácticamente la copa del árbol. En muchos casos cuando se trata de terrenos nuevos con bastante vegetación, se realiza roza dejando únicamente los árboles de interés para el productor. Se incorpora toda la biomasa al terreno, se siembra como cultivo pionero sorgo o frijol ya sea en siembra manual o al voleo y hasta el año siguiente se siembra el maíz en asocio o relevo con frijol o sorgo (FAO, 2019).

- b. *Siembra de granos básicos*: Una vez que el terreno está limpio y el periodo de lluvias se ha establecido, se procede a efectuar la siembra del maíz. Esta se realiza en forma manual utilizando un chuzo o macana. Es recomendable que los surcos de siembra sigan el contorno del terreno, en el sentido de las curvas a nivel. Un sistema bastante usual es el que se conoce como “cultivos en relevo” o “intercalados”. Este sistema consiste en sembrar en la misma parcela de maíz, otro cultivo como frijol o sorgo, cuando el primero ha alcanzado su madurez fisiológica. El cultivo de relevo se siembra intercalando surcos a ambos lados del surco de maíz, separados de éste 20 a 25 cm; con un distanciamiento entre planta de 10 a 20 cm en el caso del frijol.
- c. *Plantación de forestales*: Cuando se trata de arreglos agroforestales que implican la plantación de nuevos árboles forestales, se realiza el establecimiento, ya sea sembrando semilla de especies leguminosas como madrecaoa, leucaena, o bien, si se dispone de vivero, realizando el trasplante al sitio definitivo. En el sistema denominado Kuxur Rum (KR) en la región Chortí del oriente de Guatemala, se realiza un plantío denso a un metro o menos entre plantas, de árboles o arbustos en hileras separadas por calles anchas de 6 m, que permiten el cultivo de los granos básicos. Los árboles se podan con frecuencia para permitir la entrada de luz al cultivo y producir la cobertura vegetal que junto con los rastrojos de los cultivos se aplica en la calle para cubrir el suelo y mejorar la disponibilidad de agua y nutrientes en los cultivos (UMCA, 2009, citado por FAO 2018).
- d. *Fertilización*: El maíz es un cultivo con altos requerimientos nutricionales (Cuadro 1). La recomendación para una fertilización adecuada es realizar un análisis del suelo. La mayoría de los productores no realiza este tipo de análisis, y tradicionalmente aplican dos o tres fertilizaciones, lo cual depende más de la disponibilidad monetaria, que de una recomendación técnica. Generalmente, la fertilización la dividen en una inicial entre ocho a quince días después de la siembra, con una formula granulada y una o dos fertilizaciones adicionales con una fuente nitrogenada. Bajo un Sistema Agroforestal (SAF), Nello, T. et al (2018) proyecta una reducción del uso de fertilizante mineral de 30% para la producción de grano básico. Esta reducción se logra fundamentalmente a partir del cultivo de frijol, debido a la reincorporación del rastrojo al suelo, el cual aumenta reciclaje y disponibilidad de nutrientes. En general con un SAF se espera reducir al mínimo el uso de fertilizantes químicos, sustituyéndolos por biofertilizantes y abonos orgánicos. La recuperación del suelo mediante prácticas como la incorporación de rastrojos, materia orgánica, abonos verdes, bocachi, compost, sulfatos de minerales; así como obras de retención de suelos y cosecha de agua, se espera que contribuya paulatinamente a recuperar la fertilidad de suelo y por lo tanto a reducir al mínimo el uso de fertilizantes químicos. (Nello, 2018)

Cuadro 1. Requerimientos nutricionales de elementos mayores de maíz en Kg/ha.

| Elemento | Requerimiento |
|-----------|---------------|
| Nitrógeno | 140 |
| Fósforo | 80 |
| Potasio | 140 |
| Calcio | 55 |
| Magnesio | 55 |
| Azufre | 31 |

Fuente: Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal El Salvador (CENTA), 2018.

- e. *Control de malezas, plagas y enfermedades*: Los agricultores controlan las plagas del maíz y el frijol usando insecticidas de contacto, que generalmente aplican de 15 a 25 días después de la siembra. Bajo el SAF, el control de malezas se realiza en forma manual, en tanto el control de plagas y enfermedades se efectúa en una forma más integrada, privilegiando controles culturales, biológicos y orgánicos.

- f. *Cosecha*: La cosecha del maíz se realiza en los meses de noviembre y diciembre una vez que ha secado la mazorca y se ha cosechado el frijol en el caso de los cultivos en asocio. Cuando el asocio o relevo ha sido con sorgo, este se cosecha entre diciembre y enero, cortando la panoja y dejando el follaje parado en el terreno. Dado que este rastrojo es valioso como forraje, los productores que tienen ganado lo usan para su alimentación y los que no tienen animales lo venden. Bajo los SAF, lo más recomendable es incorporar todo el rastrojo al suelo, pero es difícil de adoptar dado el valor comercial; en todo caso se debe procurar que al menos una proporción quede en el terreno para ser incorporado al suelo.
- g. *Obras de conservación de suelos y cosecha de agua*: Muchos de los productores de granos básicos en el área centroamericana se encuentran en zonas de ladera en las cuales prevalecen terrenos con altas pendientes, pedregosidad, suelos secos y erosionados, presencia de cárcavas y alta susceptibilidad a deslizamientos. Es por ello que, en la implementación de estos SAF, es necesario realizar obras y prácticas que permitan la protección del suelo contra la erosión, deslizamientos, reducción de la escorrentía superficial, conservación de la humedad del suelo y reducción de la evapotranspiración. Entre estas, algunas que pueden mencionarse son:
- Obras:
 - Terrazas continuas
 - Barreras de piedra
 - Acequias de ladera
 - Zanjales de infiltración
 - Diques
 - Prácticas:
 - Labranza mínima.
 - Incorporación de rastrojos.
 - Cercas vivas
 - Barreras vivas
 - Cultivos en contorno
 - Cultivos de cobertura y abonos verdes.

✓ ***Buenas Prácticas en la Implementación de SAF***

Con base en las experiencias presentadas, así como en diferentes fuentes de información y observación, se puede establecer una serie de buenas prácticas en la implementación de SAF, que es importante presentar.

- La implementación del SAF parte con la elaboración de los planes de finca de los productores seleccionados para el desarrollo del sistema, el cual es conveniente que sea liderado por el productor, con el apoyo del técnico o extensionista comunitario.
- Es necesario desarrollar un proceso de asistencia técnica continuado, en el cual se realizan talleres, prácticas de campo, demostraciones y giras de intercambio, lo cual permite a los productores aprender más sobre el manejo sostenible de sus cultivos, prevención y control de plagas, elaboración de insumos ecológicos, entre otras.
- En los eventos de capacitación, se busca la contribución de los participantes, por medio de la reflexión y el debate, poniendo en práctica el concepto de “aprender haciendo”.
- Es muy importante fortalecer la organización con enfoque empresarial de los productores por medio de la creación de comités, asociaciones, cooperativas, etc. Esto les permitirá ventajas como alcanzar economías de escala e insertarse mejor a las cadenas de valor.
- Planificar y llevar a cabo un proceso de apoyo, asesoría y acompañamiento técnico para la organización, legalización y fortalecimiento de capacidades empresariales y de mercadeo de los grupos de productores.

- Realizar investigación de mercado, con la finalidad de brindar asesoría y acompañamiento a los productores para la inserción de sus productos. Es importante que esto se realice previo a la implementación de SAF, con el fin de implementar cultivos promisorios, con demanda en el mercado.
- Implementar el enfoque de género, permite que las mujeres puedan tener una participación activa en la toma de decisiones y desarrollo de las actividades. La participación de la mujer es muy importante para dar sostenibilidad a las intervenciones, ya que se conoce de experiencias en las cuales grupos de mujeres emprendedoras se asocian con el fin de procesar los productos agrícolas procedentes de los SAF.
- Buscar siempre que las intervenciones sean realizadas bajo el principio de “no hacer daño”. Es decir, evitar efectos sociales y ambientales.

1.3.2 Sistemas Silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles, unidos a una serie de buenas prácticas de manejo, brindan resultados exitosos para mejorar la productividad y la rentabilidad, la generación de servicios ecosistémicos, la reducción de la huella de carbono y la adaptación al cambio climático frente a la ganadería basada en manejos tradicionales (CATIE, 2020)



Fotografía 4. Modelo Silvopastoril, zona baja de microcuenca Marroquín, Copán Honduras.
Crédito de fotografía: Programa Bosques y Agua/ GIZ-Plan Trifinio, 2017.

Según la FAO, (2020), los sistemas de producción pecuaria son considerados como la estrategia social, económica y cultural más apropiada para mantener el bienestar de las comunidades, debido a que es la única actividad que puede simultáneamente proveer seguridad en el sustento diario, conservar ecosistemas, promover la conservación de la vida silvestre y satisfacer los valores culturales y tradiciones. Esta afirmación es cierta bajo un enfoque sostenible de la actividad, que deje atrás ciertas prácticas que han sido causantes de deterioro de los recursos naturales.

La ganadería tradicional ha considerado a los árboles como un estorbo en las explotaciones ganaderas, ya que el ganadero siempre ha creído que los pastos deben crecer a pleno sol. Esa concepción de la realidad está quedando en entredicho, ya que se ha demostrado que existen pastos que se pueden desarrollar adecuadamente en un sistema con presencia de árboles.

De acuerdo con Jiménez-Trujillo, y Sepúlveda López, un sistema silvopastoril (Silvo= árboles / Pastoril= pastos y animales) es una forma de producción animal que combina ganado, pasto y árboles y/o arbustos (leñosas perennes) en una misma área. Los tres componentes interactúan por medio de un sistema de manejo integral que permite que los árboles actúen de forma benéfica sobre los pastos y animales.

Sobre esa base, la principal característica de un sistema silvopastoril es su capacidad de optimizar la producción de la finca con un manejo diversificado e intensivo, en el cual los árboles cumplen un rol fundamental. Una vez que el ganadero ha interiorizado esta realidad, él mismo se convierte en un defensor del sistema.

A. Criterios previos para la implementación

Como todo sistema de producción, se deben examinar algunas variables previas a su establecimiento. Algunas de las más importantes en los sistemas silvopastoriles son las siguientes:

- *Altitud*: Se debe considerar, con la finalidad de escoger las variedades de pastos que mejor se adaptan a los rangos de altura; así como las especies forestales más idóneas.
- *Condiciones del suelo*: Pendiente, pedregosidad, profundidad, textura, estructura, fertilidad, contenido de materia orgánica.
- *Tenencia de la tierra*: Es importante conocerla para deducir que tan sostenibles pueden ser las medidas que se implementen para mejorar el terreno.
- *Condiciones climáticas y cambios registrados en estas*, en cuanto a temperatura, precipitación, humedad relativa.
- *Disponibilidad de agua*: para riego y consumo del ganado. Con la finalidad de definir recomendaciones sobre cosecha y almacenamiento de agua.
- *Nivel de organización existente*: (ej. Cooperativas, centros de acopio de leche y/ o procesamiento de leche).
- *Actitudinales*: disponibilidad de los ganaderos para la asociatividad, el aprendizaje e implementación de técnicas más sostenibles y amigables con el medio ambiente.

B. Técnicas para la restauración de Sistemas Silvopastoriles

Con los sistemas silvopastoriles se persigue la transformación de una ganadería tradicional, que deteriora constantemente los recursos suelo, agua, biodiversidad, a una que utiliza técnicas y prácticas que permiten la conservación de estos recursos. Al mismo tiempo que vuelve más rentable y competitiva la actividad. Esto requiere que el productor inicie un proceso de cambio paulatino en su unidad de producción, priorizando aquellas actividades que le permitan resolver las limitaciones más fuertes que un pequeño o mediano ganadero enfrenta, como es la alimentación de su ganado, la cual se considera que ocupa entre un 60 y un 70% de los costos de producción (FAO, 2020). Posteriormente o en forma paralela, se deberán implementar otras necesarias como la mejora genética del hato, el sistema de sanidad, la reproducción y el manejo.

Algunas de las técnicas relevantes para la implementación de un sistema silvopastoril, se plantean a continuación:

B1. Rotación de potreros

Es un sistema de pastoreo que permite alternar el uso con el descanso y recuperación del potrero, para obtener la máxima producción animal por unidad de superficie. Para ello se divide el área de pastoreo en varias secciones o potreros, manteniendo de esta forma la Capacidad de Carga Animal y permitiendo el pastoreo de un potrero al mismo tiempo por todo un hato. Esta técnica permite intensificar el uso de zonas aptas para el pastoreo y al mismo tiempo liberar aquellas áreas no aptas por su relieve u otras características, que las vuelven más adecuadas para otros usos. La división puede realizarse por medio de cercas eléctricas, si se dispone de este tipo de energía en la finca, que tiene la ventaja de ser muy sencilla y fácilmente se puede cambiar su ubicación para adecuar el tamaño del potrero de acuerdo con las necesidades. Otra opción es hacer divisiones más permanentes con cercas vivas.

Para efectuar la división de potreros, es importante considerar algunas medidas como:

- Estimar la producción de forraje de la pastura establecida.
- Orientar los nuevos potreros, de manera que permitan la fácil circulación del ganado.
- Considerar como será la forma de que el ganado tome agua, se pueden orientar las divisiones de tal manera que los potreros compartan el bebedero.
- El tamaño que se da a cada uno de los potreros dependerá del área total disponible y del número de cabezas de ganado que deberá pastorear a diario.

B2. Establecimiento de cercas vivas

Tradicionalmente el ganadero centroamericano divide sus potreros con cercos muertos, generalmente con posteo de madera y alambre. Las cercas vivas consisten en incorporar especies arbóreas a estas divisiones de potreros o a los límites perimetrales de la finca, esta práctica permite aumentar la cubierta vegetal y adicionalmente puede proporcionar mayor disponibilidad de alimento para el ganado, cuando se incluyen especies forrajeras. Algunas de las especies que han sido usadas exitosamente son: madreño o madrecao (*Gliricidia sepium*), jiote o indio desnudo (*Burcera simaruba*), jocote o jobo (*Spondias* spp.) y piñón o tempate (*Jatropha curcas*), pito (*Erithrinia berteroana*) y gualiqueme (*Erythrina poeppigiana*). (Programa Bosques y Agua/ GIZ-Plan Trifinio, 2014).



Fotografías de cercas vivas establecidas por ganaderos en los municipios de San Ignacio (El Salvador), Cabañas (Honduras) y Santa Catarina Mita y Jutiapa (Guatemala). Crédito de fotografías: Programa Bosques y Agua/ GIZ-Plan Trifinio, 2014

B3. Establecimiento de pastos mejorados

Existe un paradigma en la ganadería tradicional que se refiere a que los pastos necesitan pleno sol para ser productivos y eso posiblemente sea cierto si nos referimos a las especies que encontramos en las pasturas naturales. Sin embargo, en la actualidad se dispone de una gama de especies mejoradas que tienen muy buenos rendimientos bajo sombra controlada. Algunas de las especies tolerantes a niveles intermedios de sombra están: *B. decumbens*, *B. humidicola*, *B. brizantha*, *P. maximum*, *S. sphacelata*, *P. purpureum*; y las leguminosas *A. pintoii*, *C. pubescens*, *D. intortum*, *C. muconoides* y *P. phaseoloides* (Pezo e Ibrahim, 1999, citado por Mora V.). Investigaciones han

indicado que, en áreas de baja densidad de árboles, con suelos de moderada a alta fertilidad y baja precipitación, los árboles pueden incrementar la producción de forraje (Amundson y Belsky, 1992, citado por Mora, V.).

Algunos aspectos importantes a considerar para el establecimiento de los pastos mejorados son: i) adaptabilidad a las condiciones climáticas de la zona de interés, ii) palatabilidad para el ganado; iii) tolerancia a la sombra arbórea, iv) alta producción de forraje de buena calidad, v) que se adapte a las condiciones topográficas prevalentes: sembrar pastos con un crecimiento rastrero en suelos de pendientes fuertes y amacollados para suelos de pendientes suaves (Programa Bosques y Agua/ GIZ-Plan Trifinio, 2014).

B4. Pasturas en Callejones

Consisten en el establecimiento de callejones paralelos (hileras, franjas o bandas) de especies arbustivas forrajeras de rápido crecimiento junto a zonas de pastoreo. Se recomienda utilizar árboles o arbustos locales de rápido crecimiento y resistencia al ramoneo, así como pastos tolerantes a la sombra. Esta modalidad permite al ganadero contar con una fuente de proteína constante para los animales, proporciona un microclima agradable para el pastoreo, favorece la fertilidad del suelo debido a la fijación de nitrógeno de las plantas leñosas y provee mejor calidad al pienso por el asocio gramíneas – latifoliadas.

De acuerdo con Riveros Cañas (2020) para el establecimiento de las pasturas en callejones se debe considerar el establecimiento de hileras de árboles y/o arbustos forrajeros a una distancia de 3 m entre cada hilera y 1 m entre cada planta, lo que permitirá la entrada del ganado para efectuar el ramoneo o pastoreo. En lo posible estas plantas deben contar con alturas apropiadas (30 cm) para evitar la competencia generada por el pasto.

La siembra de arbustivas leñosas se realiza a inicios de la época lluviosa para garantizar el buen desarrollo de las plantas. Se recomienda evitar durante los primeros tres meses el crecimiento de arvenses (malezas) y del pasto cercano a los callejones de las leñosas.

Después de cada salida de los animales del potrero se recomienda hacer podas para promover el rebrote y controlar la altura de las plantas.

En territorios con alta humedad se pueden utilizar las pasturas luego de seis meses de establecidas; en lugares secos se recomienda utilizarlas un año después de haberlas establecido.

Se recomienda realizar el pastoreo racional para garantizar un mejor uso de las pasturas en el predio.

B5. Bancos forrajeros

De acuerdo con Martínez Villoria, F. (2020), los bancos forrajeros son áreas dentro de la finca en la que se establece una o varias especies de forrajes que pueden ser perennes o de ciclo anual, que el productor podrá utilizar para alimentar los animales todo el año.

El objetivo de un banco forrajero es disponer de alimento de calidad para el ganado. Adicionalmente, tienen múltiples beneficios ambientales ligados a la protección del suelo, infiltración hídrica, reciclaje de nutrientes y el proporcionar sombra para los animales. Los bancos forrajeros pueden establecerse con un solo tipo de especies, o bien mixtos; estos últimos se integran con especies arbustivas, muchas veces leguminosas y gramíneas como caña de azúcar y pastos de corte.

Según Martínez Villoria, (2020), algunos criterios que se utilizan para escoger las especies a utilizar en el establecimiento de bancos forrajeros son:

- Que respondan ante podas frecuentes, rebrotando rápidamente y sin ningún problema.

- Que sean de rápido crecimiento posterior al establecimiento y la poda.
- Que tengan alta producción de follaje y se mantengan verdes en época seca.
- De alto valor nutricional (mínimo 15% de proteína en arbustos y leguminosas y alto contenido de azúcares en gramíneas).
- Fácilmente adaptables a las condiciones del suelo y el clima (temperatura, precipitación etc.).
- Que no acumulen principios tóxicos (taninos, nitratos, alcaloides).
- Facilidad para poderse cultivar en asocio con otras especies forrajeras.
- Resistencia o tolerancia a plagas y enfermedades

En los bancos forrajeros mixtos es importante considerar que:

- Las plantas leñosas arbustivas ocupan alrededor del 75% del área y generan cerca de la tercera parte de la biomasa.
- Las gramíneas forrajeras generan aproximadamente dos terceras partes de la biomasa y ocupan la cuarta parte del área.
- Que exista complementariedad en los ciclos productivos de las especies forrajeras.

Otras consideraciones importantes para el establecimiento son:

- Seleccionar las áreas que están más cerca de las instalaciones, para facilitar el trabajo y reducir el esfuerzo de mano de obra, durante el acarreo.
- Priorizar aquellas áreas con facilidades de riego, para contar con una buena producción de pasto, aun en las épocas secas.
- Utilizar las áreas más planas y con suelos fértiles, para garantizar una buena producción de pasto.

Los pasos para el establecimiento de bancos forrajeros son:

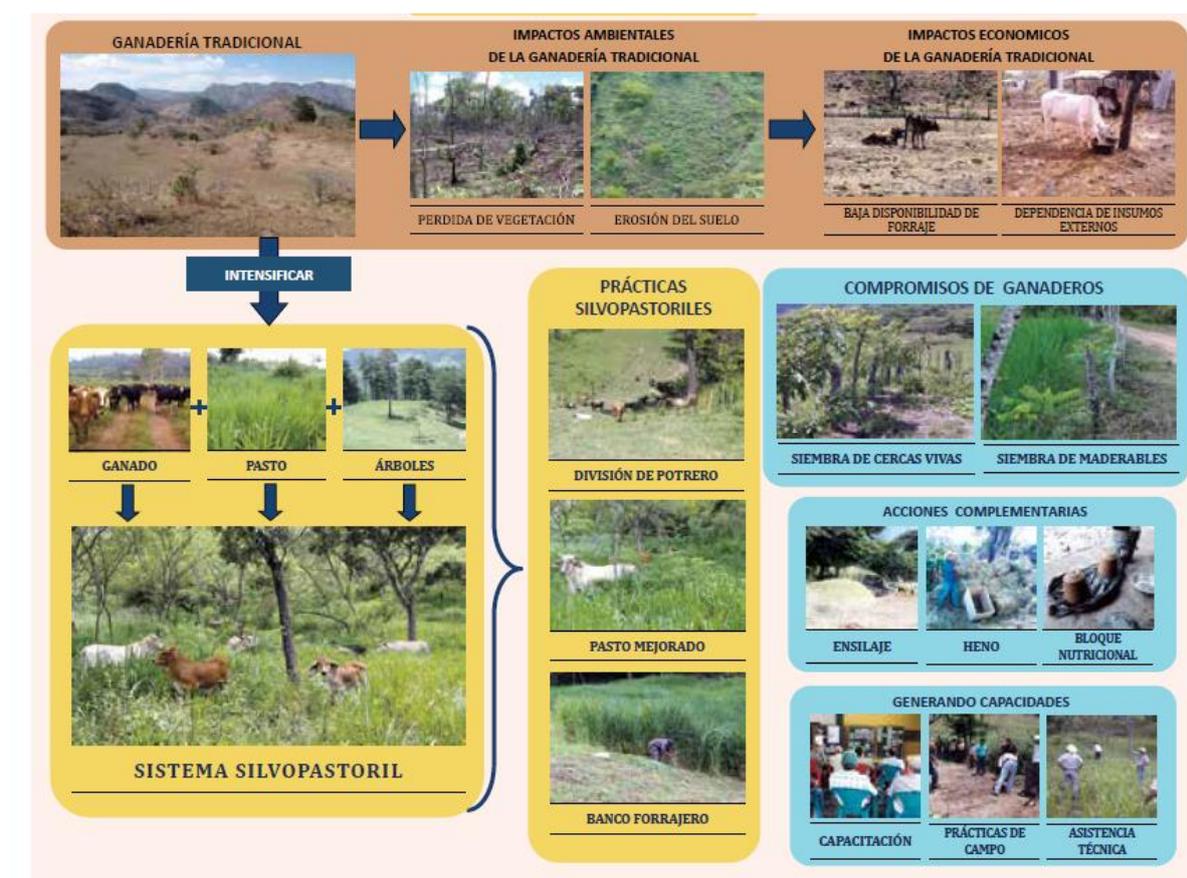
- a. Selección y preparación del terreno, realizando chapodas preferentemente manuales.
- b. Realizar la siembra, que se puede hacer de dos maneras: i) por medio de trozos de tallos, ya se cortados o enteros; se realiza enterrando dos trozos de tallo paralelos de manera horizontal a una profundidad de 10 cm en el surco; ii) por medio de estacas: se deben cortar las estacas de pasto y enterrarlas al segundo nudo. Se pueden usar 2 ó 3 estacas por postura, separadas a una distancia de 0.5 m entre surcos.
- c. Se recomienda fertilizar utilizando abono orgánico. Después de cada corte, aplicar materia orgánica al suelo, entre 1 y 1,5 toneladas por hectárea.
- d. Regar por lo menos dos veces semanales, en la estación seca.
- e. Realizar el control de arvenses, retirando aquellas que puedan afectar al cultivo.
- f. Para mantener el cultivo, se deben cortar los forrajes con un machete afilado y pesado, haciendo cortes en bisel de abajo hacia arriba para evitar la entrada de hongos e infecciones en los desgarres. Árboles como leucaena, morera y matarratón se cortan a una altura de 1 m, mientras que los arbustos como el botón de oro a 70 cm, el tilo a 80 o 90 cm; y los pastos de corte y caña de azúcar, a ras de suelo.

B6. Árboles y/o arbustos dispersos en potreros

Es un sistema que tradicionalmente ha venido siendo utilizado por los ganaderos, aunque poco se sabía de los beneficios brindan a la productividad animal. Básicamente, consiste en dejar crecer árboles y/o arbustos de la regeneración natural en los potreros; tales árboles se distribuyen de manera dispersa (sin ningún arreglo). En los esquemas tradicionales, muy pocas veces el productor planta árboles en sus potreros, pero para un sistema mejorado esto también puede ser una buena opción de manera de introducir especies seleccionadas.

Algunos de los beneficios que proporcionan los árboles en los potreros son: sombra para los animales y mejor microclima en general del potrero, fuente de fruta o follaje, protección al ganado, posibilidad de obtener madera y leña; así como mayor conservación de la humedad del suelo en la proyección de la copa del árbol.

Figura 1. Esquema general e implementación de un sistema silvopastoril.



Fuente: Tomado de Programa Bosque y Agua GIZ/Trifinio, 2014.

B7. Otras prácticas para mejora de la alimentación y nutrición

En el establecimiento de sistemas silvopastoriles es importante utilizar todas aquellas técnicas que permitan proveer de alimento en cantidad y calidad adecuadas para el ganado. Algunas de las técnicas que dan buenos resultados y proveen de alimento y elementos nutricionales son la henificación, el ensilaje y la elaboración de bloques nutricionales.

Henificación

Consiste en cortar el pasto fresco, someterlo al sol y guardarlo ya sea a granel o en forma de pacas. El heno es producto del secado del forraje, en donde se reduce su humedad de un nivel del 70 a 90 % al tiempo de corte, a un nivel entre 12 y 20 % al momento de almacenar, permitiendo de esta forma la conservación segura por un largo periodo de tiempo. Algunas de las especies de pastos que pueden henificarse son: *Brizantha sp*, Estrella (*Cynodon plectostachyus* – *Cynodon nlemfluensis*), Jaragua mejorado (*Andropogon gayanus*) y Suazi (*Digitaria swazilandensis*).

El proceso para la henificación es el siguiente:

- *Corte del pasto*: debe realizarse antes de que el pasto inicie la floración o en la primera etapa de esta. Es conveniente realizar la actividad en días soleados. Es preferible usar pastos con crecimiento rastrero como: estrella, Alicia, Suazi o alguna *Brizantha Rastrera*.
- *Secado del pasto*: después del corte se somete el pasto al sol para su secado. Para ello, es conveniente esparcir el pasto cortado sobre la superficie y voltear dos veces al día, durante dos días.
- *Empacado*: Es conveniente empacar el pasto seco entre 15 a 20% de humedad, antes que se caiga la hoja ya que esto facilita su manipulación y almacenamiento. En pequeñas

explotaciones ganaderas, esto se puede hacer en forma artesanal mediante empacadoras hechas a mano, de las cuales existen diferentes modelos o bien una caja de madera.

Ensilaje

El ensilaje es un proceso de conservación de forrajes en el cual se almacena en medio anaeróbico el forraje que ha sido previamente picado finamente, compactado y cubierto, iniciando así un proceso de fermentación láctica. En dicho proceso, los microorganismos toman los azúcares del forraje y los transforman en ácido láctico. El ácido láctico provoca que disminuya el PH creando un medio en el cual no pueden habitar los microorganismos que podrían descomponer el pasto. Por esto y mientras el forraje permanezca en ausencia de aire, el ensilaje puede permanecer en buen estado durante meses y años. Algunas de las especies que pueden ensilarse con buenos resultados son: maíz, sorgo, varias especies de pastos y leguminosas.

Existen diferentes tipos de silo, la decisión para construir uno u otro tipo dependerá de las condiciones físicas y económicas con las que cuenta el productor. A continuación, y en base a las experiencias del Programa de Bosque y Agua en la región del Trifinio, se describen los pasos para elaborar un silo de montón, el cual es uno de los más sencillos y asequibles para cualquier tipo de productor:

- a. *Selección y preparación del lugar:* el lugar seleccionado debe presentar un pequeño desnivel, para facilitar el drenaje de los líquidos que se producen durante el proceso de ensilaje. Si la superficie no es uniforme, es recomendable una especie de plazuela. Se recomienda que el lugar esté cerca de donde será suministrado al ganado.
- b. *Corte y acarreo del forraje:* es recomendable cortar el forraje un día antes al picado, para facilitar la disminución de la humedad y con ello garantizar menores pérdidas, por exceso de humedad. También esta práctica facilita el acarreo al reducir en cierta medida el peso. Al acarrearlo se coloca en una ubicación que facilite tomarlo para colocarlo en la maquina picadora - ensiladora.
- c. *Elaboración del silo:* Se realiza una cama sobre el suelo, que puede ser de pasto sin picar, hojas de huerta o ramas de árboles, o bien colocar un plástico en toda la base. Para reducir aún más las pérdidas por el crecimiento de microorganismos, en la fase inicial, se recomienda regar 2 libras de sal por metro cuadrado de cama.
- d. *Picar el pasto:* Distribuirlo en capas uniformes de 30 cm cada una, sobre toda la base elaborada.
- e. *Compactación del silo:* Se procede a compactar o pisotear cada capa de forraje, usando para ello el peso de varias personas, apisonadores o barriles llenos con agua. En caso de que el pasto seleccionado esté muy maduro (sazón), es conveniente aplicar melaza, rociada en varias capas del pasto, de manera uniforme. La última capa de pasto que se compacta se debe dejar de manera cóncava, para evitar que el agua se acumule en la parte superior del silo, al momento que se realice el sellado.
- f. *Para sellar el silo,* se coloca el plástico cubriendo todo el silo, teniendo el cuidado de dejarlo bien tapado en los laterales y parte del suelo. Para ello se coloca suficiente tierra sobre el nylon, en la parte final y sobre el silo, para proporcionar peso en la capa final de pasto compactado.
- g. *Para evitar que el agua de la lluvia ingrese al silo,* se hace una zanja o canal al contorno del mismo, el cual facilita que el agua drene hacia los costados.
- h. *Para abrir el silo* se debe esperar al menos 45 a 50 días; de esta manera se asegura que el proceso de ensilado ya se ha estabilizado.



Colocando sal al pasto previo al picado



Apisonando el con el objeto de eliminar bolsas de aire internas



Tapando con tierra el silo para obtener mayor compactación y protección

Fuente: Programa Bosque y Agua GIZ/Trifinio, 2014.

Bloques Nutricionales

Las especies animales requieren suplementación para una nutrición más completa que pueda suplir algunas deficiencias que las fuentes normales de alimentos puedan tener. En ese sentido, la preparación de bloques nutricionales constituye una técnica idónea para proveer estos nutrientes, entre ellos proteínas, carbohidratos y minerales. De acuerdo con la experiencia del Programa Bosque y Agua (2012) Los ingredientes de los bloques nutricionales se presentan en el cuadro 2.

Cuadro 2. Ingredientes de bloques nutricionales para la nutrición en ganado.

| Ingrediente | Porcentaje (%) | Para 50 lbs |
|----------------------|----------------|---------------|
| Melaza | 40 | 20 |
| Maíz molido | 20 | 10 |
| Material de relleno* | 15 | 7.5 |
| Urea | 5 | 2.5 |
| Sal mineral | 5 | 2.5 |
| Sal común | 5 | 2.5 |
| Cal | 4 | 2 |
| Cemento | 6 | 3 |
| Total | 100 | 50 bs. |

*Material de relleno incluye: olote molido, pasto seco molido, tuza seca molida, semolina, afrecho de trigo

Fuente: Programa Bosques y Aguas GIZ/Trifinio, 2014.

Los pasos para la elaboración de los bloques nutricionales son:

- Pesado de los ingredientes a utilizar.
- Disolver la urea con la melaza, dejando una mezcla de consistencia rala, asegurándose que todas las perlas de urea queden deshechas. Sí la melaza está muy pastosa o espesa, se recomienda diluir la urea en un poco de agua, antes de mezclarla con la melaza.
- Mezclar los ingredientes sólidos (cal, cemento, sal mineral, sal común, maíz molido, material de relleno).
- Mezclar los ingredientes sólidos con la mezcla de urea – melaza, en una superficie rígida, no porosa.
- Con la mezcla, proceder al llenado de los moldes (que pueden ser cubetas de plástico, cajas de madera u otros recipientes similares).



Pesado de los ingredientes



Mezcla de la urea con la melaza



Mezcla de ingredientes solidos

Fuente: Programa Bosque y Agua GIZ/Trifinio, 2014.

- Compactar el contenido en los moldes en capas utilizando un trozo de madera, hasta dejar los bloques del tamaño deseado.
- Después de terminar la compactación, se desmonta el bloque del molde usado y se pone a secar al sol, durante uno o dos días, antes de ser almacenado o suministrado al ganado. (Programa Bosque y Agua GIZ/Trifinio, 2014).



Mezcla de todos los ingredientes



Rellenado de los moldes



Bloque fuera del molde listo para secar al sol

Fuente: Programa Bosque y Agua GIZ/Trifinio, 2014.

B8. Cosecha de Agua

Dado que el abastecimiento de agua en muchas regiones es uno de los factores más limitantes y que en la ganadería se requiere mucha agua para el ganado, o bien para regar las pasturas, es muy conveniente implementar prácticas o bien construir obras de cosecha de agua que permitan almacenar agua lluvia. Existen diferentes tipos de materiales y diseños para las obras de cosecha de agua; el ganadero escogerá la opción que más le convenga de acuerdo con sus necesidades y posibilidades económicas. Entre las obras que pueden implementarse se encuentran la construcción de represas en las quebradas o riachuelos de invierno, reservorios para almacenaje de aguas lluvias, sistemas de cosecha y conducción de agua de techos; entre otras.

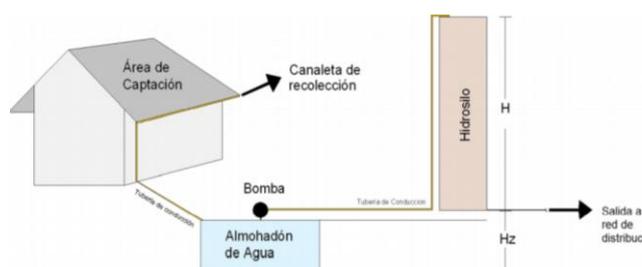
De acuerdo con Solarte Pabón, L.H. Los aspectos principales que el ganadero deberá considerar para planificar la provisión hídrica en su finca mediante cosecha de agua son:

- Conocer bien su demanda de agua
- Cálculo del potencial de abastecimiento de abastecimiento de la demanda.
- Decidir qué sistema de almacenamiento podrá implementar.
- Diseño hidráulico: necesidades de presión para garantizar la conducción del agua a donde la necesita.
- Ubicación de abrevaderos
- Evaluación periódica de funcionamiento del sistema

En los sistemas de cosecha de agua lluvia es importante tener en cuenta:

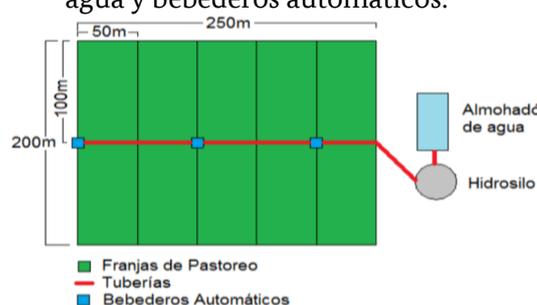
- El área de colección captura o cosecha de agua.
- El sistema de conducción
- Uso de filtros
- Sistema de almacenamiento
- Sistema de distribución

Figura 2. Esquema ejemplo de sistema de cosecha de agua



Fuente: Solarte Pabón L.H. Fundación CIPAV, 2014.

Figura 3. Ejemplo de esquema de pastoreo rotativo con sistema de distribución de agua y bebederos automáticos.



Fuente: Rueda, 2013, citado por Solare Pavón, 2014.

✓ **Buenas Prácticas en la Implementación de Sistemas Silvopastoriles**

Considerando las experiencias en la implementación de sistemas silvopastoriles, se presentan prácticas recomendadas para que el sistema pueda replicarse con éxito:

- En la implementación de estos sistemas es necesario verificar que las acciones se enmarcan en un proceso de planeación territorial nacional, el cual define las potencialidades y prioridades para la recuperación de los servicios ecosistémicos del paisaje.
- La asistencia técnica constituye un pilar fundamental para la implementación de un modelo silvopastoril, a través de la orientación y el acompañamiento periódico en el campo, de los ganaderos participantes.
- De acuerdo con el Programa Bosque y Agua, (2017), una de las prácticas de asistencia técnica que mejor resultado ha dado con los ganaderos ha sido el intercambio de experiencias con productores de otras regiones, ya que al ver experiencias exitosas se genera motivación para la implementación.
- El plan de finca es un instrumento de planificación muy valioso, ya que permite conocer la situación real del ganadero a la vez que facilita la planificación de los distintos cambios que el mismo proyecta realizar en su unidad productiva.
- Es importante incorporar el enfoque de cadena de valor y apoyar a los productores en su vinculación al mercado, a servicios financieros y de asistencia técnica.
- La mejora en la calidad de la leche es un aspecto primordial, que implica la implementación de prácticas como el ordeño higiénico, salud y sanidad de hato, manejo del almacenamiento y transporte de la leche, entre otros.
- Dado que se persigue la restauración del paisaje productivo de una manera sostenible y con un enfoque de no hacer daño, es necesario considerar la implementación de medidas de salvaguardas sociales y ambientales.

1.3.3. Forestería Análoga

La Forestería Análoga, se basa en una síntesis entre los conocimientos y prácticas tradicionales y la aplicación de principios, metodologías, y técnicas científicas para lograr el restablecimiento de las principales funciones del ecosistema, buscando satisfacer las necesidades de los agricultores y

las poblaciones locales. Toma como modelo los 'Jardines Forestales' o 'Huertos Domésticos', que se desarrollaron en los años 80s en Sri Lanka e Indonesia, que son pequeñas parcelas de terreno altamente productivas, ubicadas cerca del hogar en comunidades rurales tradicionales. (Gamboa y Criollo, 2020). Constituye un tipo de silvicultura que busca establecer ecosistemas dominados por árboles, que sean análogos (similares) en estructura y funciones ecológicas a la vegetación original. Busca fortalecer a las comunidades rurales, tanto social como económicamente, mediante el uso de especies que proveen productos comerciales (Senanayake, 1992, citado por Gamboa y Criollo, 2020).

De acuerdo con Riveros Cañas, (2020), la forestería análoga es una herramienta de la restauración ecológica. Utiliza los bosques naturales como guías para crear paisajes ecológicamente estables y socioeconómicamente productivos. Es una forma compleja y holística de silvicultura, que minimiza la aplicación de insumos externos, tales como agroquímicos y combustibles fósiles, y en su lugar fomenta las funciones ecológicas para aumentar la resiliencia y la productividad. La forestería análoga se basa en la cooperación con pequeños agricultores y comunidades indígenas para mantener y restaurar sus bosques y, a la vez, mejorar sus ingresos y sustento. Además de enfocarse en la sostenibilidad ecológica, reconoce las necesidades sociales y económicas de las comunidades rurales locales, que pueden lograrse a través de la producción de una diversidad de bienes y servicios comercializables que van desde alimentos hasta farmacéuticos, combustible y forraje.

Alternativa a la "roza, tumba y quema"

Senanayake, R. (1992), considera que la forestería análoga hace innecesario limpiar campos para cultivos anuales por medio de técnicas de tumba y quema. Esto debido a que la sombra da condiciones favorables para el desarrollo de plantas como el cardamomo (*Elettaria cardamomum*), trébol (*Trifolium spp.*), nuez moscada (*Myristica fragrans*) y pimientos (*Capsicum spp.*), que, a su vez, le dan al agricultor más potencial de renta que los cultivos anuales. Una vez que se han establecido los cultivos de sombra, los agricultores se resisten a abrir el follaje porque si regresan a la práctica de tumba y quema, destruirían el potencial ofrecido por estos valiosos cultivos. Un incremento en la diversidad de cultivos -incluyendo plantaciones de árboles- proporciona otros beneficios sociales y económicos, reduce riesgos e incrementa la demanda de mano de obra agrícola experimentada.

El enfoque de Forestería Análoga se fundamenta en tres conceptos:

- a. *Imitar a los bosques naturales:* Ya que estos proporcionan muchas funciones fundamentales de los ecosistemas, como: protección de las cuencas, control de la erosión, regulación del clima, ciclo de los nutrientes y hábitat para la biodiversidad. Se trata de establecer ecosistemas con estructuras arquitectónicas y funciones ecológicas similares a la vegetación original; es decir, un ecosistema análogo.
- b. *Sucesión ecológica:* La Forestería Análoga trabaja junto a la sucesión ecológica para crear ecosistemas estables dominados por árboles. Se aplica a menudo a la restauración de tierras agrícolas degradadas o pastos, que comienzan con especies colonizadoras requieren mucho sol, antes de avanzar a una estructura de bosque más madura, proporcionando productos socioeconómicamente valiosos a lo largo del proceso.
- c. *Ecología del paisaje:* Para conservar la biodiversidad, la ecología se debe considerar a nivel de paisaje, examinando los patrones del uso de la tierra y biogeográficos de un paisaje, identificando oportunidades para mejorar la conectividad o proteger ríos, mediante la creación de corredores biológicos o zonas de bosque de amortiguamiento.

El proceso de implementación de la forestería análoga requiere:

- *Observar y registrar*: los conocimientos sobre el sitio son la básicos para la restauración.
- *Comprender y evaluar*: entender el ecosistema, lo cual requiere aprovechar los conocimientos locales, muestreo de campo, y la evaluación ecológica
- *Conocer a detalle el terreno*: especialmente los recursos de agua, suelo, pendientes y microclimas.
- *Identificar niveles de rendimiento*: un ecosistema tiene potencial para aumentar la biodiversidad y la producción económica, pero hay que analizar cuáles son las capacidades de cada sector del terreno.
- *Mapear sistemas de flujos y reservas*: el agua, la luz, el aire y nutrientes fluyen por todos los ecosistemas. Se deben conocer sus flujos por el sistema para ayudar a planificar la restauración.
- *Reducir insumos externos*: un sistema rico en biodiversidad tiene la ventaja de proporcionar gran parte de los insumos necesarios para el funcionamiento de la finca haciéndola más autosostenible.
- *Dejarse guiar por las necesidades del paisaje*: Tomar en cuenta que cada parcela forma parte de un paisaje completo, cuyas características se tienen que tomar en cuenta cuando se elabora un diseño.
- *Seguir la sucesión ecológica*: considerar que un bosque madura en fases, unas plantas crecen primero, luego otras y así sucesivamente hasta lograr un ecosistema estable.
- *Utilizar procesos ecológicos*: se busca imitar los procesos de la naturaleza, no ir en contra de ella. Conviene cambiar de óptica y entender cómo funcionan los procesos naturales a fin replicarlos.
- *Valorar la biodiversidad*: las plantas y animales nativos son fuente de vida, aportan nutrientes, y son indicadores ambientales.
- *Respetar la madurez*: el bosque maduro aporta muchos servicios ambientales a la finca y aumenta su productividad.
- *Encontrar respuestas creativas*: Se debe estar preparado para sucesos inesperados, por lo que se debe estar consciente que existen diferentes formas de hacer las cosas y tener éxito.

Capítulo 2 Restauración de Paisajes Forestales

2.1 ¿Qué son los paisajes forestales?

El objetivo de este capítulo es presentar orientaciones técnicas para implementar buenas prácticas de restauración en paisajes forestales. Para poder entender dicha finalidad es importante comprender en primer lugar, que un *paisaje* es un mosaico heterogéneo de los diversos usos de la tierra que se desarrollan a lo largo de un área, sea está delimitada de forma político-administrativa, por una cuenca hidrográfica u otra delimitación de acuerdo con un interés específico. Dichos usos de la tierra para la región pueden ser: agrícolas, ganaderos, forestales o para la protección del suelo, entre otros. Desde el punto de vista ambiental, el enfoque de paisaje busca rehabilitar los servicios ecosistémicos de tal forma que el paisaje se encuentre ecológicamente conectado.

En segundo lugar, y para efectos de este capítulo, al hablar de *paisaje forestal* se engloban aquellos paisajes o ecosistemas naturales que están compuestos de masa o cobertura arbórea, sean estos terrestres o costero-marinos, y que por el grado de vulnerabilidad o amenaza de la intervención antropogénica pueden requerir de la implementación de técnicas para proteger, reducir daños o hasta rehabilitar los servicios ecosistémicos que éstos prestan, así como su biodiversidad.

2.2. Restauración en paisajes forestales

Tal como se observó en el Capítulo I, muchas actividades económicas que proveen los principales medios de vida de la población se realizan y expanden en el paisaje, por lo que cuando las actividades no son realizadas desde una adecuada planificación del paisaje, conlleva a una deforestación y degradación de los ecosistemas adyacentes. Es así como la restauración del paisaje busca restablecer los bienes y servicios ecosistémicos en los diferentes usos de la tierra, a la vez que fortalece los medios de vida y aumenta la resiliencia en las comunidades, tanto en las dimensiones sociales, económicas y ambientales.

De acuerdo con la idea anterior es importante retomar una de las premisas propuestas por el Programa REDD+ Landscape/GIZ (2014a) sobre establecer los límites del paisaje: *los límites del paisaje deben apegarse a la división político-administrativa más próxima*. Con ello, no sólo se estará definiendo el manejo sino también se comprenderá cuál es la mejor forma de implementar prácticas para la restauración, ya que es común que en el mosaico del paisaje se encuentren actividades agrícolas con áreas boscosas protegidas. Por lo tanto, en este capítulo se enfocará en presentar los paisajes forestales con cobertura boscosa de una forma generalizada, sean de índole público o privado, y plantear orientaciones para su restauración.

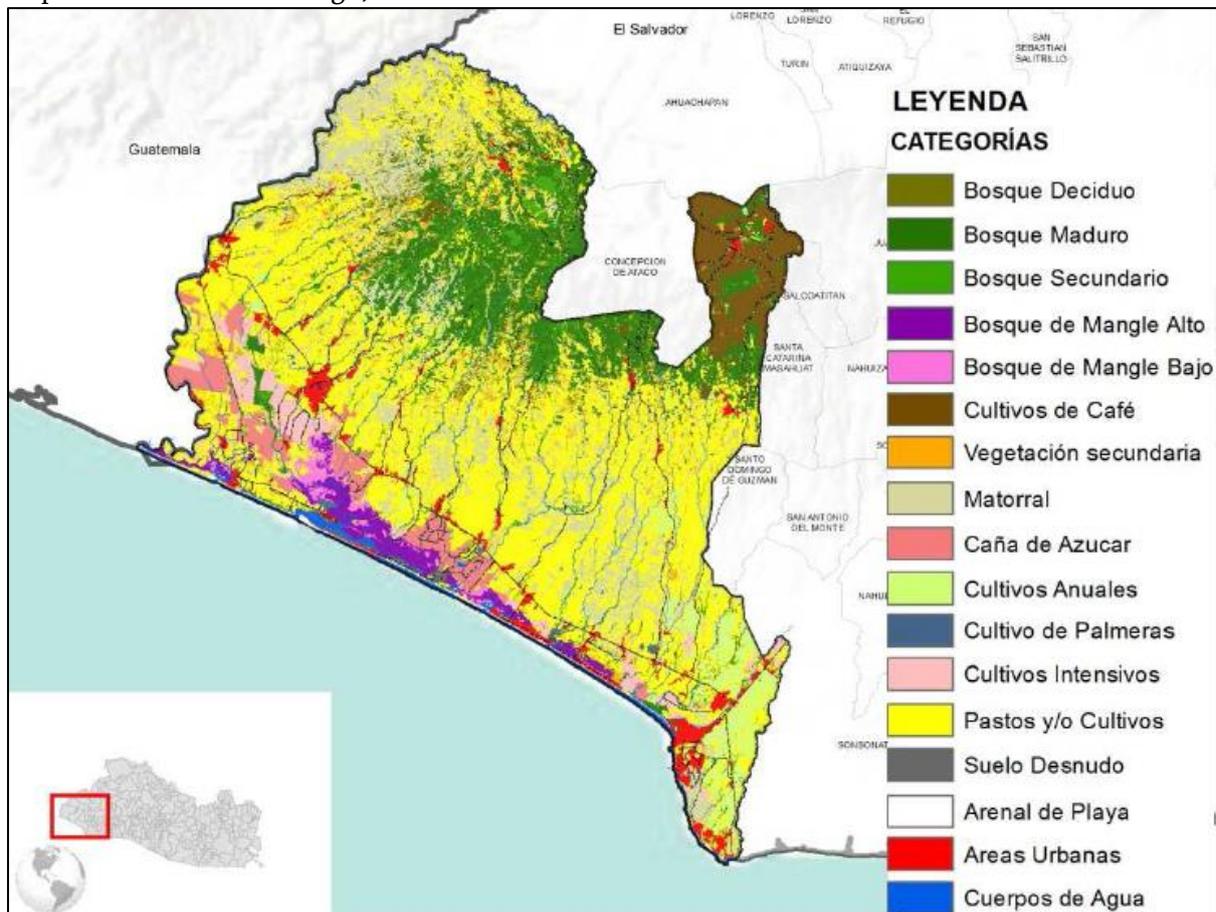
¿Cómo funcionan los paisajes forestales?

Es bien sabido que, al hablar del paisaje éste es un mosaico o combinación de diferentes actividades antropogénicas y la naturaleza, los cuales no necesariamente están bajo ninguna relación. Por lo que la disciplina de la Biología de la Conservación, tal como lo menciona Navarro et al. (2003), ha llamado la atención a los problemas asociados a una concepción de conservación en torno a espacios claramente definidos como "islas".

A efecto de comprender este capítulo, se mantendrá la hipótesis que todos los bosques de Centroamérica y República Dominicana se encuentran bajo algún grado de vulnerabilidad por la cercanía a las actividades antrópicas, por lo tanto, dichos bosques son ahora un pequeño parche entre la urbe o entre distintos grados de actividades agropecuarias, y que por ello requieren de una

orientación para su gestión. En la figura 4 se presenta un ejemplo del uso del suelo que se pueden encontrar en un paisaje:

Figura 4. Mapa de distribución de cobertura según uso de suelo del Área de Conservación El Imposible-Barra de Santiago, El Salvador.



Crédito: Programa REDD+ Landscape / GIZ, 2014b.

Es así como un parche de bosque al estar condicionado por las actividades que lo rodean puede estar en riesgo de presentar cierto grado de fragmentación de su misma zona boscosa, del hábitat de las especies que ahí interactúan, y como un resultado posterior, presentar un desgaste de las condiciones originales en su perímetro, conocido como *efecto de borde*.

Por lo tanto, la implementación de mecanismos de conservación es fundamental en espacios mayores al bosque, sean estos un corredor biológico o un paisaje con diversas actividades económicas, sociales o ambientales, lo cual debe garantizar la conectividad de los ecosistemas, el flujo de especies y el mantenimiento de procesos ecológicos fundamentales (Navarro et al. 2003).

2.3. Modalidades para la Restauración

2.3.1. Restauración en ecosistemas de manglar

El ecosistema de manglar, tal como lo expresa Mainardi (1996), se conforma por un grupo de especies vegetales típicamente arbóreas que han desarrollado adaptaciones fisiológicas, reproductivas y estructurales que les permiten permanecer en áreas anegadas y sujetas a la influencia de las mareas de las costas tropicales y subtropicales del oleaje. Dicho ecosistema está compuesto por la vegetación, el suelo, los canales y la vida silvestre que habita entre el agua en sus

más altas mareas, y que alternativamente ocupa y desocupa por causas naturales (Ley de Áreas Naturales Protegidas, 2005).



Fotografía 5. Ecosistema de manglar en Barra de Santiago, El Salvador. Crédito: Programa REDD+ Landscape 2017.

Tal como se describe en el párrafo anterior, el ecosistema de manglar es un espacio de transición entre el mar y el medio terrestre, siendo la única barrera ante los eventos climáticos extremos y que alberga una alta biodiversidad, siendo los productos derivados del ecosistema una parte esencial del sistema económico de las comunidades que de este dependen.

Por ser el ecosistema de manglar la desembocadura de una cuenca hacia el mar es en esta descarga de agua que se evidencia cómo se ha desarrollado el manejo y gestión de la cuenca alta y media junto a los asentamientos humanos y sus actividades productivas. Es en dichas actividades donde muchas veces los residuos (sean sólidos o líquidos), basura o contaminantes tóxicos se incorporan al ciclo del agua que abastece durante su recorrido y drena hacia el manglar.

Adicionalmente en los trópicos, es bien sabido que la población de las zonas costeras presenta un patrón de crecimiento que modifica y genera mayor presión dentro del ecosistema de manglar como a lo largo de la plataforma continental. Los autores Azuz–Adeath y Rivera–Arriaga (2009) mencionan que la zona costera debe satisfacer las necesidades humanas debido a este incremento poblacional, por ejemplo, energía, agua, alimentos, infraestructura, servicios, espacios para el desarrollo urbano, agrícola, acuícola y ganadero, y zonas de recreación y esparcimiento. Todo ello se relaciona en un mismo paisaje donde sin una planificación adecuada (en la cuenca alta, media o baja) puede llevar a la fragmentación de la cobertura boscosa y pérdida del capital natural que brinda el manglar.

“Hay que enfatizar que no todos los manglares deteriorados pueden ser recuperados; algunos lugares que en otro momento eran manglares tienen ahora ciertas características que impiden una restauración exitosa del ecosistema. Para no ver frustrado el objetivo de recuperación, se deben seleccionar bien las áreas en las que trabajará” (Tavera et al, 2014).

Siendo la restauración el objetivo principal de este documento, en este capítulo se enfatizará a la implementación de algunas modalidades para la Restauración Ecológica de Manglar (REM) que

han sido puestos en práctica en los países centroamericanos. Sin embargo, para ser implementados es necesario entender la *Restauración Ecológica de Manglar (REM)*, la cual es un enfoque muy utilizado para la rehabilitación o restauración de los manglares que facilita la regeneración natural para alcanzar ecosistemas autosostenibles a través de la participación y negociación de actores locales, además permite asegurar el aprovechamiento de las comunidades que hacen uso de los bienes y servicios ambientales de los manglares, y aumentar su disponibilidad en el territorio.

A. Criterios previos para la implementación

Para implementar la REM es necesario considerar los siguientes criterios. Cabe mencionar que pueden darse en cualquier orden y no son excluyentes:

- *Que existan estructuras o plataformas locales de gobernanza activas en el territorio donde se desea realizar la intervención:* esto permite socializar y ajustar la intervención deseada para el territorio, mantener informados a los actores locales sobre el proyecto, conocer posibles obstáculos u oportunidades con los que se cuentan para ajustar el proyecto, así como realizar una evaluación rápida de la factibilidad de realizar la modalidad que mejor se acople a las condiciones de la zona, considerando la dimensión económica, ambiental y social. Con este criterio se evidencia si la actividad se encuentra en concordancia con la gestión del territorio.
- *Que exista aceptación cultural e interés de las comunidades locales:* es importante que la modalidad que se seleccione sea aceptada por las comunidades locales donde se desarrollará la implementación, ya que ellos no solo serán percibirán los beneficios de la intervención, sino que también se espera la participación en las actividades de transferencia de conocimiento que se realicen, haciendo énfasis en que el conocimiento es de ambas vías. Por lo tanto, la anuencia a compartir y recibir aprendizaje por parte de las comunidades como del implementador es fundamental para poder desarrollar cualquier intervención. Esto garantiza que el conocimiento aprendido y ajustado se quede en el territorio y pueda ser transferido entre las comunidades.
- *Contexto social sobre necesidades económicas vinculadas al manglar:* para que el implementador pueda desarrollar cualquier modalidad bajo la REM es recomendable conocer las necesidades económicas que vinculan a las comunidades con el manglar, sean estas actividades de subsistencia o únicamente el manglar como un medio para el recurso de interés.
- *Conciencia sobre el valor de los recursos naturales:* cuando las comunidades están enteramente conocedoras desde su perspectiva sobre la importancia que tienen los recursos naturales y presentan un claro interés en su protección, es ahí donde el implementador puede garantizar la participación activa como un potencial de búsqueda por parte de los/as comunitarias para darle sostenibilidad a la intervención-
- *Coordinación con la entidad rectora y comunidades:* previo a la ejecución de cualquier intervención en el paisaje, es importante la coordinación con la entidad rectora para analizar si la actividad propuesta tiene cabida dentro de las acciones que se encuentran planificadas para el territorio, así como la evaluación respectiva para garantizar la sostenibilidad de la acción.

B. Técnicas de restauración para ecosistemas de manglar

La REM puede darse por diferentes formas, entre ellas se encuentran: delimitación y protección del manglar, regeneración natural, desazolve de canales y/o reforestación. A continuación, se describen cada una de las modalidades:

B1. Protección y conservación del manglar

Tal como su nombre, la modalidad de delimitación y protección del manglar es esencial para cualquier otra modalidad posterior que se desee realizar, ya que la definición de dónde termina un

Área Protegida o bosque protegido por el Estado y donde inicia una parcela o terreno privado es clave para las comunidades, ya que en su mayoría éstas subsisten de los recursos naturales.

Se sugiere que esta modalidad sea realizada en tres etapas: i) delimitación legal; ii) delimitación física; iii) y preparación del Plan de Manejo o Plan Maestro del Área. Las primeras dos etapas pueden implementarse simultáneamente, sin embargo, la última es un proceso de gestión que requiere de las primeras para su eficacia. A continuación, se describe cada una:

- a. *Delimitación legal*: en esta modalidad se pueden observar dos casos hipotéticos, el primero es que -como en muchos países de la región- los manglares son propiedad del Estado, sin embargo, el segundo caso es lo contrario, que puedan ser manejados de forma privada, es decir, por personas naturales o jurídicas, por lo que para cualquier caso es recomendable que esté claramente delimitado legalmente. En ambos casos es importante recordar que el único interés de la modalidad es realizar acciones de restauración, por lo que, con este segundo ejemplo la etapa de delimitación legal deberá acatar los procesos regulados dentro de las leyes vigentes del país para iniciar la transferencia correspondiente al usuario o entidad que ejecutará las acciones de restauración del manglar de interés.

Es común que muchas Áreas Protegidas sean de competencia de medio ambiente o de agricultura u otra entidad autónoma del Estado, pero son comanejadas por entidades locales que tienen cierto interés en su conservación o incremento de cobertura boscosa para su aprovechamiento forestal, tal es el caso de las organizaciones locales, municipalidades u otras agrupaciones comunitarias que velan por la gestión sostenible de los recursos naturales o forestales. Con ello se puede evidenciar la importancia de la primera etapa: delimitar legalmente el área y que se encuentre clara su forma de tenencia o transferencia -correspondientemente al usuario o entidad que ejecutará las intervenciones de restauración.

- b. *Delimitación física*: como segunda etapa, es primordial la delimitación física del Área Protegida, esto se debe a que, si el manglar está en condiciones vulnerables, la delimitación física es imprescindible para reducir la pérdida del ecosistema, por lo que las actividades de señalización, cercado, posteado, amojonamiento u otras pueden paliar la intervención antropogénica al área como una medida rápida para proteger el manglar. Se recomienda que esta actividad de delimitación debe ser de conocimiento de los lugareños, de tal forma que quede clara la actividad de protección que se esté llevando a cabo.
- c. *Creación o actualización de un Plan de Manejo o Plan Maestro*: en última instancia, se sugiere iniciar el proceso para la creación o actualización de un Plan de Manejo o Plan Maestro para el Área, ya que es un instrumento legal que regula las actividades que se pueden desarrollar y cuenta con la ventaja que las organizaciones comanejadoras pueden apalancar inversión adicional relacionada a la protección del manglar.

Debido a que cada país regula de forma diferente sus territorios, a continuación, se presentan cinco componentes que debe comprender un Plan Maestro o Plan de Manejo:

- i. *Componente Descriptivo*: que incluya una descripción del marco biofísico, marco histórico, marco socioeconómico del Área, considerando la situación actual y tendencias para cada elemento. Dicho componente debe presentar la ubicación del Área, recursos que presenta el Área, amenazas y condicionantes, entre otros.
- ii. *Componente de Gestión*: que incluya la delimitación de los objetivos o elementos principales de conservación con base en las definiciones de manejo de humedales y zonificación (zonas núcleo, recursos prioritarios para protección, zonas de

- amortiguamiento y transición) y sus áreas protegidas cercanas que evidencian la conectividad en el paisaje, amenazas y conflictos, y usos de tierra permitidos según la zonificación correspondiente;
- iii. *Componente Operativo*: que incluya sus antecedentes de gestión ambiental como la gestión actual, ya sean de orden administrativo, de participación social y comunal, así como el programa de educación y concientización ambiental, programa de uso público, programa de investigación y reducción de amenazas incluyendo el cambio climático; este componente deberá incluir una estrategia clara para su implementación y financiación. Se recomienda considerar aquellos proyectos que se encuentran en gestión o implementación en el territorio.
 - iv. *Componente Regulatorio*: que incluyan las normas o regulaciones internacionales y nacionales para la zona costero-marina y Áreas Protegidas, entre otras.
 - v. *Componente de Monitoreo y Evaluación*: que detalle las acciones que se deberán llevar a cabo para garantizar la correcta implementación del Plan y en donde se definan las responsabilidades respectivas de los actores involucrados.

La propuesta del Plan puede ser ajustado según sean los requerimientos de cada institución competente, sin embargo, se espera que estas orientaciones puedan ser de ayuda para agilizar los procesos de preparación para la delimitación, legal, física y operativa del manglar, así como su consecuente protección.

La presente modalidad con una adecuada gestión para su desarrollo completo puede darse en un periodo de uno a dos años considerando que las intervenciones necesarias en el territorio incluyen coordinación y acompañamiento técnico y comunitario, socializaciones, visitas, levantamientos en el sitio de interés, así como los trámites legales necesarios.

B2. Regeneración natural

En secuencia con la modalidad anterior, la *regeneración natural* es una alternativa común de zonas donde únicamente la reducción de la intervención antropogénica y la acción de protección del bosque de manglar pueden recuperar un alto grado de las poblaciones de especies predominantes al haber reducido su perturbación. Con ello, la dispersión de semillas de forma natural sigue su curso y el ecosistema se recupera paulatinamente.



Fotografía izquierda: canal secundario de manglar azolvado. Fotografía derecha: regeneración natural del ecosistema de manglar. Créditos de fotografía: REDD+ Landscape/GIZ, 2017.

Esta modalidad requiere de una alta coordinación comunitaria para la protección de los recursos naturales, ya que el periodo para alcanzar el clímax del ecosistema está basado principalmente en variables biológicas como la especie, tasa de crecimiento, modo de dispersión, herbivoría, competencia, depredación y estructura forestal original del ecosistema, así como en factores físico-químicos tales como la disponibilidad de luz, temperatura del agua, sedimentación, concentraciones de oxígeno, salinidad e hidroperiodo, siendo estos una afectación directa para el establecimiento y desarrollo óptimo del manglar.

De igual forma, la actividad antropogénica colindante al manglar, así como los eventos climáticos pueden ralentizar su desarrollo, por lo que con una adecuada protección se estima que al cabo de cinco años haya un crecimiento de ~41 hasta 90 cm.¹ de manglar sin necesidad de reforestación o regeneración asistida.

B3. Desazolve de canales

Esta modalidad consiste en la remoción y extracción de sedimentos acumulados a lo largo de un canal del ecosistema de manglar, el cual ha sido causado por la sedimentación y/o acumulación de materiales orgánicos e inorgánicos que han sido arrastrados durante el recorrido de su red de drenaje. La finalidad de esta modalidad es regular el flujo y patrón hidrológico que el manglar recibe, de tal forma que posterior a su implementación el ecosistema recupere las especies vegetales y animales que ahí corresponden.

¹De acuerdo con experiencias similares de regeneración natural en manglar realizada en el Caribe Colombiano (Valle *et al.* 2011; Hoyos *et al.* 2012), se estima que el crecimiento de individuos de especies de manglar puede ser tan bajo como de 0.69 cm/mes dependiendo del régimen de pluviosidad en el que se encuentre el ecosistema a restaurar, considerando que dicho ecosistema no presenta aportes de agua continental durante los meses de diciembre a abril (época seca también para la región Centroamericana y el Caribe), por lo que las especies pueden reducir su tasa de crecimiento significativamente.

Para la aplicación de esta modalidad, se utilizarán las etapas definidas por Lewis & Brown (2014), las cuales han sido ajustadas a las experiencias de la región Centroamericana y República Dominicana:

- a. *Entender la ecología de las especies (ecología forense)*: esta etapa consta en el reconocimiento del ciclo ecológico que actualmente se encuentra detenido debido al incorrecto funcionamiento del ecosistema, por lo que es necesario identificar por un experto la afectación de la rehabilitación del ecosistema en los medios de vida locales para aminorar el impacto a las poblaciones vulnerables de flora y fauna asociadas al manglar.

Es en esta etapa que se requiere identificar el tipo de material que azolve el canal, ya sea orgánico o inorgánico, lo cual permitirá identificar la forma adecuada para su remoción.

Dentro de las formas sugeridas para la remoción se encuentran: con maquinaria o de forma artesanal. Para efectos de implementar esta técnica en la región, se realizarán recomendaciones considerando su aplicación de forma artesanal a través del apoyo de una comunidad con poco financiamiento y con el conocimiento técnico para la intervención adecuada en el mismo. Dicha remoción será discutida en el literal “e”.

- b. *Entender la hidrodinámica normal del sitio*: es necesario identificar cómo funciona actualmente el flujo hídrico del área que se desea desazolvar, de tal forma que se identifiquen los canales con mayor sedimentación en el manglar que obstaculizan que el agua transite por los canales naturales, lo que a su vez impide el intercambio de agua dulce y agua salada. Este un primer criterio de selección del área que se intervendrá.

Uno de los fundamentos clave para esta modalidad es que el desazolve únicamente se podrá implementar si el canal históricamente ya ha existido ahí y se desea recuperar su flujo y patrón hidrológico natural. Para conocer esta información, se sugiere utilizar imágenes históricas del área que se desea intervenir, visitas al área y realizar consultas a pobladores de la zona.

No se sugiere utilizar esta modalidad para abrir un canal nuevo en el manglar o en un área que no haya sido un canal original de drenaje del mismo, ya que la intervención intrusiva al ecosistema podría tornarse en un daño mayor a este o a los ecosistemas circundantes.

- c. *Conocer sobre las modificaciones a la hidrodinámica original en el sitio y/o reconocer la alteración que ha sufrido el sitio*: esta etapa consiste en el análisis y evaluación de las áreas que presentan obstaculización, donde uno de los criterios fundamentales es la rehabilitación de aquellos canales que permitirán reestablecer el flujo y patrón hidrológico al ecosistema.

Para entender mejor el ecosistema, se requiere diferenciar que el *canal principal* es aquel que está conectado por el cuerpo de agua con el manglar en cuestión, mientras que un *canal secundario* es aquel que conecta la red hidrológica principal con el interior del manglar. Por lo tanto, dicha red de drenaje debe ser analizada exhaustivamente para identificar *a priori* los posibles escenarios ambientales del manglar si éste no fuera desazolvado. Una vez obtenida esta información, se deben priorizar los canales con mayor pérdida de biodiversidad, daño ambiental, daño socioeconómico para la población, irreversibilidad, capacidad de regeneración del mangle por perturbación antropogénica, comportamiento hidrológico, así como otras variables que se consideren relevantes en el contexto local.

- d. *Seleccionar el sitio de restauración*: esta etapa consiste en el análisis y selección del sitio al que se le aplicará el desazolve del canal o canales, siendo la etapa más relevante de la modalidad, ya que una intervención equivocada impactará temporalmente el canal, pero no resolverá a largo plazo el flujo hidrológico que es fundamental para el mantenimiento de este ecosistema y los bienes y servicios ambientales que presta.

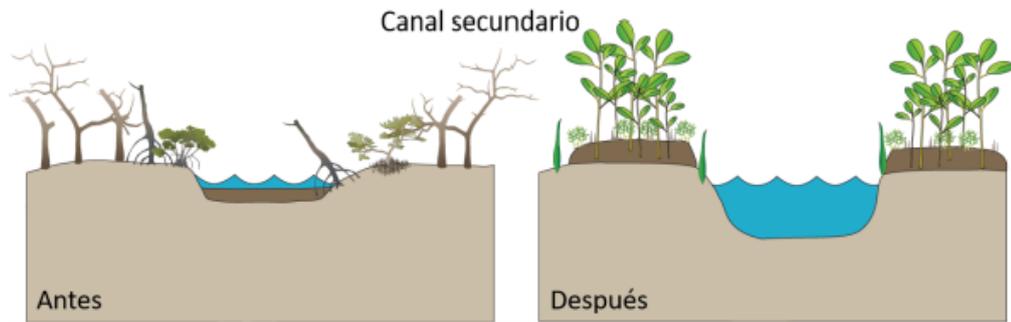
e. *Restaurar o crear la hidrología normal y eliminar o reducir la presión actual*: esta etapa consiste en la acción estricta de realizar el desazolve. En esta etapa es importante realizar los pasos siguientes:

1. *Retención del caudal*: considerando que el canal a intervenir tiene un flujo hídrico constante, esto afectaría drásticamente en la facilidad para la remoción de sedimento, por lo que se sugiere colocar un dique de materiales resistentes para bloquear el flujo de agua y desviarla hacia las partes planas del costado mientras se realice la actividad. En algunos casos se sugiere el uso de sacos rellenos del mismo material que azolva el canal, de tal forma que detenga el flujo hídrico y permita realizar las acciones de remoción de sedimentos.
2. *Remoción de sedimentos y materiales que azolvan el canal*: para esta etapa se recomienda analizar, de acuerdo con las condiciones históricas del manglar, las medidas adecuadas a las que se espera llevar el canal. Tal como lo sugiere la experiencia de GIZ/Programa REDD+ Landscape en el 2016, o como lo indica PNUD y MiAmbiente (2017), donde las dimensiones del canal principal a desazolvar deben ser de 3 a 5 m de ancho y 1 m de profundidad. En el caso que sea un canal secundario, se sugiere al menos 2.5 m de ancho por 1 m de profundidad, tal como lo indica Zaldívar-Jiménez (2017). Al hablar de remoción de sedimentos, esto también incluye la remoción de troncos que se encuentran en el fondo del canal. En cuanto al suelo que es retirado del fondo del canal, este puede ser reutilizado acomodándolo en ambos lados del canal, tal como lo indica el punto 4 más adelante. Eliminación de especies vegetales de agua dulce, principalmente especies herbáceas o arbustivas que no corresponden al ecosistema manglar y que se encuentran a lo largo del canal a desazolvar. Dichas especies compiten y terminan desplazando a las especies de manglar, por lo que es importante identificar con el personal calificado las mismas para su erradicación.

Figura 5. El esquema representa en la sección superior el canal primario, mientras que el esquema inferior el canal secundario. En ambos se evidencia el antes y después del desazolve del canal posterior a la remoción de sedimentos y del material que azolva el canal.



3.



Fuente: PNUD y MiAmbiente, 2017.

Esta etapa también contiene dos actividades relevantes que tienen que ser consideradas:

- i. Traslado de sedimentos: esta actividad requiere la búsqueda previa de sitios donde se pueda depositar el sedimento, preferiblemente lejos de zonas aledañas al cauce del río, sitios que sean despejados y de fácil acceso, así como sedimento para otros sitios del mismo manglar.
 - ii. Formación de bordas: posterior a la remoción de material sedimentado del canal, se sugiere crear canaletas en los costados del canal que se intervendrá, las cuales deberán ser de 50 cm de ancho y 30 de profundidad. Posteriormente después se extenderá para que se eleve el nivel del suelo, teniendo esto como finalidad mejorar el reflujos del agua y permitir la dispersión de propágulos del mangle. parte del sedimento removido sirve como borda a la orilla del canal, con una pendiente aproximada de 45°, esto eleva la altura del canal dando mayor posibilidad para la conducción del volumen hídrico, adicionalmente se realizaron aperturas paralelas más pequeñas en los costados del canal para alimentar ramales y aumentar la entrada de agua salada donde tradicionalmente es difícil el acceso.
- f. *Monitorear trimestralmente en el sitio de restauración:* esta etapa consiste en que una vez realizado el desazolve, es prioritario definir la programación del monitoreo de la intervención realizada. Se sugiere que dicha actividad se realice principalmente por comunitarios que aprovechan el manglar, siendo de utilidad el muestreo en la densidad de propágulos de mangle, la diversidad de especies de mangle, la abundancia en las poblaciones de peces, camarones, moluscos, cangrejos y otras especies de fauna costero-marina que pueden ser de fácil observación o captura para las comunidades interesadas en la restauración del ecosistema del manglar. Adicionalmente, y a través del acompañamiento del recurso humano especializado, también es considerable definir la ubicación de estaciones de monitoreo. Dentro de las mediciones sugeridas son: profundidad y anchura del canal, temperatura, tipo de sustrato, lances con atarraya, muestras de agua para análisis posteriores, entre otros. Sin embargo, en caso de contar con equipo para ello, Rodríguez Zúñiga *et al.* (2018), citado en PNUD y MiAmbiente (2017) sugieren considerar las siguientes variables para la caracterización y el monitoreo del ecosistema de manglar:

Tabla 2. Variables para la caracterización y el monitoreo del ecosistema de manglar. Tomado de Rodríguez Zúñiga *et al.* 2018, citado en PNUD y MiAmbiente, 2017.

| Grupo de variables | Variables | Básicas | Complementarias |
|--------------------|-----------------|---------|-----------------|
| | | | |
| Hidrológicas | Hidroperiodo | x | |
| | Hidrodinámica | x | |
| | Fuentes de agua | x | |

| | | | |
|----------------------|---|---|---|
| Físicoquímicas | Salinidad | x | |
| | Temperatura | x | |
| | Potencial de hidrógeno (pH) | x | |
| | Potencial Redox (Eh) | x | |
| De los sedimentos | Sulfuros | | x |
| | Nitrógeno y Fósforo | x | |
| | Microtopografía | x | |
| | Textura | | x |
| | Densidad aparente | | x |
| | Relación agradación vertical/elevación/subsidencia | | x |

Experiencia de Rehabilitación de canales en Barra de Santiago, Jujutla, Ahuachapán El Salvador



Fotografía 6. Canal Cuilapa en el Área Natural Protegida Barra de Santiago dos años después de la implementación del desazolve de canales bajo el enfoque de Restauración Ecológica de Manglar (REM), en la cual se evidencia el crecimiento de plántulas de mangle de aproximadamente 30 cm a lo largo del canal con el apoyo del Programa REDD+ Landscape / CCAD-GIZ en el año 2016. Crédito de fotografía: Programa REDD+ Landscape / CCAD-GIZ.

En el 2014 se realizó en El Salvador la restauración del ecosistema de manglar bajo la modalidad de desazolve en los canales “Los Limones” y “Cuilapa” del Área Natural Protegida y Sitio Ramsar Complejo Barra de Santiago, ubicados en el municipio de Jujutla, departamento de Ahuachapán, al suroeste del país. Para realizar el desazolve se tomaron en consideración los lineamientos de la sección anterior, sin embargo, la coordinación con el Ministerio de Medio Ambiente y Recursos Naturales (MARN) así como el apoyo de las comunidades fue el primer paso para una ejecución exitosa.

En cuanto a la intervención en el manglar, esta fue ejecutada por la Asociación de Desarrollo Comunal de Mujeres de la Barra de Santiago (AMBAS), entidad que se encuentra ubicada en la zona y que es reconocida por sus labores de trabajo en la restauración de manglares y alto nivel de gobernanza local con las comunidades. Cabe mencionar que AMBAS cuenta con el comanejo del Área Natural Protegida Barra de Santiago, por lo que las actividades que se realizaron están en el marco de la planificación del Programa de Restauración de Ecosistemas y Paisajes (PREP) del MARN.

La Barra de Santiago presenta tres problemas fundamentales: sobreexplotación de sus recursos, azolvamiento y los efectos de la variación del clima. Sin embargo, el azolvamiento es un problema que repercute directamente en la economía de las comunidades locales, por lo que para efectos del marco de acción del Programa REDD+ Landscape/GIZ se identificó como una problemática prioritaria que se debía de atender para conservar el ecosistema de manglar así como su reserva de carbono en ella, ya que de acuerdo con la información del Programa REDD+ Landscape/GIZ

(2016), en Barra de Santiago todo el material arrastrado durante las lluvias viene a parar a la zona de manglar, a tal grado que el caudal principal del estero tiene una profundidad no mayor a 3 m en marea baja en algunas partes, en otras es tan baja que se impide el paso en lancha de motor.

Previo a iniciar las acciones en campo, el MARN ya contaba con un mapa de oportunidades para la restauración como insumo importante para agilizar la identificación de las zonas a nivel nacional que requerían especial atención. Con ello como base, se definieron criterios técnicos y locales esperados para poder implementar el desazolve de canales en un ecosistema de manglar que tuviera posibilidad de ser exitoso, por lo que Barra de Santiago fue seleccionada al evidenciarse a través de mapas satelitales la pérdida de cobertura boscosa y la pérdida de conexiones de ríos que originalmente desembocaban en Barra de Santiago. Dichos mapas indicaban las zonas propuestas donde se podría desarrollar la modalidad (figura 6).



Figura 6. Mapa sobre actividad propuesta para zona de manglar, de acuerdo con el uso del suelo en el Área de Conservación El Imposible-Barra de Santiago, El Salvador. Crédito: Programa REDD+ Landscape/GIZ, 2015.

De forma complementaria a través de visitas de campo fue evidente que los canales “Los Limones” y “Cuilapa” presentaban altos volúmenes de sedimento que obstruían el canal, así como troncos, ramas, desechos sólidos plásticos y vegetación de bosque terrestre o continental, reduciendo el flujo de agua dulce que alimenta al manglar (figura 7). Con lo anterior se tomaron dichos canales como áreas prioritarias para el pilotaje del desazolve de canales en la Barra de Santiago, contando así con la aprobación del MARN como de los comunitarios. Dicha selección fue de 1 km respectivamente para cada canal lo que se ejecutaría a través del desazolve de canales.



Polígonos de material azolvado.

AMBAS
Asociación de Desarrollo Comunal
de la Barra de Santiago

Fotografía 7. Mapa de imagen satelital donde muestra la sedimentación en canales principales de la Barra de Santiago. Crédito: Programa REDD+ Landscape/GIZ, 2015.

Para verificar si el canal cuenta aún con flujo hídrico que pueda alimentar al manglar adecuadamente, se visitó el canal durante la marea más baja para poder observar cual es el rumbo que el agua toma para poder correr. En dicho caso se evidenció que el flujo hídrico fue mínimo en marea baja, sin embargo, también se observó que era afectado cuando llega la marea alta, quedando cubierto el canal. Es así como se marcó con estacas la ruta y los puntos donde se

intervendrían para conectar la interrupción del canal. Las estacas se encuentran separadas cada 10 metros de distancia.

La intervención para el canal Cuilapa constó de 20 jornales, quienes trabajaron 5 días únicamente en la remoción del sedimento y en remoción de troncos. Para la remoción de sedimento se calculó que cada jornal extrae 5 m³, esto significa que diariamente se está extrayendo un promedio de 80 m³ de sedimento.

Dado que el manglar es un ecosistema que se encuentra directamente influenciado por el cambio de marea, en el caso de la Barra de Santiago, el cambio de marea se hace cada 6.5 horas, por tanto, se buscó trabajar un promedio de 4 horas por jornada, esto significa que se da inicio en marea medio vaciante (cuando la marea le faltan 2 horas para llegar a vaciar por completo) y parte de marea llenante (dos horas de creciente), este tiempo es el óptimo para poder intervenir el canal debido a que la zona se inunda en marea alta.

Cuando inicia la extracción de material, las lanchas son ubicadas a un costado del canal para que los que extraen el sedimento queden al centro del canal, de esa manera se avanza lo mayormente posible, mientras que la media marea permite que las lanchas a los costados no se queden varadas. Conforme la marea va bajando, la parte central del canal está siendo trabajada, cuando se llega a lo más bajo de la marea, las lanchas se colocan en el centro del canal para que empiecen a trabajar las partes laterales del canal para poder darle forma, de esta manera las lanchas se pueden desplazar fácilmente por el canal.

Considerando que el sedimento que azolva el canal contiene arena, tierra y hojarasca principalmente, este es removido y depositado a los costados del canal, siempre y cuando no se arriesgue a que lo azolve nuevamente. Cabe mencionar que, por su composición pegajosa, esto le da la ventaja de fijarse y endurecerse en el sitio depositado, a la vez sirve como borda a la orilla del canal formando una forma de medio romboide, con una pendiente aproximada de 45°, esto eleva la altura del canal dando mayor posibilidad para la conducción del volumen hídrico.



Fotografía 8. Llenado de cubetas con sedimento extraído del canal para su reubicación. Crédito: Programa REDD+ Landscape/GIZ, 2015.

Para mejorar el flujo hídrico del manglar, se realizan disecciones en los costados del canal para alimentar ramales que puedan llevar directamente a zonas donde está siendo afectado el manglar por la variabilidad de la salinidad.

En el caso del canal Los Limones, se trabajó durante 15 días, en el cual se ubicaron 15 jornales para remover el sedimento. Dichos jornales se distribuyeron de la siguiente forma: al centro del canal de manera longitudinal, se colocaron cuatro lanchas (dos a cada lado), 7 personas paleaban llenando las cubetas de las lanchas artesanales de un lado y el otro grupo de 8 personas llenaban las cubetas del otro lado. Por lancha caben 15 cubetas, en las cuatro lanchas se mueven 60 cubetas, cada una pesa un promedio de 65 libras llenas de sedimento y agua. Por cada viaje, cada lancha transporta un estimado de 975 libras, en las cuatro lanchas se transporta 3,900 libras y las cuatro lanchas hacen 15 viajes por jornada diaria esto equivale a 58,500 libras de sedimento removido que equivale a 26 toneladas por jornada. En cuanto a la lancha de motor esta puede transportar hasta

40 cubetas, por jornada en 15 viajes se logra transportar un estimado de 18 toneladas. En total por jornada se logran extraer un aproximado de 44 toneladas de sedimento.

Para la remoción de troncos y ramas, se limpió la parte superficial del canal reubicando estos a lugares previamente seleccionados por el MARN, pudiendo ser: áreas abiertas y despejadas o entre las mismas raíces de árboles de mangle a una distancia de unos 10 m a los lados del canal, para que no haya problema en un futuro que con un deslave o caudal fuerte por las lluvias arrastraran el material y que este volviera a bloquear el canal. Para el caso que los troncos fueran de mayor tamaño, se realizaron obras de corte utilizando motosierras y equipo de bioseguridad, de tal forma que el equipo de jornales para dicha acción consistía en 4 personas: un motosierrista, un amarrador, el jornal para el traslado del material removido y el jornal que realiza la inspección y empuje del objeto cortado.

En dicha experiencia también se removió todo el material de desechos inorgánicos, el cual fue trasladado en lancha para ser recogido por el tren de aseo de la municipalidad o se le entregó a las personas que reciclan los materiales.

En el caso de la vegetación invasora la intervención fue diferente ya que cuando los canales de manglar están azolvados, el agua salada no puede ingresar hasta lo más profundo del bosque y el agua dulce ha permeado en el manglar, ésta le da otras condiciones al suelo haciéndolo perder sales y lo convierte un área propicia para que se puedan desarrollar otras especies vegetales, haciendo que el ecosistema de manglar sea desplazado, por lo que la identificación de especies fue fundamental para conocer que especies se debían remover que no estuvieran en peligro de extinción, amenazadas o vulnerables, de acuerdo con la legislación vigente. En el canal “Cuilapa” se identificaron las especies vegetales siguientes: *Ricinus communis* “higuerillo”, *Oreopanax xalapensis* “mano de león”, *Terminalia catapa* “almendro”, *Ficus goldmanii* “amate blanco”, *Mangifera indica* “mango”, así como diversas especies de gramíneas. Con los datos anteriores se procedió a eliminar de forma manual las especies vegetales de menor tamaño, las otras fueron removidas con insumos como machete o cuma, eliminándolas del cauce que se restaurará.

Considerando que una vez que se han iniciado las intervenciones, el canal cuenta con un flujo hídrico constante de aproximadamente de 50 galones por minuto, esto indica que esta cantidad de agua afectaría drásticamente en la remoción de sedimento restante, por lo que se procedió a construir un dique de manera improvisada para bloquear el flujo de agua y desviarlo hacia las partes planas del costado. Posterior de la intervención, se puede evidenciar el flujo hídrico del canal azolvado.



Fotografía 9. Habilitación del canal Cuilapa después de la intervención de desazolve. Crédito: Programa REDD+ Landscape/GIZ, 2015.



Fotografía 10. Realización de acciones de monitoreo de biodiversidad en canal intervenido por comunitarios. Crédito: Programa REDD+ Landscape/GIZ, 2015.

A los tres meses de ejecutada la intervención, se realizaron muestreos de agua como de biodiversidad para evidenciar cambios en el ecosistema intervenido.

Se considera que esta modalidad puede ser ejecutada en un período de cuatro a cinco meses, sin embargo, requiere una alta participación y coordinación comunitaria para realizar las actividades de forma manual. Con la experiencia presentada se destaca que los resultados pueden verse al mes de haberse realizado el desazolve, ya que especies de camarón, cangrejo azul, cocodrilos van ampliando y utilizando el canal, por lo que con un mantenimiento y supervisión constante permiten recuperar el ecosistema y llevarlo a sus condiciones más cercanas del estado original.

✓ **Buenas Prácticas en la Implementación del Desazolve de Canales**

Con base en la experiencia presentada, así como en diferentes fuentes de información y observación, se puede establecer una serie de buenas prácticas en la implementación del desazolve de canales para la restauración del ecosistema de manglar, las cuales se sintetizan en:

- Es prioritario que el desazolve de canales sea una modalidad utilizada para el mantenimiento del flujo hídrico del ecosistema al verse éste obstaculizado y que ponga en riesgo el manglar, sin embargo, no excluye los esfuerzos que se deben hacer en la cuenca alta para prevenir, mitigar o reducir los efluentes y sedimentos que producen el azolvamiento en la cuenca baja.
- Dicha modalidad debe comprenderse y ajustarse desde el punto de vista de las comunidades locales beneficiarias del ecosistema de manglar, de tal forma que la intervención para la implementación del desazolve de canales pueda ser ejecutada retomando las actividades principales que son desarrolladas en la zona, así como las condiciones biofísicas históricas y actuales del ecosistema.
- Cabe mencionar que las principales actividades financiadas fueron de gestión del conocimiento, equipamiento y jornaleo, pero sin la participación e involucramiento de las comunidades aledañas al manglar no hubiera sido posible la intervención exitosa que se realizó, ya que el conocimiento, desempeño, organización local e interés son propios del liderazgo que puede alcanzar el territorio, y esto es lo que caracteriza el éxito o fracaso de un proyecto de dicha índole.
- A diferencia de pilotajes en el ecosistema terrestre, el desazolve de canales evidencia en corto plazo (de 1 a 3 meses) los beneficios de la intervención, por lo que la modalidad es un catalizador de motivación hacia las comunidades para que puedan comprender los servicios ecosistémicos que habían sido reducidos al interrumpirse el flujo hidrológico de la cuenca.
- Los principales criterios para establecer un proyecto de reforestación de manglar son: organización de la comunidad, selección del área, hidroperíodo (mareas), tipos de suelos, salinidad intersticial, épocas de sembrado, adecuación del sitio, selección de especie, obtención de los propágulos/semillas, y procedencia del propágulo.
- Esta técnica requiere una intervención de mediano plazo (dos intervenciones consecutivas en un período de tiempo).
- Se sugiere que el implementador documente cada una de las etapas realizadas para la establecer los costos reales de inversión para replicarlo en otras zonas de interés donde los criterios puedan ser aplicados.
- Se recomienda que se realicen obras de mantenimiento comunitario cada dos años para mientras las condiciones en la cuenca alta son gestionadas de forma estratégica con los actores.

B4. Reforestación con propágulos de mangle

Considerando que en muchas zonas costero-marinas se cuenta con nulo o poco financiamiento para equipamiento, es común encontrar experiencias de reforestación del ecosistema de manglar con propágulos o “semillas” de las especies de manglar que se encuentran en la zona, mientras que

en menor medida se pueden utilizar plántulas de un vivero transitorio o permanente destinado a la producción de especies de interés para la zona.

Tal como se indicó anteriormente, existen tres posibilidades para escoger la semilla de manglar con la que se puede realizar la reforestación, sin embargo, hay ciertas consideraciones *a priori* que debe investigar el implementador para escoger adecuadamente la procedencia de las semillas o plántulas con las que se reforestará el manglar. Se espera que un análisis exhaustivo por el implementador garantice que la mortalidad de los individuos utilizados en la reforestación sea la más baja posible²:

- *Verificar la existencia de un vivero forestal en la zona:* con ello se corrobora si existen individuos compatibles con la especie de interés que presente mayor tamaño y vigorosidad para ser trasplantados a las zonas más vulnerables (donde se observe que ha habido pérdida de cobertura forestal considerable).
- *Consultar si existen experiencias exitosas con la reproducción de especies provenientes de viveros y las técnicas empleadas:* al contar con esta información, se puede replicar las actividades que han sido más exitosas, tales como: la combinación de plántulas de mangle con la técnica de chinampas, reforestación directa en el manglar con propágulos de mangle o a través de individuos trasplantados, etc. Con esto se reduce el tiempo de transferencia tecnológica y se aprovecha el conocimiento local que puede ser replicado.
- *Verificar la tenencia de la tierra donde se realizará la actividad de reforestación:* se sugiere que la actividad se realice en inmuebles públicos o estatales, ya que la reforestación de un área privada podría generar disputas o conflictos sociales y no garantiza la sostenibilidad de las acciones.

¿Cómo se escoge la semilla para reforestar el manglar?

Las opciones para escoger la semilla o plántula para reforestar el manglar pueden ser:

1. *A través de la recolección del material vegetal de las especies de mangle que están en la zona*

Es bien sabido que la disponibilidad de semilla en los mangles adultos depende de la floración y fructificación de cada especie, donde estos procesos se desarrollan en diferentes temporadas del año, por lo que se recomienda que una vez se decida que se realizará a través de la recolección de las especies de mangle que están en la zona, es fundamental contar con una identificación clara del número de especies de mangle presentes y su distribución. Las especies de árboles y arbustos de mangle ocupan diferentes lugares en el bosque y esta ubicación dependiendo de la marea (cantidad de veces que se inunda el manglar y su duración de la inundación), la salinidad del suelo y el agua, y el tipo de suelos (que van desde los fangosos hasta los arenosos) (Tavera *et al*, 2014), con esta información es importante que el técnico que coordine la actividad tenga claro que la disponibilidad de la semilla está asociada a variables no controladas y que prepare un calendario de recolección junto con los comunitarios.



Fotografía 11. Recolección de propágulos de mangle. Crédito de fotografía: FUNDESUR, s.a.

² De acuerdo con la revisión bibliográfica y experiencias de la autora, ninguna experiencia en reforestación de manglar garantiza el 100% de sobrevivencia de los individuos.

Cabe destacar que en este escenario la mortalidad puede ser menor a la reforestación por vivero, ya que el propágulo aún no se ha fijado en el sustrato, por lo que estará en menor vigorosidad para resistir a las variables biológicas, químicas y físicas dentro de la zona en la que se reforestará y no solo estará basado por la especie con la que se reforeste.

De acuerdo con Tavera *et al.* (2014), es conveniente emplear semillas colectadas en campo si:

- El sitio de interés no está expuesto a niveles altos y periodos prolongados de inundación.
- La corriente derivada del flujo de la marea no es fuerte.
- No se cuenta con suficiente disponibilidad de semillas.
- No hay vegetación herbácea o arbórea que limiten la luz al nivel del suelo.
- Tiene un tiempo limitado (menos de un mes) para llevar a cabo las actividades de restauración de manglar.

Retomando los consejos de Tavera *et al.* (2014), para la recolecta de propágulos o semillas, se sugiere tomar en cuenta lo siguiente:

- Prefiera recolectar semillas de árboles de buen porte, rectos y sin evidencia alguna de enfermedad. Posiblemente los hijos se parecerán a su madre.
- Las semillas que aún no se han desarrollado (inmaduras) no tienen la capacidad de producir un árbol sano.
- Es menos probable que una semilla vieja germine con éxito. Por esta razón, evite las semillas arrugadas y prefiera las jóvenes y firmes.
- Seleccione las semillas de mayor tamaño; posiblemente tendrán más disponibilidad de alimento para el embrión durante la etapa de germinación.
- Evite recolectar semillas si están quebradas o presentan cicatrices. Si identifica hongos, mordeduras de cangrejo o perforaciones en las semillas, descártelas. Todas estas características muestran que el material vegetal no está en óptimas condiciones, lo que puede limitar un adecuado desarrollo de la plántula.

2. Utilizando plántulas colectadas en el bosque

Aunque es una práctica poco usada, las plántulas también pueden ser recolectadas en una zona del bosque de manglar que no se vea vulnerable o amenazado, sin embargo, tal como lo menciona Tavera *et al.* (2014), es apropiado utilizar plántulas colectadas en el bosque si:

- No hay disponibilidad de semillas, ya sea porque la época de fructificación ya ha pasado o está por iniciar y no se cuenta con propágulos para la colecta.
- Hay manglares cercanos; en buenas condiciones y que tienen buena capacidad de regeneración natural.
- Requiere plántulas de más de un (1) metro de altura, pues las sembrará en sitios con herbáceas abundantes y de rápido crecimiento.
- Tendrá el mayor cuidado en el proceso de remoción, transporte y resiembra de las plántulas, para evitar lesiones en la raíz o en cualquier estructura de la planta.
- Tiene poco tiempo para llevar a cabo la restauración del manglar deteriorado.

Adicionalmente a estas recomendaciones, es indispensable contar con la coordinación, permiso y acompañamiento permanente de la institución competente del país para las acciones de recolección dentro del área boscosa, ya que las zonas de recolecta deben ser previamente identificadas para evitar futuros impactos negativos en el ecosistema.

3. Utilizando plántulas de un vivero forestal³

³ Este documento no profundizará sobre la construcción y gestión de un vivero para plántulas de mangle.

Si fuese de interés trabajar con un vivero (de preferencia local), es importante corroborar la procedencia de los propágulos que están siendo utilizados, el porcentaje de mortalidad que existe y el distanciamiento sugerido de siembra de la especie, considerando que el técnico proporcionará la información sobre el sitio en el que se espera reforestar.

De acuerdo con Tavera *et al.* (2014), se sugiere utilizar semillas colectadas, germinadas y desarrolladas en vivero si:

- Hay especies herbáceas, de altura considerable (más de un (1) metro) que crecen de forma prolífica en el lugar de interés.
- La marea anega permanentemente el sitio y alcanza niveles superiores a cincuenta (50) centímetros.
- El lugar para la siembra es cercano al río o al estero y la marea corre con fuerza.
- Requiere tener disponibilidad constante de material vegetal.
- El agua se estanca y alcanza temperaturas superiores a la del ambiente.
- Los árboles de mangle del lugar tienen semillas muy pequeñas o son fácilmente arrastradas por el agua.
- Cuenta con tres o más meses para esperar la producción en vivero y la posterior siembra en campo, esto es en el caso que el vivero no cuente con disponibilidad de plántulas.



Fotografía 12. Plantones de *Rhizophora racemosa* y *Avicennia germinans* producidos en vivero, listos para trasladar a los sitios de siembra. Crédito de fotografía: CATHALAC, s.a.

Al igual que con otras modalidades presentadas en este documento, para iniciar el proceso de reforestación de manglar es necesario considerar y definir adecuadamente las zonas prioritarias a reforestar, se han retomado y ajustado los criterios de Real *et al.* (2014) para la reforestación en manglar:

- a. Revisar y analizar referencias del área en mapas satelitales, entrevistando a lugareños y acompañándolos a las áreas de su interés. Con ello también se permite intercambiar el conocimiento y se comprende en mejor forma la problemática que acontece al área.
- b. Considerar el hidroperíodo o tiempo de exposición de las mareas, así como de inundaciones temporales por época lluviosa u otras, de igual forma.

- c. Analizar la salinidad intersticial presente en cada sitio. Esto corresponde al control de agua en los sedimentos e influye en la zonación y el grado de desarrollo de los manglares. Cuando es muy elevada la salinidad provoca la disminución del desarrollo de los manglares y puede provocar su muerte. Las diferentes especies de mangles tienen su tolerancia al grado de salinidad, el “mangle negro”, *Avicennia germinans*, es el más tolerante a la salinidad, seguido por el “mangle rojo” *Rizophora mangle* y “mangle blanco” *Laguncularia racemosa*.
- d. Analizar el tipo de suelo para adecuar las especies de mangle que se esperan reforestar.
- e. Se recomienda conocer las especies que se sembrarán. Se sugiere utilizar especies únicamente nativas.
- f. Tomar en cuenta los meses de sembrado. Se recomienda sembrar las plántulas con una altura que rebase el nivel máximo de inundación a finales de la época seca.
- g. Identificar si existe competencia con especies vegetales terrestres en las zonas de interés a reforestar, de ser posible, eliminar las especies no pertenecientes al ecosistema.
- h. Conocer la disponibilidad de propágulos que se requiere y de donde poder obtenerlo. Recolectar propágulos de rodales o árboles madre con buen estado genético y no muy alejados del área a reforestar.

Experiencias complementarias sugieren que para la plantación directa se recomienda la siembra de las plántulas a una altura de 60 a 100 cm por arriba del suelo para evitar la herbívora por cangrejos (*Uca spp.*) y otros organismos. Algunas dificultades de la plantación directa con plántulas de ese tamaño es el incremento de los costos y la disponibilidad de la planta en el vivero (si existiese). Por otro lado, los propágulos y plántulas pueden llegar a ser infestados por larvas de insectos (escarabajos y taladradores) de las familias de los *Scarabaeidae* y *Scolitydae*. Se recomienda regar las plántulas de vivero con agua ligeramente salina, ya que existe un 9% de mortalidad por tales insectos, los cuales se presentan en suelos donde la influencia de aguas marinas es nula, por lo que se pueden considerarse oportunistas, favorecidos por las condiciones del vivero⁴.

✓ **Buenas Prácticas para la Reforestación de Mangle**

A lo largo del tiempo, las innumerables experiencias en reforestación de manglar han dejado buenas prácticas que pueden ser utilizadas para la recuperación de este ecosistema (tomado de MiAmbiente, s.a.):

- La Restauración Ecológica de Manglares se basa en la regeneración natural una vez restauradas las condiciones biofísicas; por lo tanto, en la mayoría de los casos no es necesario sembrar. Sin embargo, hay ocasiones en las que la siembra puede ser útil. A veces sembrar es inevitable debido a los compromisos existentes o su popularidad actual con las partes interesadas. En esos casos, los esfuerzos de siembra deben canalizarse de tal manera que se maximice su utilidad y evitar que fracasen o incluso resulten en daños al medio ambiente. Al mismo tiempo, se requiere el desarrollo de capacidades con respecto a la Restauración Ecológica de Manglares.
- En algunos casos, plantar puede ayudar o enriquecer el proceso de regeneración natural. Sin embargo, es necesario evitar reforestar en zonas que no son hábitat natural de manglar, así como las que demuestran reclutamiento natural.
- Asegurar que las condiciones biofísicas son apropiadas para la recuperación del manglar: Los manglares pueden haberse perdido o degradado a través de la conversión de la tierra para otros usos, debido a cambios en el suministro de agua dulce, pérdida de sedimentos u otras causas. A su vez, estos cambios pueden estar vinculados a desarrollos de infraestructura local u obras de ingeniería a lo largo de las costas y ríos. Por lo tanto, es posible que los manglares ya no pueden crecer donde solían hacerlo.

⁴ Caceros, E. 2020. 20 abr. 2020. Experiencia en manglares (teléfono). San Salvador, El Salvador.

- Asegurar que las condiciones socioeconómicas permitan la recuperación del manglar: Si inicialmente los manglares fueron removidos por personas lo mismo podría volver a ocurrir fácilmente después de la restauración. Para evitar que esto suceda, es necesario abordar las causas socioeconómicas subyacentes y donde sea posible desarrollar actividades económicas sostenibles que se vean beneficiadas por los valores y servicios restaurados del manglar y así fortalecer el argumento económico de la restauración. Es imperativo que se establezcan los derechos de propiedad y uso de la tierra y que exista, tanto voluntad para la recuperación, como la posibilidad de establecer una buena gestión. Los proyectos exitosos empoderan a las comunidades aledañas, involucran al gobierno local y aseguran que las acciones locales sean fortalecidas por las políticas y la planificación.

2.3.2. Restauración en Bosques

En el tema sobre “la definición de bosque”, lo primero que llama la atención es el hecho de que, a pesar de que existen muchas definiciones en diferentes lugares del mundo, hay definiciones, de carácter oficial e internacional, a la que muchos gobiernos nacionales, instituciones y otras organizaciones se refieren (ICF-MiAmbiente, 2016), sin embargo, no todas las definiciones abordan holísticamente la complejidad de las interacciones que ahí se encuentran.

Es por ello que, para los efectos de comprender la importancia ecológica que radica en el bosque, se ha retomado la definición más cercana establecida por Honduras en el 2016, la cual define que el bosque es una *“asociación natural o plantada de árboles (en cualquier etapa del ciclo natural de vida) la cual puede o no estar acompañada de arbustos u otros estratos, que cubre una superficie mínima de 1 hectárea y que es capaz de producir madera, otros productos forestales, bienes y servicios ecosistémicos para beneficio de la población y que ejercen influencia sobre el régimen de aguas, suelo, clima y proveen hábitat para la vida silvestre. La cobertura de copa de dicha asociación debe de ser mayor al 10% y los árboles deberán alcanzar una altura mínima de dos metros para manglares y cuatro metros para el resto de los ecosistemas. Asimismo, se considera bosque las superficies que temporalmente carecen de población forestal a consecuencia de la intervención humana o de causas naturales, pero con potenciales condiciones, características y vocación para convertirse en bosque”*. Cabe mencionar que se considera bosque, el vuelo forestal de todos los sistemas agroforestal y silvopastoriles establecidos, que cumplen con los requerimientos técnicos de la definición. Se considera bosque, todas las áreas bajo manejo forestal cubiertas de regeneración natural y/o plantaciones. Se considera bosque todas las franjas que se forman alrededor de los ríos la cuales se conocen como bosques de galerías. Estos bosques no se dimensionan por ningún mínimo ni máximo de ancho o longitud. No se incluye la tierra sometida a un uso predominantemente agrícola (cultivo de palma, banano y producción agropecuaria) o urbano (ICF-MiAmbiente, 2016).

A miras de este concepto, los bosques generan un número significativo de bienes y servicios ambientales para el hombre que requieren ser protegidos, rehabilitados y restaurados a su capacidad más cercana a la original, por lo que las técnicas de restauración no son estrictamente para zonas colindantes al mismo sino también para garantizar que características exógenas no se estén manifestando en pérdida del mismo ecosistema. El bosque puede ser categorizado de forma simplificada en dos formas:

- *Bosque primario*, es un bosque inalterado casi en su totalidad, por lo que sus condiciones se mantienen prístinas. Normalmente estos bosques no requieren manejo, y cuando lo requieren, solo las instituciones competentes pueden realizarlas, por lo que no serán incluidos como ejemplo en este documento.
- *Bosque secundario*, es un bosque alterado, ya sea por actividad antrópica como por eventos estocásticos adversos, tales como un incendio, erupción volcánica u otras de esta índole.

Dicho suceso ha transformado al bosque primario en secundario debido a que las especies vegetales ahí presentes han cambiado. Los diferentes estadios que puede presentar un bosque secundario son llamadas *sucesiones*⁵. En su mayoría, estos tipos de bosques son los que se encuentran en mayor estado de vulnerabilidad y requieren gestiones adicionales de manejo para su protección y conservación. Esta categoría será a la que se orientarán las técnicas de restauración de este documento.

De acuerdo con la Secretaria Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica (1997), el bosque secundario, en general, es parte de un sistema de uso de la tierra y debe ser ubicado en su justa dimensión dentro del manejo de las fincas o parcelas. Por una parte, está orientado en gran medida, a la recuperación de la fertilidad de los suelos y, por otra, ofrece una diversificación de los productos que se pueden obtener en forma de madera y otros distintos a la madera. Estos productos varían en gran medida con las costumbres y los patrones culturales de cada zona. Debe tenerse en cuenta que el bosque secundario debe formar parte integral de una estrategia de manejo de los recursos naturales donde se inserta entre las tierras en actual uso agropecuario y las tierras degradadas. En este sentido, el manejo del bosque secundario forma parte de un conjunto de fases sucesionales para recuperar por una parte las tierras de baja fertilidad, y, por otra parte, ofrecer la oportunidad de reforestar tierras degradadas a bajos costos usando la capacidad de recuperación natural del bosque.

Es común que la restauración en bosques es coordinada por las instituciones de ambiente, agricultura o forestal, sin embargo, existen bosques privados que pueden ser igualmente rehabilitados para mantener la conectividad en el paisaje y garantizar que los servicios ecosistémicos provistos sean conservados.

En las secciones posteriores se presentarán las técnicas más comunes en la región que pueden ser implementadas para bosques secundarios bajo tenencia privada, a su vez, algunos criterios para la implementación de las mismas.

A. Criterios para la implementación

Para implementar la restauración en bosques secundarios es necesario considerar los siguientes criterios. Cabe mencionar que pueden darse en cualquier orden y no son excluyentes:

- *Seleccionar el bosque y su tenencia legal:* para iniciar las acciones de restauración en un bosque secundario es necesario tener claros los límites del área del bosque de interés y su tenencia legal (pública, privada, etc.). La claridad de que el bosque y su unidad de manejo forestal de interés es parte de un inmueble y que cuenta con un título de propiedad, contrato de arrendamiento legalmente inscrito, o derecho de posesión legalmente reconocido permite que las acciones puedan ser planificadas vinculándolas en función de la sostenibilidad. En algunos países, para iniciar acciones de restauración en bosque secundario privado se requiere que el área donde se encuentra el bosque cuente con un plano debidamente catastrado y que éste no presente conflictos de tenencia.
- *Verificar la existencia de planes de manejo del bosque o planes territoriales:* es de gran ayuda para que un bosque secundario bajo tenencia privada pueda ser manejado debe establecer sus acciones en el marco de un plan territorial existente, plan de manejo o iniciar la preparación de la planificación esperada del bosque. Dicho plan de manejo debe ser preparado por un regente forestal, dasónomo, ingeniero forestal, extensionista u otro personal acreditado en el país para dicho fin. Cabe mencionar que el plan de manejo del bosque puede ser apoyado técnicamente por la institución rectora, siempre y cuando no

⁵ Para efectos de comprensión de las técnicas, no se utilizará la diferenciación de las sucesiones sino únicamente de las categorías de bosque, por lo que no se profundizará en ello en este documento.

se promueva el cambio de uso de suelo en el área. Con ello, el implementador puede incorporar sus acciones en los planes nacionales y aprovechar oportunidades de sinergia con proyectos medioambientales relacionados.

- *Comprender la función en la que se quiere mejorar el bosque:* tal como se ha mencionado, los bosques proveen distintos servicios y bienes ambientales para el ser humano, por lo que el implementador junto al manejador del mismo debe estar claro en cuál es la función a la que se desea mejorar. De esta manera, las acciones propuestas en el plan de manejo estarán mejor enlazadas y puedan ahorrarle al manejador del bosque inversión y tiempo en la ejecución de las acciones. Es decir, si el bosque está ubicado colindante a un río o nacimiento se podrá comprender que es un bosque ribereño, ripario o también llamado “bosque de galería”, el cual tiene por función proteger a los ríos, lo que influye en la calidad del agua, en el mantenimiento del ciclo hidrológico en las cuencas hidrográficas y evita el proceso de erosión de las márgenes y el azolvamiento del lecho de los ríos. Con dicha aclaración, el implementador o el manejador deben tener claras las funciones que esperan del bosque para asegurar que las técnicas que se realicen satisfagan lo esperado.
- *Comprender la iniciativa del manejador:* esto quiere decir que el implementador, el cual en muchas ocasiones presenta más experiencia y conocimientos técnicos debe estar claro sobre cuál es la motivación para las acciones que se pretenden realizar por parte del manejador, a su vez, hacerle conciencia de que el manejo de bosque secundario representa una opción rentable en el corto, mediano y largo plazo como mecanismo/incentivo para que se aumente su sostenibilidad (social, ambiental y económica) en el paisaje, y se perpetúen en el tiempo.

B. Técnicas de restauración para bosques

A continuación, se presentan las técnicas de restauración para bosques más utilizadas en la región: protección y conservación del bosque, regeneración natural, enriquecimiento o reforestación.

B1. Protección y conservación del bosque

Como se ha abordado en la sección anterior, para iniciar cualquier acción es necesario sentar las bases del territorio en el que se ejecutarán las acciones de restauración, por lo que la delimitación y protección del bosque es una etapa fundamental para que la gobernabilidad y participación de las acciones posteriores sean sostenibles a largo plazo y tengan validez legal.

En el caso de muchos países de la región, esta modalidad debe ser realizada en tres etapas: i) delimitación legal; ii) delimitación física; iii) y preparación del Plan de Manejo o Plan Maestro del Área. Las primeras dos etapas pueden implementarse simultáneamente, sin embargo, la última es un proceso de gestión que requiere de las primeras.

Es común que muchas Áreas Protegidas sean de competencia de medio ambiente o de agricultura u otra entidad autónoma del Estado, pero son comanejadas por entidades locales que tienen cierto interés en su conservación o incremento de cobertura boscosa para su aprovechamiento forestal, tal es el caso de las juntas o asociaciones administradoras de agua, municipalidades u otras organizaciones que velan por la gestión sostenible de los recursos naturales o forestales. Con ello se puede evidenciar la importancia de delimitar legalmente el área y transferirlo correspondientemente al usuario o entidad que ejecutará las intervenciones de restauración.

Como segunda etapa, es primordial la delimitación física del Área Protegida, esto se debe a que, si el bosque está en condiciones vulnerables, la delimitación física, ya sea con actividades de señalización, cercado, posteo, amojonamiento u otras que reduzcan la intervención antropogénica al área. Esta actividad de delimitación debe ser de conocimiento de los lugareños, de tal forma que quede clara la actividad de protección que se esté llevando a cabo.

En última instancia, se sugiere iniciar el proceso para la creación de un Plan de Manejo o Plan Maestro para el Área, ya que es un instrumento legal que regula las actividades que se pueden desarrollar y cuenta con la ventaja que las organizaciones comanejadoras pueden apalancar inversión adicional relacionada a la protección del bosque.

Debido a que cada país regulado que comprenderá un Plan Maestro o Plan de Manejo se sugieren las siguientes secciones:

- i. *Componente Descriptivo*: que incluya una descripción del marco biofísico, marco histórico, marco socioeconómico del Área, considerando la situación actual y tendencias para cada elemento. Dicho componente debe presentar la ubicación del Área, recursos que presenta el Área, amenazas y condicionantes, entre otros.
- ii. *Componente de Gestión*: que incluya la delimitación de los objetivos o elementos principales de conservación con base en las definiciones de manejo de humedales y zonificación (zonas núcleo, recursos prioritarios para protección, zonas de amortiguamiento y transición) y sus áreas protegidas cercanas que evidencian la conectividad en el paisaje, amenazas y conflictos, y usos de tierra permitidos según la zonificación correspondiente;
- iii. *Componente Operativo*: que incluya sus antecedentes de gestión ambiental como la gestión actual, ya sean de orden administrativo, de participación social y comunal, así como el programa de educación y concientización ambiental, programa de uso público, programa de investigación y reducción de amenazas incluyendo el cambio climático; este componente deberá incluir una estrategia clara para su implementación y financiación. Se recomienda considerar aquellos proyectos que se encuentran en gestión o implementación en el territorio.
- iv. *Componente Regulatorio*: que incluyan las normas o regulaciones internacionales y nacionales para la zona costero-marina y Áreas Protegidas, entre otras.
- v. *Componente de Monitoreo y Evaluación*: que detalle las acciones que se deberán llevar a cabo para garantizar la correcta implementación del Plan y en donde se definan las responsabilidades respectivas de los actores involucrados.

La propuesta del Plan puede ser ajustado según sean los requerimientos de cada institución competente, sin embargo, se espera que estas orientaciones puedan ser de ayuda para agilizar los procesos de preparación para la delimitación, legal, física y operativa del manglar, así como su consecuente protección.

Experiencia del Plan Maestro de la Reserva de Biosfera Maya *México, Belice y Guatemala*

La Selva Maya, compartida por México, Belice y Guatemala, representa uno de los sistemas ecológicos de mayor importancia a nivel global. Se le considera como el macizo continuo de bosque tropical húmedo y subhúmedo más extenso de Mesoamérica. Ocupa una superficie mayor a cuatro millones de hectáreas de áreas protegidas. Factores ecológicos y ambientales han favorecido que hoy en día se distribuyan en la Selva Maya más de 20 ecosistemas, entre ellos las selvas siempre verdes del Petén y las selvas secas al norte de la Península de Yucatán. Estos ecosistemas cumplen una importante función en términos de protección de agua y de conectividad paisajística. Sin embargo, la Selva Maya enfrenta grandes amenazas

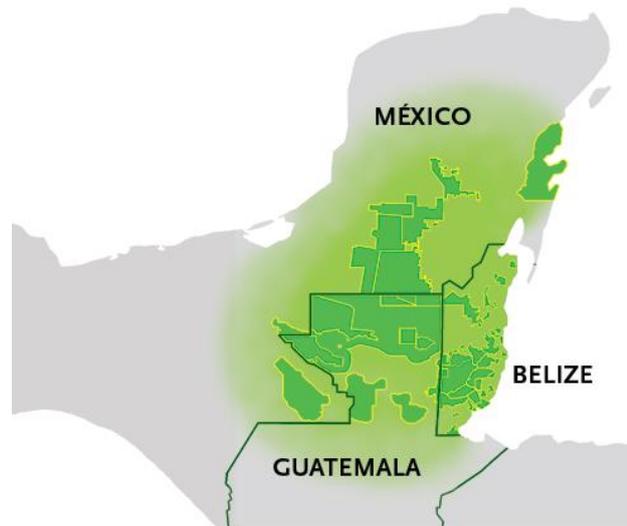


Figura 7. Ilustración de la Reserva de Biosfera Maya. Crédito de figura: Selva Maya, 2020.

que comprometen su viabilidad y funcionalidad a mediano y largo plazo. Estas amenazas se relacionan con incendios forestales, tala ilegal y tráfico ilegal de especies de flora y fauna en la mayor parte de la zona. También tienen un impacto importante la degradación y el cambio de uso de suelo, causados por las actividades agropecuarias y la aplicación de pesticidas. Por otro lado, las fronteras entre los tres países que comparten los recursos naturales de la Selva Maya acentúan el reto de implementar estrategias conjuntas de mitigación de estas amenazas (GIZ, 2020).

En abril de 1990 se crea, por medio del Decreto 5-90 del Congreso de la República, la Reserva Maya bajo la categoría de Reserva de la Biósfera, siendo conocida desde entonces como la Reserva de la Biósfera Maya (RBM), cuyo objetivo es garantizar a las generaciones presentes y futuras la permanencia de un patrimonio natural y cultural de importancia mundial, a través de la combinación de actividades de conservación y de uso de los recursos naturales y culturales, generando con ello beneficios socioeconómicos y ambientales para la sociedad guatemalteca. La actualización del Plan Maestro de la RBM tiene como fin el orientar las acciones de manejo identificando los elementos de conservación sobre los cuales se planifica, se analiza su viabilidad, se identifican sus amenazas y su situación, para luego formular objetivos, estrategias, programas de manejo y normatividad de manera concertada con los actores clave, basando su estructura en los Lineamientos para la Elaboración de Planes Maestros de Áreas Protegidas del Sistema de Áreas Protegidas de Guatemala (CONAP, 2015).

Reconociendo que uno de los desafíos centrales en la zona consiste en la protección y la conservación de la Selva Maya, a través del uso sustentable de sus recursos naturales a largo plazo, el Programa Selva Maya de la GIZ busca fortalecer una adecuada coordinación y cooperación trinacional, que permita consolidar la conservación de esta región transfronteriza (GIZ, 2020).

Para delimitar y proteger adecuadamente la Reserva de Biosfera Selva Maya, fue necesario iniciar un proceso de planificación para la segunda actualización del Plan Maestro debido a los grandes cambios que suceden en dicho territorio. Para ello se utilizó el método de Planificación para la Conservación de Áreas (PCA), en su versión más actualizada y aceptada globalmente, que son los Estándares Abiertos para la Práctica de la Conservación (EAPC). El proceso de actualización del Plan tuvo la participación de 366 personas y 95 instituciones de sectores diversos como gobierno, ONG's, sociedad civil, empresa privada, agencias de cooperación internacional, academia y municipalidades, lográndose una convocatoria promedio para todo el proceso cercano al 70%. El

plan se trabajó analizando la situación de la RBM en cuatro componentes: natural, cultural, económico-productivo y bienestar humano (CONAP, 2015).

Este plan propone, en síntesis, el rescate de la gobernabilidad de la RBM, por lo que debe ser la base para la formulación e implementación de los planes maestros que se formulen para cualquier unidad de conservación dentro de la RBM; el manejo para conservación de la diversidad biológica y los servicios ambientales que provee la Reserva, la focalización de la exploración y explotación petrolera en la ZAM, pero elevando los estándares ambientales, culturales y sociales de su manejo y la contribución al rescate del Parque Nacional Laguna del Tigre; la consolidación del proceso de concesiones forestales; el mejoramiento y ampliación de la oferta de servicios turísticos; la diversificación de productos procesados maderables y no maderables; la reconversión productiva y sostenible de la Zona de Amortiguamiento para que cumpla con su función de amortiguamiento y mejora de conectividad, así como la atención objetiva de las principales amenazas de la Reserva bajo un enfoque de paisaje, todo esto con el fin de contribuir al mejoramiento de la calidad de vida de los habitantes de la RBM y del Petén; y lograr así la conservación de tan extensa y espectacular Reserva para beneficio de los guatemaltecos (CONAP, 2015).

A miras del análisis del Plan Maestro, es interesante mencionar que dicho instrumento cuenta con 4 tomos debido a la extensa participación y evaluación que fue necesaria para dicho territorio, por lo que la secuenciación de los tomos fue la siguiente: los componentes de diagnóstico y consideraciones de manejo, que son las partes descriptiva y analítica del Plan, respectivamente, se presentan en el Tomo 1; el Componente Operativo, la División Administrativa y Normativa, y el Seguimiento y Evaluación comprenden el Tomo 2; en cambio, los Tomos 3 y 4 establecen la propuesta de manejo de la Zona de Amortiguamiento de la RBM.

Con dicha experiencia se puede dimensionar la necesidad de gestión requerida para los distintos niveles en que se puede encontrar un Área Protegida, ya sea que se encuentre independiente o se requiera conectarla a una Reserva de Biosfera, presentando éstas últimas un alto grado de gobernabilidad para su protección.

B2. Regeneración natural

La regeneración natural es el mejor proceso de formación de bosques, y como su nombre lo indica, permite el crecimiento natural del bosque sin intervención antropogénica. Dicha acción permite que la dispersión de las semillas en el bosque sea realizada de forma natural. Cuando un bosque maduro permite la reproducción de las especies vegetales autóctonas, está fomentando la regeneración. Para ello, tienen que habitar plantas adultas de todos los estratos del bosque (hierbas, arbustos, trepadoras y árboles), que formen flores, se polinicen, se fecunden y produzcan frutos con semillas viables. Estas semillas, a su vez, tienen que germinar, ocupar un lugar adecuado para crecer y llegar a ser adultas (Arba, s.a.).

Evans en el 2016 mencionó que aprovechar la capacidad natural del bosque para repararse y crecer de nuevo es esencial para los países que esperan alcanzar sus compromisos de restauración, considerandxo la escala necesaria para alcanzar las ambiciosas metas globales de restauración, los costos involucrados son exorbitantes: desde la compra de millones de plántulas hasta el pago de operarios para sembrarlas y cuidarlas. Sin embargo, existe una poderosa alternativa que es menos costosa y tan efectiva: la naturaleza misma.

Es así como la regeneración natural puede brindar beneficios económicos tanto directos como indirectos a los pobladores del bosque y las comunidades locales. Con políticas de apoyo y desarrollo de mercado, la regeneración natural puede mejorar, diversificar e incrementar la productividad a largo plazo de los sistemas agrícolas, incluyendo los sistemas silvopastoriles. Los

beneficios económicos de la regeneración natural pueden compensar los costos de oportunidad del uso agrícola previo en estas tierras (Chazdon *et al.* 2020).

Dourojeanni, (2016) indica que el costo de permitir la regeneración natural es mucho menor que el de la reforestación. Sin embargo, dependiendo de los factores mencionados en plazos de 5 a 10 años, la biomasa forestal de la regeneración natural puede almacenar tanto o más carbono que una plantación industrial de la misma edad, además de ser mucho más eficiente para regular flujos hídricos, conservar el suelo y permitir el desarrollo de la diversidad biológica.

La regeneración natural de los bosques tropicales está influenciada por factores ambientales como luz, agua, suelo y temperatura, factores bióticos y factores intrínsecos de la especie, como estructura de la población, abundancia, estrategias de crecimiento y patrones fenológicos; factores que en conjunto vienen a definir el éxito de la regeneración natural de una determinada especie (Silva, 1998; FAO, 2003).

Para llevar a cabo esta modalidad el único requisito indispensable es garantizar que haya una protección real del bosque de interés, con ello se están asegurando que los procesos ecosistémicos que ahí se realizan se desarrollen de la forma y tiempo que naturalmente son formados.

B3. Enriquecimiento o reforestación

De acuerdo con la Ley Forestal de Panamá (Ley 1 del 3 de febrero de 1994), la *reforestación* es la acción de poblar o repoblar con especies arbóreas o arbustivas, mediante plantación, regeneración manejada o siembra, cualquier tipo de terreno. También define una *plantación forestal* como una masa boscosa producto de la reforestación. Esta definición involucra la intervención de la gente, por lo que la reforestación es un proceso que requiere del compromiso por parte de la gente de realizar la actividad con diferentes fines (ACP, 2006).

De acuerdo con lo anterior, la ACP (2006) define en el sentido forestal puro que las reforestaciones pueden ser de dos tipos:

- *Productoras*: son aquellas conocidas también como comerciales, en donde se pretenden conseguir bienes directos como la madera, leña, resina, frutos u otros productos.
- *Protectoras*: son aquellas con las que se pretende conseguir beneficios indirectos derivados de la simple existencia de la vegetación. Para el caso que nos ocupa, las más importantes son las que pretenden reducir los riesgos de erosión del suelo y proteger los cuerpos de agua, pero también las que intentan reducir los riesgos de erosión eólica, y aumentar condiciones de desarrollo de la vida silvestre.

A continuación, se describe cómo realizar reforestación en bosques secundarios privados:

- a. *Identificación y evaluación de sitios*: para la determinación de los sitios potenciales para la reforestación se sugiere evaluar cuáles son las características del bosque y los servicios que actualmente presta, tales como protección a zonas de recarga hídrica, captura de carbono, bosque de anidación de animales, etc., esto servirá para comprender cuáles son las áreas necesarias para restaurar su conexión ecológica. A su vez, una precisión de las áreas determinará los costos de inversión para la reforestación. Se recomienda que la selección esté basada en las áreas donde después de haber pasado un año, las especies no han podido regenerarse por sí mismas, es ahí donde la regeneración asistida o reforestación sí aportará un valor fundamental para el bosque. Es importante también destacar que la ubicación de las zonas de reforestación pueden ser un elemento esencial para la sobrevivencia de las plantas, ya que las especies que se encuentran en el perímetro deberían de tener un crecimiento más rápido y ser más tolerantes a sequía que las especies que se encontrarán en el núcleo del bosque, por lo que el análisis de la composición del mosaico que rodea el bosque es un elemento fundamental para el éxito de la modalidad.
- b. *Búsqueda o preparación de plántulas*: una de las prácticas aconsejables es la incorporación de especies nativas maderables y no maderables, frutales (acorde al tipo de bosque), así como especies de uso múltiple que normalmente son encontradas en áreas de regeneración natural, algunas de ellas son utilizadas como forrajeras o fijadoras de nitrógeno, aportan leña, varas y son fuente de alimento para la fauna silvestre. de no solo con el objetivo de semejar la composición del bosque sino de promover el cultivo de estas especies. Adicionalmente a lo sugerido, también hay especies que pueden capturar mayor carbono, incrementar la sombra, proveer más protección a zonas vulnerables por el tipo de fuste, etc., por lo que el análisis de esta información es crucial para la permanencia del bosque en el tiempo⁶. Tomando en cuenta lo anterior, las especies deben ser consultadas siempre con el manejador o comunitarios que históricamente puedan aportar en la selección de especies más precisa para el área de interés, tomando en cuenta que si la especie es tolerante a las condiciones actuales su desarrollo no será tan lento como cuando se introduce una especie exótica al sistema. Para la búsqueda o preparación de plántulas

⁶ Lectura recomendada para comparar especies es la *Guía de Crecimiento y Sobrevivencia Temprana de 64 Especies de Árboles Nativos de Panamá y el Neotrópico* de Hall y Ashton, 2016.

se recomienda la lectura de la sección B4. *Reforestación con propágulos de mangle*, ya que ahí se desglosan las posibles alternativas para la recolección de semillas o plántulas.

- c. *Plantación*: tal como su nombre lo indica, la plantación es el momento fundamental de esta modalidad, sin embargo, esta se realiza bajo distintas etapas:
 1. *Ahoyado*: Se recomienda que los hoyos tengan por lo menos 25 centímetros de ancho y 30 centímetros de profundidad. Esta característica del hoyo ayuda a que la planta tenga un área de crecimiento radicular en los primeros meses, lo que permite un mejor aprovechamiento de nutrientes y absorción de agua. Cuando se realizan hoyos superficiales y cónicos, la planta tiene mayores problemas para desarrollar sus raíces en corto tiempo y se convierte en una planta menos resistente para soportar el primer período de verano, el cual es un período crítico. Cuando se realiza el ahoyado se debe tener el cuidado de separar la capa superficial del suelo para colocarla en el fondo del hoyo al momento de plantar. La capa superficial es la que tiene más nutrientes y debe colocarse cerca de las raíces para que puedan aprovechar rápidamente los nutrientes que contiene.
 2. *Limpieza*: Alrededor del hoyo donde se plantará, se debe realizar una limpieza al ras del suelo de un diámetro mínimo de 1 metro. El objetivo es disminuir la competencia de la maleza sobre las plántulas.
 3. *Plantación*: Al momento de la plantación se debe mezclar con materia orgánica (aproximadamente 25%) el sustrato extraído del hoyo y comenzar a llenarlo. Cuando se pueda introducir la plántula quedando la parte superior del pilón a ras del suelo se debe colocar la planta y llenar los espacios laterales con el sustrato, procurando que no queden bolsas de aire y que el sustrato quede bien compacto. La planta no debe permanecer hundido o bajo el nivel del suelo, sino al mismo nivel ya que podría ocurrir encharcamiento y posterior pudrición de la planta. Cuando las plantas estén en bolsa, debe retirarse la misma con mucho cuidado para evitar que el pilón del sustrato se deshaga; así mismo, si vienen en otro tipo de envases. Cuando las plántulas están a raíz desnuda es importante verificar que las raíces no queden dobladas. Antes de sembrar es importante verificar que al momento de plantar los hoyos no estén saturados de agua.

Las etapas anteriores pueden ser ampliadas dependiendo de las condiciones del bosque, sin embargo, los puntos cruciales para que esta modalidad pueda ser exitosa dependerá de la selección de especies y de la protección ante intervenciones antrópicas o actividades colindantes que puedan poner en riesgo el crecimiento de la planta. A los 2 años de establecida la reforestación, las plantas deberían de haberse establecido fijamente, aunque la tasa de mortalidad dependerá de los factores mencionados, así como la incidencia de luz, temperatura, pH del suelo, u otras variables fisicoquímicas que puedan no haberse contemplado inicialmente en la selección del área.

Experiencia de enriquecimiento de especies

Basado en el Modelo desarrollado por el Programa REDD CCAD GIZ / Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá: Período 2014-2015

Dicho modelo fue implementado en la República de Panamá, específicamente en la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá, la cual tiene una superficie aproximada de 343,517 ha. El área de intervención se encuentra localizada a 55 km de la ciudad de Panamá, en la Provincia de Panamá Oeste, distrito de Capira, en las comunidades de El Jagua, Cirí Grande y Las Gaitas.



Figura 8. Ubicación de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Crédito: GIZ/Programa REDD CCAD, 2015.

El primer paso, previo a la reforestación, fue la consulta y selección de los beneficiarios que estuvieran dispuestos a participar en este modelo demostrativo. Para esto se visitaron beneficiarios del Programa de Incentivos Económicos Ambientales (PIEA), ejecutado por ACP, considerando que estas personas han sido capacitadas previamente y tienen experiencia en el manejo de plantaciones.

Los matorrales son la etapa sucesional previa al establecimiento de un bosque secundario joven, lo cual en el territorio los propietarios de áreas con matorrales utilizan estas áreas para usos agropecuarios antes que lleguen a su etapa de bosque ya que una vez se convierten en bosque se requiere de la tramitación de permisos para su cambio de uso. Esta situación crea interés por mantener la cobertura vegetal del terreno justo por debajo del nivel de desarrollo donde ya es considerado bosque, ya que el propietario siente que su propiedad ya no generará beneficios económicos cuando se supere este umbral. Por esta razón, el enriquecimiento de matorrales con especies de valor comercial y de uso en la finca que puedan ser utilizadas en el mediano y largo plazo bajo sistemas de manejo que garanticen el manejo sostenible del área, genere ingresos, mejore la cobertura boscosa, provea los servicios ecosistémicos de infiltración, control de erosión, conservación de biodiversidad y fijación de carbono en la CHCP. La mayor parte de los matorrales en la CHCP se encuentran en propiedades de pequeños productores que poseen entre 3 y 10 ha de terreno disponibles para uso forestal. Esta situación conlleva a cambiar el esquema de desarrollo forestal tradicional de grandes extensiones y sustituirlo por el establecimiento de pequeñas plantaciones enriquecidas

Con el contexto anterior, para poder intervenir adecuadamente, se socializó el objetivo de la iniciativa piloto, los beneficios y los compromisos de las partes.

El objetivo principal de esta iniciativa piloto de enriquecimiento de áreas cubiertas con matorral con especies nativas valiosas y de uso múltiple en las fincas, apunta a fomentar el uso forestal sostenible de estas zonas, a través del manejo forestal de especies nativas de alto valor comercial que a futuro puedan ser aprovechadas por los propietarios para complementar sus ingresos económicos, además de mantener los servicios ecosistémicos y la biodiversidad de la zona.

Con los beneficiarios seleccionados, se delimitó el área del matorral escogida por el propietario y se inició la reforestación en la época lluviosa entre agosto y septiembre del 2014.

Para la selección de especies forestales, se consideraron los intereses y necesidades de cada propietario, por lo que se tomaron en cuenta los siguientes criterios:

- Uso de especies nativas del área.
- Disponibilidad de semillas o plántones al momento de ejecución del proyecto.
- Condiciones de sitio que aseguren una alta sobrevivencia y buen desarrollo de la especie.
- Experiencia en el manejo y conocimiento de necesidades de la especie.

Como insumo para la toma de decisiones por parte de los propietarios en cuanto a las especies a utilizar, se entregaron fichas dendrológicas con la información detallada de las especies nativas aptas para ese sitio. Dados los criterios de selección de especies, considerando la disponibilidad de plántones para la reforestación y conocidos los sitios, las especies que los propios propietarios escogieron fueron: amarillo (*Terminalia amazonia*), cocobolo (*Dalbergia retusa*), caoba (*Swietenia macrophylla*) y roble de sabana (*Tabebuia rosea*).

Para la implementación de esta técnica se realizaron las siguientes actividades:

- Limpieza inicial del terreno:* Antes de plantar los árboles se realizó una limpieza con machete al ras del suelo, procurando que, al momento del plantado, el plánton tuviera ventaja sobre la vegetación preexistente en el matorral. Esta limpieza se realizó en franjas específicas en el área de plantación tratando de no afectar el matorral adyacente.
- Densidad de la población:* El espaciamiento entre plántones fue de 6 x 3 m o 6 x 2 m, considerando si el propietario deseaba establecer un sistema agroforestal o forestal, respectivamente.
- Marcación:* Se utilizó una cuerda como guía, colocando una astilla o estación pequeño en el sitio donde se debería cavar el hoyo, con un espacio de 3 m entre cada astilla y a 1.5 m de cada lado del matorral.
- Ahoyado, plantado y fertilización:* El ahoyado se realizó con una pala coa, a una profundidad de 60 cm y con 50 cm de diámetro. La idea es remover el suelo para permitir un mayor desarrollo de raíces. Al momento de la plantación, se aplicó el fertilizante con un producto (polímero) de liberación lenta. Este producto no afecta a las raíces, aunque quede en contacto con ellas y contiene macro y micro-elementos. Se aplicaron 40 gramos por planta.
- Resiembra:* Es la reposición de todos aquellos plántones perdidos luego de establecida la plantación. Las pérdidas ocurridas en el verano son resembradas en la época lluviosa del siguiente año. Hasta la fecha la mortalidad ha sido baja y está pendiente la resiembra para la época lluviosa del año 2015. Algunos de los problemas enfrentados que produjeron pérdidas durante el primer año fueron la falta de experiencia en el manejo de matorrales, la liberación del matorral aéreo para el mayor paso de luz, hormigas arrieras y otros insectos.
- Mantenimiento de la plantación:* las cuales se realizaron bajo las siguientes etapas:
 - Limpiezas de mantenimiento:* el mantenimiento de despeje, o eliminación de hierbas o enredaderas alrededor de los plántones, se lleva a cabo de manera rutinaria. Durante el primer año del establecimiento se ha realizado una limpieza cada dos meses. Si las condiciones de suelo son favorables para el crecimiento de herbáceas y enredaderas, es probable que la limpieza se deba realizar de manera más frecuente.

2. *Encalado y fertilización:* con las primeras lluvias, se realizó una aplicación de calcio. Luego de un mes de realizada la aplicación de cal se procedió a la fertilización para promover el desarrollo inicial de los plántones.
 3. *Construcción de cercas:* En aquellas parcelas donde se tiene ganado se debe cercar para proteger el área enriquecida del daño de los animales. Algunos de los productores ya tenían el sitio cercado, los otros cercaron el polígono reforestado.
 4. *Control y prevención de plagas y enfermedades:* Durante los primeros años de la plantación se deberá evitar el ataque de plagas a los plántones. Normalmente no hay ataques o daños en estas especies. No obstante, en caso se requieran, se harán las aplicaciones de fitosanitarios permitidos por el Standard FSC (Forest Stewardship Council), certificado reconocido a nivel mundial para el manejo sostenible de los bosques.
- g. *Prácticas silviculturales futuras:* Son todas aquellas labores que se ejecutan para propiciar el desarrollo adecuado de la plantación y obtener una mejor calidad de madera considerando los propósitos de la plantación. Las recomendadas a los/as productores/as fueron:
1. *Deshije:* Se realiza cuando aparecen varios vástagos o ejes alrededor del eje principal de la planta. El deshije es la eliminación de todos los rebrotes en ejes secundarios para permitir el desarrollo de la planta principal. Los participantes han sido capacitados, de manera práctica, sobre la manera correcta de hacer el deshije y se les ha indicado cuando debe realizarse; para esto, se les ha proporcionado una tijera podadora a cada uno ser usada para esta actividad.
 2. *Podas:* Es la eliminación de las ramas bajas para que se fortalezca el eje o tronco principal. La eliminación oportuna de estas ramas hace que el árbol tenga un buen desarrollo y buena forma para la producción de madera. La poda es un tratamiento delicado ya que, si se realiza muy temprano y en forma muy drástica o excesiva la planta puede presentar atrasos en su desarrollo, por esta razón, deberán realizarse después del segundo año, bajo una evaluación periódica y asistencia técnica.
 3. *Raleos:* Es la eliminación de individuos plantados para dar espacio a los mejores árboles, que serán la cosecha futura de madera. El raleo deberá ocurrir a los cuatro o cinco años después de establecida la plantación. La realización de esta labor requiere de la asistencia de un técnico con experiencia en el comportamiento o desarrollo de estas especies en plantaciones comerciales.

Los equipos y materiales utilizados en el enriquecimiento de matorrales con especies forestales nativas se presentan en la tabla 3.

Tabla 3. Equipos y materiales utilizados en el enriquecimiento de matorrales con especies forestales nativas.

| Equipo, materiales e insumos | Unidad | Número de unidades/ha |
|------------------------------|-------------------------------|-----------------------|
| Calcio | 100 lb | 1.5 |
| Fertilizante - Osmocote | 100 lb | 1 |
| Insecticida | Kg | 1 |
| Plántones | Plantón | 833 |
| Estaquillas | Estaquilla | 833 |
| Herramientas y Equipo | machetes, limas, palacoa etc. | 1 |

Durante el año 2015 se elaboraron los planes de manejo individuales con los datos de los propietarios, el tamaño de las parcelas establecidas, las especies utilizadas y las actividades para el manejo de la plantación, con el objetivo de registrar estos proyectos ante el Ministerio de Ambiente. Esto permite que el propietario pueda manejar de manera sostenible los árboles y

aprovechar en el futuro los productos provenientes de este modelo de enriquecimiento forestal en matorrales con el respaldo legal requerido.

Figura 9. Ficha resumen de propietarios del proyecto *Enriquecimiento forestal con especies nativas en áreas con matorrales de la Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá.*

Propietario: Carlos Enrique Jiménez






| | | |
|--------------------------------|--|---|
| Superficie en hectáreas, ha | 0,877 | <p>El señor Carlos, tiene 49 años, orgulloso de todos los proyectos que ha emprendido con la ACP en el Programa de Incentivos Económicos Ambientales. Tiene una gran motivación, es un propietario que se ha incluido en el Programa de Conservación y Vigilancia de Bosque que generan un servicio ambiental. Le ha puesto mucho trabajo para que su reforestación en matorrales sea un ejemplo como sus otros proyectos. Es muy activo en su finca, realiza otras actividades lucrativas como el café, ganadería entre otros.</p> |
| % de pendientes del terreno | 5% | |
| Altitud sobre el nivel del mar | 246 msnm | |
| Localidad | Ciri Grande, Capira | |
| Coordenadas | 604939 - 971033 | |
| Distancia de plantado | 6 x 2 m | |
| Especies y cantidad plantada | Terminalia amazonia, 569 árboles Dalbergia retusa, 54 árboles | |
| Parcelas de monitoreo | 1-2 | |
| Fecha de plantado | 27 de agosto, 15 de octubre 2015 | |

Fuente: REDD CCAD GIZ, 2015.

Referencias

ACP. 2006. Manual de Reforestación: Cuenca Hidrográfica del Canal de Panamá. Volumen 1. Consultado 31 dic 2020. Disponible en <http://www.cich.org/publicaciones/03/manual-reforestacion-vol1.pdf>

Arba, s.a. La regeneración natural del bosque. Consultado 30 dic 2020. Disponible en <https://arba-s.org/la-regeneracion-natural-del-bosque/>

Afzal Chaudhry, M. Silim S. 2020. La agri-silvicultura en Uganda. FAO, Sitio Web. Consultado el 10.11.2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/n8595s/n8595s05.htm#:~:text=El%20origen%20del%20sistema%20taungya,con%20los%20campos%20de%20arroz.>

Azuz-Adeath, I. Rivera-Arriaga, E. 2009. Descripción de la dinámica poblacional en la zona costera mexicana durante el periodo 2000-2005 (en línea). Papeles de población, 15(62): 75-107. Sitio web. Consultado 27 mayo de 2020. Disponible en: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252009000400003&lng=es&tlng=es.](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1405-74252009000400003&lng=es&tlng=es)

Browning, D. 1975. El Salvador, la Tierra y el Hombre. 1 Ed. En Castellano, trad. De El Salvador Landscape and Society de Oxford University, 1971. San Salvador, 263p.

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 2020. Sistemas Silvopastoriles. Sitio web, consultado el 24 de julio de 2020. Disponible en: <https://www.catie.ac.cr/en-que-trabajamos/agroforesteria/agro-silvopastoriles>

Centro Nacional de Tecnología Agropecuaria y Forestal (CENTA). 2018. El Cultivo del Maíz (Zea mays). San Andrés, La Libertad, 35p.

Chazdon, R, Lindenmayer, D Crouzelles, R. Benayas, JM. Lazos, E, Guariguata, M. 2020. La regeneración natural del bosque en tierras abandonadas como estrategia de restauración. 10.17528/cifor/007621.

CIFOR. 2016. El potencial de la regeneración natural en la restauración de paisajes forestales. Consultado 20 oct 2020. Disponible en <https://forestsnews.cifor.org/47162/el-potencial-de-la-regeneracion-natural-en-la-restauracion-de-paisajes-forestales?fnl=>

CONAP. 2015. Plan Maestro de la Reserva de la Biósfera Maya. Segunda Actualización. Tomo 1. Guatemala. 316pp.

CONAP. 2015. Plan Maestro de la Reserva de la Biósfera Maya. Segunda Actualización. Tomo 2. Guatemala. 152pp.

CONAP. 2015. Plan Maestro de la Reserva de la Biósfera Maya, Tomo 3, Zona de Amortiguamiento. Guatemala. 284 pp.

CONAP. 2015. Plan Maestro de la Reserva de la Biósfera Maya, Tomo 4, Zona de Amortiguamiento Guatemala. 100pp.

Decreto 39952 de la República de Costa Rica. Estándares de Sostenibilidad para Manejo de Bosques Secundarios: Principios, Criterios e Indicadores, Código de Prácticas y Manual de Procedimientos y Derogatoria del Decreto N° 27998-Minae del 22 de junio de 1999. La Gaceta N° 215 del miércoles 9 de noviembre del 2016. 3p.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Programa Bosques y Agua. Elaborado por IICA El Salvador. 2018. Estudio de caso Microcuenca Jupula –El Salvador. Serie de materiales didácticos sobre experiencias de manejo sostenible de recursos naturales en tres microcuencas de la Región Trifinio., San Salvador, 38p.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Programa Bosques y Agua. 2017. Sistemas Agroforestales en el Trifinio, Resumen de la sistematización de las experiencias del Programa Bosques y Agua. San Salvador, 10p.

Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH. Programa REDD+ Landscape. 2016. Desazolve artesanal de canales y restauración ecológica de manglar en los canales Los Limones y El Naranjo en el Área Natural Protegida y sitio RAMSAR Complejo Barra de Santiago, en el departamento de Ahuachapán, El Salvador, Centroamérica. 15p.

Echeverría-Ávila, S. Pérez-Ceballos, R. Zaldívar-Jiménez, A. Canales-Delgado, J. Brito-Pérez, R. Merino-Ibarra, M. Volvides, A. 2019. Regeneración natural de sitios de manglar degradado en respuesta a la restauración hidrológica. DOI: 10.21829/myb.2019.2511754

Gamboa, L. y Criollo M.C. Forestería análoga y su rol en la recuperación de ecosistemas y el cambio climático. LEISA Revista Agroecológica. Vol. 27, No. 2. Sitio Web, consultado el 27.10.2020. Disponible en: <https://www.leisa-al.org/web/index.php/volumen-27-numero-2/1588-foresteria-analoga-y-su-rol-en-la-recuperacion-de-ecosistemas-y-el-cambio-climatico>

GIZ. 2020. Protección y uso sostenible de la Selva Maya. <https://www.giz.de/en/worldwide/37463.html>

IAFN-RIFA, Red Internacional de Forestería Análoga. 2020. Analog Forestry. Sitio web, consultado el 15.10.2020. Disponible en: <http://www.analogforestry.org/about-us/analog-forestry/?lang=es#:~:text=La%20forester%C3%ADa%20an%C3%A1loga%20es%20una,ecol%C3%B3gicamente%20estables%20y%20socioecon%C3%B3micamente%20productivos>.

ICF-MIAMBIENTE. 2016. Definición de Bosque. Consultado 29 dic 2020. Disponible: <http://sigmof.icf.gob.hn/downloads/Protocolo-1.-Definicion-de-Bosque.pdf>

Jiménez-Trujillo, J.A. y Sepúlveda López, C. sf. Sistemas silvopastoriles y buenas prácticas para la ganadería sostenible de Oaxaca. Alianza MexicoREDD+. The Nature Conservancy, y sus colaboradores, Rainforest Alliance, Woods Hole Research Center y Espacios Naturales y Desarrollo Sustentable. 39p.

Junta de Andalucía – AGREGA. Sf. Que es un Paisaje Agrario. Sitio web. Consultado 8 de junio de 2020. Disponible en: http://agrega.juntadeandalucia.es/repositorio/14072010/71/es-an_2010071411_9134310/ODE-9bac30bd-a26f-3157-a12d-d3c76c3f60f0/1_qu_es_un_paisaje_agrario.html

Lewis RR, Brown B. (2014) Rehabilitación Ecológica del Manglar. Manual de Campo para rehabilitadores. 275 p.

Ley de Áreas Naturales Protegidas n° 579. Diario Oficial. El Salvador. 15 feb. 2005.

Lutheran World Relief. 2020. Caja de Herramientas para cacao. Sitio web, consultado el 03 de septiembre de 2020. Disponible en: <http://www.cacaomovil.com/>

Mainardi, V. 1996. El Manglar de Terraba-Sierpe en Costa Rica. Informe técnico No. 284. CATIE. Proyecto Conservación para el Desarrollo Sostenible en América Central. Turrialba, Costa Rica.

Manglar. Proyecto Protección de Reservas y Sumideros de Carbono en los Manglares y Áreas en El Salvador Sistema agroforestal en granos básicos. Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN). San José, Costa Rica. 38p.

Martinez Vioria, F. 2020. Proceso de Henificación. InfoPastos y Forrajes. Com. Sitio web, consultado el 24 de julio de 2020. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/metodos-de-conservacion/proceso-de-henificacion/>

Martinez Vioria, F. 2020. Bancos Forrajeros. InfoPastos y Forrajes. Com. Sitio web, consultado el 24 de julio de 2020. Disponible en: <https://infopastosyforrajes.com/tipo-de-sistema-silvopastoril/bancos-forrajeros/>

Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General de Competitividad Agraria. 2011. Guía de Conservación de Forrajes. Lima, Peru. 19p.

MiAmbiente. s.a. Restauración de manglares: ¿sembrar o no sembrar? Consultado 28 dic 2020. Disponible en: <https://www.mangrovesforthefuture.org/assets/Repository/Documents/Mangrove-restoration-To-plant-or-not-to-plant-Spanish.pdf>

Mora, V. 2020. Pastoreo bajo plantaciones. Fondo Nacional de Financiamiento Forestal, FONAFIFO. San José C.R., 11p. Consultado 24 jul 2020. Disponible en: http://www.produccion-animal.com.ar/produccion_y_manejo_pasturas/manejo%20silvopastoril/40-pastoreo_bajo_plantaciones.pdf

Navarro Prado, M. y Mendoza Alonso, I. 2006. Cultivo del Cacao en Sistemas Agroforestales, Guía Técnica para Promotores. Programa para el Desarrollo Rural Sostenible en el Municipio El Castillo, Río San Juan, Nicaragua. 67p.

Navarro R, Blanés J, Drehwald U, Moscoso A, Torres A (2003) Zonas de Amortiguamiento como instrumento para el manejo de la biodiversidad en los bosques tropicales de la vertiente oriental andina. Pág. 11-34. En: Blanés, J., Navarro, R., Drehwald, U., Bustamante, T., Moscoso, A., Muñoz, F., Torres, A. (2003). Las Zonas de Amortiguamiento: un instrumento para el manejo de biodiversidad. El caso de Ecuador, Perú y Bolivia. Serie Foro (FLACSO (Organization), Sede Ecuador). Comunidad Europea. 1ª Edición

Nello, T.; Fonseca f.; Raes, L. Sanchún, A. Saborío, J y Chacón O. 2018. Guía técnica para la restauración

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, Oficina Regional de la FAO para América Latina y el Caribe. 2020. Producción pecuaria en América Latina y el Caribe. Sitio web. Consultado 8 de julio de 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/americas/prioridades/produccion-pecuaria/es/>

Organización de la Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2020. Sistemas Agroforestales. Sitio web. Consultado 8 de julio de 2020. Disponible en: <http://www.fao.org/3/ah647s/AH647S04.htm>

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. 2018. Caracterización de los Sistemas Agroforestales Kuxur Rum y Quesungual en el Corredor Seco de Guatemala y Honduras. Ciudad de Panamá, 49p.

PNUD y MiAmbiente. 2017. Guía de Buenas Prácticas para la Restauración de Áreas degradadas de Protegidas de Panamá. PNUD, Ciudad del Saber, Panamá. 64p.

PROCACAO. 2016. Infocacao: Establecimiento de sombra para plantaciones nuevas de cacao. Vol. No. 7, marzo de 2016. Atlántida, Honduras, 4p.

Programa Bosques y Agua/ GIZ- Plan Trifinio. 2014. Sistemas Agroforestales en El Trifinio. Experiencias y Aprendizajes con Productores en seis microcuencas. San Salvador, 80p.

Programa Bosques y Agua/ GIZ- Plan Trifinio. 2014. Elaboración de Bloques Nutricionales. Cartilla Técnica. 2p.

Programa Bosques y Agua/ GIZ-Plan Trifinio. 2014. Ganadería Amigable con el Ambiente en el Trifinio, Experiencias y Aprendizajes con Sistemas Silvopastoriles en Zonas de Ladera. San Salvador, 54p.

Programa REDD+ Landscape/GIZ. 2016. Informe 1: Desazolve artesanal de canales y restauración ecológica de manglar en los canales los Limones y El Naranjo, en el área natural protegida y el sitio RAMSAR complejo Barra de Santiago, en el Departamento de Ahuachapán, El Salvador. Centroamérica. 15p.

- Programa REDD+ Landscape/GIZ. 2014a. Nota técnica: Lecciones aprendidas para la planificación a nivel de paisaje. 14p.
- Programa REDD+ Landscape/GIZ. 2014b. Documento de Diseño de Proyecto (PDD). 157p.
- Reese, RD. s.a. Restauración Ecológica de los manglares en la Costa del Ecuador. Universidad San Francisco de Quito. 26p.
- Riveros Cañas, R. A. 2020. Caja de herramientas para promover el desarrollo de la ganadería sustentable 1a ed. CATIE, Turrialba, Costa Rica 46p.
- Rodríguez, JL. Puig, A. Leyva, CP. 2017. Caracterización estructural del bosque de galería de la Estación Experimental Agroforestal de Guisa. Rev. Cubana de Ciencias Forestales (CFORES), vol. 6(1):45-57.
- Secretaria Pro Tempore del Tratado de Cooperación Amazónica. 1997. Memorias del taller internacional sobre el estado actual y potencial del manejo y desarrollo del bosque secundario tropical en América Latina: Pucallpa, Perú, 2 al 6 de junio de 1997. 272p.
- Selva Maya. 2020. La Selva. Consultado 20 oct 2020. Disponible en <http://selvamaya.info/>
- Solarte Pabón. 2014. El agua como recurso estratégico en procesos de Ganadería Sostenible. Fundación CIPAV. 81p.
- Tavera, H. Rentería, E. Castaño, B. 2014. Recuperando el manglar. Fondo Patrimonio Natural, Fundación MarViva. Bogotá, 28p.
- Valle, A. Osorno-Arango, A. Gil-Agudelo, D. 2011. Estructura y regeneración del Bosque de Manglar de la Ciénaga de Cholón, Isla Barú, Parque Nacional Natural Corales del Rosario y San Bernardo, Caribe Colombiano. Bol. Invest. Mar. Cost. 40(1): 115-130.

