



Instituto Nacional de Bosques
Más bosques. Más vida

Instituto Nacional De Bosques –INAB–

“Conceptos Generales sobre Restauración del Paisaje Forestal, guía para su implementación en Guatemala”

Con el apoyo técnico y financiero de:



USAID
DEL PUEBLO DE LOS ESTADOS
UNIDOS DE AMÉRICA



Organización de las Naciones Unidas
para la Alimentación y la Agricultura

Serie técnica DT –012 (2017)

Guatemala, Abril 2017



Este material ha sido elaborado por
INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES
Programa Forestal Nacional

Con el apoyo técnico de
Dirección de manejo forestal
Dirección de desarrollo forestal
Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS)

Reproducido por



El documento de Conceptos Generales de Restauración del Paisaje Forestal: Guía para su implementación en Guatemala, es propiedad del Instituto Nacional de Bosques, INAB, Guatemala 2017.

Se prohíbe la reproducción parcial o total del documento, sin previa autorización del INAB.

Se sugiere citar este documento de la siguiente manera:

INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES (2017). Conceptos Generales de Restauración del Paisaje Forestal: Guía para su implementación en Guatemala. **Serie técnica DT -012 (2017)**. 158 PP.

Diseño e impresión:



3a. avenida 14-62, zona 1
PBX: (502) 2245-8888
www.serviprensa.com

Portada: Maite Sánchez
Diagramación: Elizabeth González
Revisión textos: Jaime Bran

Esta publicación fue impresa en junio de 2017.
La edición consta de 1,000 ejemplares en papel couché brillante 80 gramos.

Índice

Acrónimos	13
Introducción	15
Primera Sección	
¿Qué es restauración del paisaje forestal?	17
1.1 Definiciones y conceptos de restauración	17
1.2 Principios de la restauración	20
1.3 Enfoque territorial integrado	22
1.4 Objetivos de la restauración	23
1.5 Beneficios y Cobeneficios de la restauración	23
1.6 Abordaje de la restauración en las comunidades	26
1.6.1 Abordaje de la restauración comunitaria desde el enfoque de ordenamiento territorial	27
Segunda Sección	
Metodología para realizar el diagnóstico del área a restaurar	29
2.1 Diagnóstico del área: consideraciones generales (etapa de gabinete)	31
2.1.1 Paso 1: Selección del objetivo por el cual restaurar el paisaje	32
2.1.2 Paso 2: Evaluación de los factores clave de éxito para lograr la restauración	34
2.1.3 Paso 3: Identificación de estrategias para lograr la restauración	36
2.1.4 Diseño y elaboración del plan de restauración	38
2.2 Diagnóstico del área en campo	44
2.2.1 Área a restaurar	44
2.2.2 Clasificación del tipo de degradación del suelo	45



2.3	Clasificación del tipo de degradación del bosque	46
2.3.1	Bosques degradados	46
2.3.2	Inventario forestal	48
2.4.	Clasificación de los riesgos a desastres por las tierras degradadas	49
2.4.1	Fallas y deslizamientos	50
2.4.2	Sequías	50
2.4.3	Heladas	52
2.4.4	Incendios	53
2.4.5	Erosión	54
2.4.6	Inundaciones	55
2.4.7	Plagas y enfermedades	55

Tercera Sección

Acciones de campo previas a iniciar con las prácticas y sistemas de restauración 57

3.1	Prácticas de recuperación y/o conservación de suelo	59
3.1.1	Curvas a nivel	59
3.1.2	Terraza continua	59
3.1.3	Terraza individual	59
3.1.4	Barrera viva	60
3.1.5	Barrera muerta	60
3.1.6	Acequia	60
3.1.7	Pozos de absorción	60
3.1.8	Enmiendas al suelo para mejorar los procesos de restauración	61
3.2	Medidas de prevención contra riesgos	61

Cuarta Sección

Prácticas y sistemas de restauración en base a las categorías de la estrategia nacional de restauración del paisaje forestal 63

4.1	Objetivo de Protección	64
-----	------------------------	----



4.2.1	Categoría: Tierras Forestales de Protección	64
4.2.1.1	Bosque natural de protección	64
4.2.1.2	Categoría: Bosques riparios	68
4.2.1.3	Categoría: Áreas de Manglares	71
4.2	Objetivo de Producción	76
4.2.1	Categoría: Tierras Forestales de Producción	76
4.2.1.1	Bosque natural de producción	76
4.2.1.2	Plantaciones con fines industriales	81
4.2.1.3	Plantación energética	85
4.2.2	Categoría: Sistemas Agroforestales con cultivos anuales (SAF-A) y Sistemas Agroforestales con cultivos permanentes (SAF-P)	88
4.2.3	Categoría: Sistemas Silvopastoriles (SS)	94

Quinta Sección

Prácticas ancestrales y tradicionales de restauración	101
5.1 Descripción conceptual de las prácticas ancestrales	101
5.2 Formas tradicionales de ordenamiento territorial	102
5.3 Prácticas de conservación de suelos	102
5.4 Manejo de la regeneración natural	102
5.5 Recolección de semillas	103
5.6 Sistema de producción de plantas en viveros	104
5.6.1 Tratamiento de las semillas para la siembra (tratamientos pre-germinativos)	105
5.6.2 Sustrato para producir plantas forestales en vivero	105
5.6.3 Embolsado	106
5.6.4 Producción de planta	106
5.6.5 Labores culturales	107
5.6.6 Siembra	107
5.7 Establecimiento de plantaciones	108
5.7.1 Plantas nodrizas	108



5.8	Sistemas Agroforestales tradicionales	109
5.9	Sistemas agrosilvopastoriles	109
5.10	Manejo y aprovechamiento de árboles	110
5.11	Instituciones locales para el manejo y conservación de bosques comunales	111
5.12	Las normas comunales en la protección y conservación de bosques	111

Sexta Sección

Monitoreo, evaluación y aprendizaje de la restauración del paisaje forestal		113
6.1	Valor que agregan las etapas de monitoreo y evaluación al proceso de restauración	115
6.2	Antecedentes del monitoreo de la restauración en Latinoamérica y Guatemala	115
6.2.1	Etapas del monitoreo	116
6.2.2	Indicadores	117
6.3	¿Cómo se realiza el monitoreo?	120
6.3.1	Establecer los objetivos del monitoreo	120
6.3.2	Identificar las variables a monitorear	120
6.3.3	Establecer una meta	121
6.3.4	Plan de monitoreo y diseño de muestreo preliminar	121
6.3.5	Colectar los datos	122
6.3.6	Analizar los datos	122
6.3.7	Evaluar los resultados	122

Septima sección

Mecanismos financieros para la restauración del paisaje forestal		125
7.1	Importancia y justificación de los mecanismos financieros	125
7.2	El alcance de los mecanismos financieros	126
7.3	Organización de mercados por actores privados	127
7.4	Organización de mecanismos financieros voluntarios sin mercado por actores privados	127
7.5	Organización de mercados apoyada por el gobierno	128



7.6	Mecanismos financieros establecidos por el gobierno	128
7.7	Mecanismos financieros nacionales e instrumentos de política pública para la restauración	129
7.7.1	Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala –PROBOSQUE–	129
7.7.2	Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal –PINPEP–	131
Bibliografía		133
Anexos		139
Anexo 1. Relación entre los objetivos de la restauración y los tipos de bosques en Guatemala		139
1.	Diferencias entre tipos de bosques primario, bosque secundario, tierra forestal degradada y plantación forestal	140
A.	Bosque primario	140
B.	Bosque secundario	141
C.	Tierras forestales degradadas	141
D.	Plantación forestal o bosque plantado	141
Anexo 2. Prácticas de restauración		143
1.	Regeneración natural	143
1.1	Tratamientos silviculturales	143
2.	Enriquecimiento	144
2.1	Selección de especies	144
3.	Plantaciones forestales	145
3.1	Clasificación de plantaciones	146
3.2	Establecimiento de plantaciones forestales	147
4.	Aprovechamiento de bajo impacto	148
a)	Pre-aprovechamiento	148
b)	Aprovechamiento	148
c)	Post-aprovechamiento	148
5.	Saneamiento Forestal	148
5.1	Tratamiento contra descortezadores	149



5.2	Tratamiento contra plantas parásitas y epífitas	149
5.3	Tratamiento contra insectos defoliadores	149
5.4	Tratamiento contra el barrenador de brotes	150
6.	Mangle: Rehabilitación hidrológica	150
6.1	Prácticas de restauración de Manglar, por medio del establecimiento de plantas/propágulos	150
6.2	Establecimiento de mangle a partir del manejo de la regeneración natural	151
6.3	Siembra directa de propágulos	151
6.4	Restauración a partir de plantas de vivero	151
6.5	Replantación de diferentes especies de mangle	151
7.	Árboles perchas para aves dispersoras de semillas	152
7.1	Plantación dispersa de árboles	152
8.	Nucleación	152
Anexo 3. Guía de indicadores para diagnóstico del área a restaurar		153
Anexo 4. Bosques primarios, secundarios y degradación		158
Anexo 5. Comparación de los niveles de degradación de los bosques primario, secundario y plantaciones forestales		159
Anexo 6. Estructura Para El Plan De Restauración		160
1.	Resumen Ejecutivo	160
2.	Contexto General del área (paisaje)	160
3.	Objetivos y Oportunidades de Restauración	160
4.	Seguimiento y Evaluación del Proyecto de Restauración	160



Índice de figuras

Figura 1.	Proceso de restauración desde el paisaje degradado hasta el ecosistema original	19
Figura 2.	Fases mínimas a incluir en los procesos de restauración del paisaje forestal considerando los objetivos de conservación o producción y las principales funciones a rehabilitar	30
Figura 3.	Criterios a tomar en cuenta para la priorización de estrategias, considerando los niveles de urgencia y facilidad de ejecución	37
Figura 4.	Ventajas de un vivero forestal	104
Figura 5.	Sistemas de producción de plántulas forestales	104
Figura 6.	Siembra de plántulas forestales	107
Figura 7.	Cronograma de actividades para el establecimiento de plantaciones	108
Figura 8.	Marco referencial de un modelo de monitoreo y evaluación	114
Figura 9.	Etapas generales del monitoreo para proyectos de restauración del paisaje forestal	116
Figura 10.	Etapas del monitoreo orientado a evaluar la efectividad de las acciones de restauración del paisaje	117
Figura 11.	Diseños de tres métodos de enriquecimiento y sus características	145
Figura 12.	Esquema de las transiciones de degradación desde el bosque primario, bosque secundario y plantaciones	158



Índice de cuadros

Cuadro 1.	Categorización de algunos beneficios que genera la restauración de tierras forestales degradadas.	24
Cuadro 2.	Cobeneficios de la restauración y ejemplos.	24
Cuadro 3.	Etapas y actividades genéricas del ordenamiento territorial	27
Cuadro 5.	Formato para el diagnóstico de la presencia / ausencia de los factores clave de éxito para la restauración en un sitio	35
Cuadro 6.	Campos a ajustar en el dispositivo GPS para convertir coordenadas UTM a GTM	39
Cuadro 7.	Prácticas de conservación de suelos según el tipo de tratamiento general que se desee proporcionar a un área	43
Cuadro 8.	Clasificación de la degradación del suelo en base a su magnitud	45
Cuadro 9.	Características de las categorías de disturbio de tierras forestales	47
Cuadro 10.	Zonas de vida de Guatemala (extensión, porcentaje relativo y clasificación general como tipo de bosque)	48
Cuadro 11.	Acciones y prácticas de restauración según los niveles de degradación, para el objetivo de protección de bosques nativos y bosques riparios	66
Cuadro 12.	Cantidad mínima de especies arbóreas requeridas por los incentivos forestales probosque	67
Cuadro 13.	Rangos de densidades de especies arbóreas recomendadas según el nivel de degradación del bosque	67
Cuadro 14.	Rangos flexibles de densidad en comparación con las densidades requeridas por PROBOSQUE según las prácticas de restauración	68
Cuadro 15.	Características e indicadores de los manglares según su nivel de degradación	73
Cuadro 16.	Acciones y prácticas de restauración para los bosques manglares según el nivel de degradación	74
Cuadro 17.	Número de muestras de agua a tomar según el área a muestrear para determinar la salinidad intersticial.	75



Cuadro 18.	Densidad de siembra del mangle con sus correspondientes distanciamientos implementados en proyectos de tres países	75
Cuadro 19.	Rangos de tolerancia máxima y mínima de salinidad (EN UPS) para cuatro especies de mangle	76
Cuadro 20.	Acciones y prácticas de restauración para bosques naturales (de producción, secundarios y degradados) basado en técnicas de Manejo Forestal Sostenible, según sus niveles de degradación	79
Cuadro 21.	Acciones y prácticas de restauración para plantaciones industriales y energéticas según el nivel de degradación	83
Cuadro 22.	Especies recomendadas por INAB para plantaciones industriales.	84
Cuadro 23.	Acciones y prácticas de restauración para los Sistemas Agroforestales (SAF) con cultivos anuales o cultivos permanentes, según el nivel de degradación.	90
Cuadro 24.	Acciones y prácticas de restauración para los Sistemas Silvopastoriles (SS) según el nivel de degradación	97
Cuadro 25.	Especies de alto valor y densidades de complementación según tres regiones climáticas de Guatemala	99
Cuadro 26.	Impactos en la restauración del paisaje forestal según la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala –ENRPF– y sus correspondientes indicadores	119
Cuadro 27.	Extensión y porcentaje relativo en la república de Guatemala de los tipos de bosque	139
Cuadro 28.	Ventajas y desventajas de los sistemas de producción de plántulas	147
Cuadro 29.	Indicadores geofísicos propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal	153
Cuadro 30.	Indicadores ambientales propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal	154
Cuadro 31.	Indicadores sociales propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal	155
Cuadro 32.	Indicadores económicos propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal	157
Cuadro 33.	Comparación entre el nivel de degradación y el tipo de bosque	159



Acrónimos

CECON	Centro de Estudios Conservacionistas de la Universidad de San Carlos de Guatemala
CONAP	Consejo Nacional de Áreas Protegidas
ENRPF	Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala
FAO	Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura
FAUSAC	Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala
GEI	Gases Efecto de Invernadero
GIMBUT	Grupo Interinstitucional de Monitoreo de Bosques y Uso de la Tierra
GPFLR	Alianza Mundial para la Restauración del Paisaje Forestal (por sus siglas en inglés)
ICC	Instituto Privado de Investigación sobre Cambio Climático
INAB	Instituto Nacional de Bosques
MAGA	Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación
MARN	Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
MEM	Ministerio de Energía y Minas
PFN	Programa Forestal Nacional
PINFOR	Programa de Incentivos Forestales
PINPEP	Programa de Incentivos para Pequeños Poseedores de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal
POT	Plan de Ordenamiento Territorial
PPM	Parcelas Permanentes de Medición Forestal
PROBOSQUE	Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala
ROAM	Metodología de Evaluación de Oportunidades de Restauración
SAF	Sistema Agroforestal
SEGEPLAN	Secretaría de Planificación y Programación de la Presidencia
SER	Sociedad para la Restauración Ecológica
SS	Sistema Silvopastoril
RNF	Registro Nacional Forestal
RPF	Restauración del Paisaje Forestal
UICN	Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza
USFS	Servicio Forestal de Estados Unidos (por sus siglas en inglés)
WRI	Instituto Mundial de Recursos (por sus siglas en inglés)
WWF	Fondo Mundial para la Naturaleza (World Wildlife Fund, por sus siglas en inglés)



Introducción

Guatemala a través de las instituciones relacionadas con los recursos naturales ha desarrollado e implementado instrumentos de política forestal dentro y fuera de áreas protegidas. Uno de ellos es la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal (ENRPF), instrumento de política pública elaborado para la rehabilitación de tierras forestales que han sido degradadas, entendida la restauración del paisaje forestal como el proceso orientado a recuperar, mantener y optimizar la diversidad biológica y el flujo de bienes y servicios ecosistémicos para el desarrollo, ajustado al sistema de valores y creencias locales e implementadas con un enfoque intersectorial (Mesa de Restauración Forestal 2015).

A través de la ENRPF se determinó que a nivel nacional se cuenta con un potencial de restauración de 3.9 millones de hectáreas distribuidas en ocho categorías, las cuales son: bosques riparios (galería), áreas de manglares, tierras forestales de protección, tierras forestales de producción, agroforestería con cultivos permanentes, agroforestería con cultivos anuales, sistemas silvopastoriles y áreas protegidas, las cuales fueron determinadas a través de la elaboración del mapa de áreas potenciales para la restauración del paisaje forestal de la República de Guatemala (Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal, 2015).

El presente documento es un aporte inicial que busca ampliar la visión de aquellas personas interesadas en implementar procesos de restauración del paisaje forestal, bajo dos objetivos principales: conservación de los ecosistemas (protección) y rehabilitación de la capacidad productiva de las tierras (producción). El público meta son los técnicos institucionales y municipales en temas forestales y/o agroforestales, regentes forestales y propietarios de bosques.

El contenido se integra en siete secciones: 1) ¿Qué es restauración del paisaje forestal?; 2) Metodología para el diagnóstico del área a restaurar; 3) Acciones de campo previas a iniciar con las prácticas y sistemas de restauración; 4) Prácticas y sistemas de restauración en base a las categorías de la estrategia nacional de restauración del paisaje forestal; 5) Prácticas ancestrales y tradicionales de restauración; 6) Monitoreo, evaluación y aprendizaje de la restauración del paisaje forestal y 7) Mecanismos financieros para la restauración del paisaje forestal, que constituye una introducción a la importancia de conocer los mecanismos nacionales, como los Programas de Incentivos Forestales (PROBOSQUE y PINPEP) e internacionales, como el Pago por servicios ecosistémicos, certificados de carbono, diversidad biológica, etc.

Esperamos que éste documento oriente al lector para fortalecer el conocimiento y las competencias en los proyectos de restauración, que sean desarrollados dentro del territorio nacional bajo el marco de la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal –ENRPF–.



Primera Sección:

¿Qué es restauración del paisaje forestal?

1.1 Definiciones y conceptos de restauración

La restauración es un concepto amplio, que de acuerdo a la Real Academia de la Lengua Española tiene mayor relación con la arquitectura, pues sus definiciones están orientadas hacia esa disciplina y la recuperación de obras de arte. Verbos relacionados a “restaurar” son: recuperar, rehabilitar, mejorar, reponer, restituir, devolver y regenerar entre otros.

De una manera amplia, se puede indicar que la restauración a la que se refiere este documento, es la “restauración de ecosistemas”, como una obra de la naturaleza que merece ser restaurada. Por tanto, restauración es un concepto integral que propicia tomar en consideración todos los aspectos de la naturaleza (INAB/FAO, 2016), aplicados por medio de la ecología.

Dicho de otra forma, la restauración consiste en recuperar bosques degradados, tomando como reto aplicar los principios ecológicos al conocimiento práctico que se conoce acerca del crecimiento de la vegetación.

Para fines de comprensión en el presente documento, es importante hacer mención que la restauración de ecosistemas tiene varios enfoques de cómo abordarse, los cuales están en función de los objetivos para los que se va a realizar el proceso. Los enfoques más aplicados son restauración ecológica y restauración de paisaje forestal.

a) La restauración ecológica: “es el proceso de ayudar a la recuperación de un ecosistema que ha sido degradado, dañado o destruido” (Society for Ecological Restoration, 2004). Esta recuperación se puede lograr a través de una acción intencional del ser humano, que simula la recuperación natural de un entorno y que va en la vía de alcanzar el ecosiste-

ma original¹. El objetivo es restablecer la estructura (diversidad, interacciones intra e inter específicas, niveles tróficos, etc.) y la funcionalidad que está relacionada con los bienes y servicios ecosistémicos.

Por otra parte puede restaurarse de manera pasiva, mediante la sucesión ecológica secundaria (United States Forest Service, 2006); con este método, el tiempo de recuperación del ecosistema es mayor, en tanto que las acciones de restauración ecológica pueden disminuirlo notoriamente. Los procesos de degradación deben ser frenados para lograr los objetivos de restauración. Cuando el disturbio es severo, la sucesión ecológica puede desviarse o detenerse, necesitando en estos casos con mayor urgencia la intervención a través de la restauración ecológica, procurando recuperar al máximo la estructura y función original (Martínez; Ramos y García-Orth, 2007).

b) La restauración del paisaje forestal –RPF–, de acuerdo a Maginnis y Jackson (2002), es “un proceso planificado que pretende recuperar la integridad ecológica y mejorar el bienestar humano en paisajes forestales que han sido deforestados o degradados”. En el enfoque de la RPF, un paisaje significa un territorio en particular con límites administrativos, tales como un departamento o un municipio; o límites biofísicos como una cuenca hidrográfica, subcuenca o microcuenca.

El objetivo de la restauración no se limita a recrear el pasado sino más bien mantener abiertas las opciones futuras, tanto para el bienestar humano como para la

¹ Se considerará al ecosistema original como aquel que existía antes de que fuera degradado dañado o destruido.



funcionalidad del ecosistema. Un eje fundamental de la RPF es la adaptabilidad, y por extensión, el manejo adaptativo; además toma en cuenta el conocimiento ecológico, las políticas públicas y el ordenamiento territorial.

En la Figura 1 se muestra un esquema donde se plantea la restauración activa, la cual se considera como una actividad intencional que interrumpe los procesos responsables de la degradación, disminuye las barreras bióticas y abióticas que impiden la recuperación del ecosistema, lo cual acelera los procesos de sucesión ecológica (Murcia y Guariguata, 2014).

Los procesos de restauración activa están principalmente asociados a tres conceptos: recuperación, rehabilitación y restauración (Machlis, 1993; Lamb y Gilmour, 2003), que están relacionados con el grado de estructura y función que alcance con el proceso de intervención.

- **Recuperación**, se entiende como recobrar la productividad en un sitio degradado utilizando principalmente especies diferentes a las presentes antes del disturbio. En algunos casos se establecen monocultivos o la combinación de un grupo muy reducido de especies. La diversidad biológica original no se recupera, pero la función de protección y muchos de los servicios ecológicos pueden ser restablecidos. Permite tener un ecosistema con una serie de atributos ecológicos que refuerza las interacciones con los ecosistemas circundantes.
- **Rehabilitación**, es el restablecimiento de la productividad y la presencia de un grupo de especies vegetales que originalmente estaban presentes, priorizando aquellas nativas. Por razones ecológicas o económicas, el nuevo bosque puede incluir especies que no estaban originalmente presentes. Con el tiempo, la función de protección del bosque y los servicios ecológicos pueden ser restablecidos. (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016).

- **Restauración**, es el restablecimiento de la estructura, la productividad y la diversidad de las especies originalmente presentes en el bosque. Con el tiempo, los procesos ecológicos y las funciones coincidirán con las del bosque original; teniendo mayor aplicación en las áreas propiamente de conservación. La restauración debe promover los ecosistemas resistentes y resilientes, capaces de proporcionar beneficios ecosistémicos para los seres vivos. (USFS, 2017). La restauración pasiva desarrolla un papel importante en los procesos de recuperación de tierras no habitadas pero igualmente alteradas. De acuerdo con el Servicio Forestal de los Estados Unidos, la restauración es el manejo ya sea activo o pasivo de un ecosistema o hábitat de acuerdo a su estructura original, completación natural de las especies y las funciones naturales o procesos ecológicos. (Cohesive Strategy, 2000).

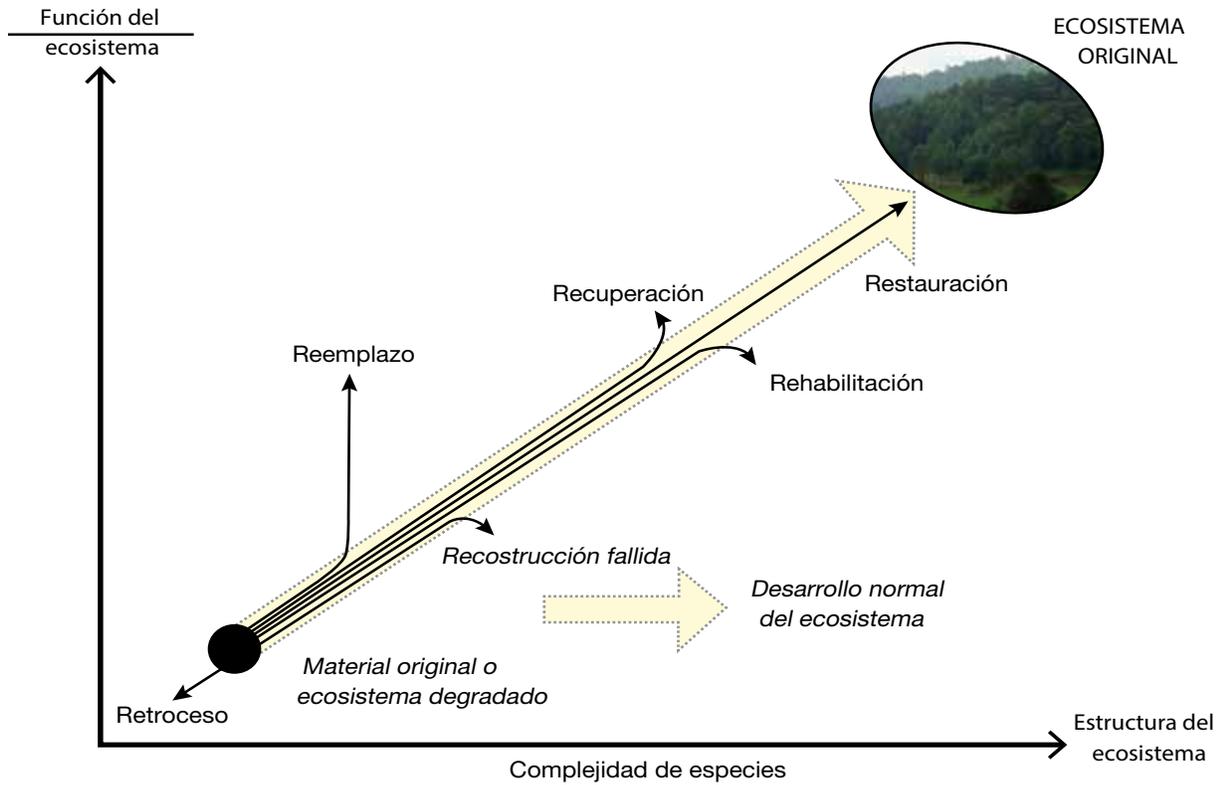
Así mismo, la restauración pasiva permite el proceso natural de retornar a la cuenca original, deteniendo aquellas actividades que causan degradación o previendo la recuperación (United States Forest Service, 2011).

Para Guatemala el concepto de restauración fue definido en la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal (ENRPF) como el proceso orientado a recuperar, mantener y optimizar la diversidad biológica y el flujo de bienes y servicios ecosistémicos para el desarrollo, ajustado al sistema de valores y creencias locales implementadas con un enfoque intersectorial” (Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2015).

El concepto de “novel ecosystems” es importante conocerlo ya que la mayoría de los procesos de restauración dan como resultado un nuevo ecosistema, muy diferente al ecosistema de referencia, pero que cumple con las funciones ecosistémicas (bienes y servicios) que se espararía obtener al restaurar cierta área (Morse, 2014)



Figura 1. Proceso de restauración desde el paisaje degradado hasta el ecosistema original



Fuente: (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016)



1. Establecimiento. Noviembre 2015



2. Visita de Seguimiento. Marzo 2016



3. Visita de Seguimiento. Marzo 2016

Fuente: FAO. Oscar Valenzuela.

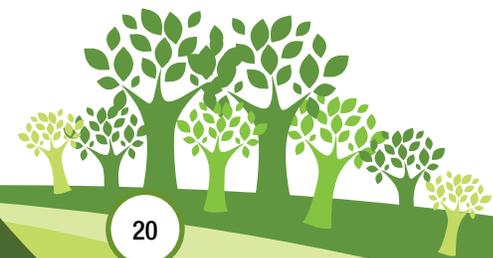
Proceso de restauración planificado en el municipio de Poptún, Petén, usando el sistema agroforestal ALIRAMON, que optimiza la diversidad biológica y el flujo de bienes y servicios ecosistémicos, demostrando los beneficios sociales, económicos y ambientales de la restauración. Inicialmente el productor sembraba maíz en monocultivo (fotografía 1); después de un proceso de capacitación, optó por implementar una práctica de restauración productiva integrando alimentos y una especie forestal, entre ellas banano, yuca, chaya y ramón (*Brosimum alicastrum*) (Fotografía 2 y 3).



1.2 Principios de la restauración

La restauración del paisaje forestal integra una variedad de principios guía que incluyen:

- Ecología en los procesos de restauración:** se deben de considerar las bases ecológicas para los procesos de restauración, con el objetivo de entender el estado actual del sitio, procurando obtener mejores bienes y servicios ambientales de una manera sostenible; para esto se debe considerar la relación histórica y actual entre el sistema natural y el sistema socioeconómico del paisaje a restaurar, es decir, el conocimiento del ecosistema antes y después de disturbio, el grado de alteración hidrológica, la geomorfología y los suelos, las causas por las cuales se generó el daño, la estructura, composición y funcionamiento preexistente, las condiciones ambientales regionales, entre otros (Vargas O. , 2007).
- Enfoque de paisajes.** Considerar y restaurar paisajes enteros y no sitios individuales. Esto normalmente involucra el balance de un mosaico de usos interdependientes de la tierra en un paisaje, tales como áreas forestales protegidas, corredores ecológicos, bosques en regeneración, sistemas agroforestales, agricultura, plantaciones bien gestionadas y franjas ribereñas para proteger las vías fluviales, así como restauración dentro de los cuerpos de agua por sí mismos. Siempre que se hable de paisaje en el presente documento, se estará hablando de un nivel más amplio que el tamaño de una parcela.
- Restaurar la funcionalidad.** Restaurar la funcionalidad del paisaje y mejorarla para que se convierta en un hábitat rico, que prevenga los procesos de erosión, las inundaciones y otros riesgos a desastres por las tierras forestales degradadas, así como resistir el impacto del cambio climático y otras alteraciones. Al restaurar la funcionalidad de tierras forestales degradadas, se restablece la funcionalidad, es decir, los bienes, servicios y procesos ecológicos que los bosques pueden proporcionar. Esto puede lograrse de diversas maneras y una de ellas es restaurar el paisaje a la vegetación “original”, aunque pueden implementarse otras estrategias. El enfoque es en restaurar la funcionalidad del bosque, que son los bienes, servicios y los procesos ecológicos que ellos pueden proveer en el nivel más amplio del paisaje.
- Tener en cuenta los beneficios múltiples.** Procurar generar un conjunto de bienes y servicios ecosistémicos al incrementar la cubierta forestal en el paisaje de manera inteligente y adecuada. En algunos sitios, los árboles pueden añadirse a zonas agrícolas con el fin de mejorar la producción alimentaria, reducir la erosión, brindar sombra y producir leña; en otros casos, la cobertura arbórea puede establecerse para crear un bosque de dosel cerrado capaz de secuestrar grandes cantidades de carbono, proteger los suministros de agua cuenca abajo y generar un hábitat rico para la vida silvestre.
- Aprovechar un conjunto de estrategias.** Considerar una gama amplia de estrategias técnicas viables para restaurar árboles en el paisaje, que van desde la regeneración natural hasta la siembra de árboles.
- Involucramiento de participantes (actores locales).** Involucrar activamente a los actores locales en las decisiones con respecto a los objetivos de restauración, métodos de implementación y concesiones. Es importante que el proceso de restauración respete los derechos a la tierra y a los recursos y que esté alineado con las prácticas de gestión de la tierra, generando beneficios concretos. Un proceso bien diseñado se beneficiará de la participación activa de los actores locales.
- Procesos de gobernanza:** Determinar las barreras que impiden la participación de los actores locales en las actividades de restauración, analizando los procesos en la toma de decisiones de la comunidad y facilitando la participación de los grupos interesados; lo cual puede hacerse robusteciendo a las organizaciones comunitarias, administraciones locales, orga-



nizaciones de productores forestales y empresas, las cuales y conjuntamente con las instituciones a nivel local/nacional deberán proporcionar estructuras de gobernanza adecuadas, fomentando la participación equitativa de los interesados y brindar el apoyo técnico y financiero necesario. (FAO, 2015)

- **Adaptarse a las condiciones locales.** Adaptar las estrategias de restauración a los contextos sociales, económicos y ecológicos. No existe una estrategia genérica.

- **Evitar que se siga reduciendo la cobertura forestal.** Abordar la pérdida y la conversión de bosques naturales primarios y secundarios.
- **Gestión adaptativa.** Estar preparados para ajustar las estrategias, prácticas y sistemas de restauración con el tiempo, a medida que las condiciones ambientales, el conocimiento humano y los valores sociales cambien. Apalancar el monitoreo y el aprendizaje continuos y realizar ajustes mientras el proceso de restauración progresa.



Fuente: Francisco Figueroa. Totonicapán. Abril de 2016.

Dentro de los principios de la restauración se encuentran los múltiples beneficios que se pueden obtener de la recuperación de los bosques, dentro de los cuales se encuentran: el incremento de la cobertura forestal, incorporación del árbol a las actividades agrícolas y por ende mejorar la producción alimentaria, provisión de leña, sombra y la reducción de la erosión. En la fotografía se aprecia la integración lograda por una comunidad en el municipio de Totonicapán, donde conjugan los beneficios y cobeneficios del bosque, la captación de agua para uso humano en el tanque y la protección a los cultivos contra el viento.



1.3 Enfoque territorial integrado

Para restaurar un paisaje desde un enfoque territorial integrado se debe realizar una ordenación territorial, la importancia de este proceso radica en que la restauración no tiene éxito si no se tienen en cuenta las actividades humanas y se integran los saberes locales (Vargas O. , 2007).

¿Qué es la ordenación territorial? Es la planificación integrada del territorio la cual implica la asignación de diferentes usos en todo un territorio de forma que haya un equilibrio entre los valores económicos, sociales y ambientales. Su objetivo es determinar, en un territorio específico, la combinación de usos de la tierra que satisfagan mejor las necesidades de las partes interesadas y salvaguarde al mismo tiempo los recursos para el futuro. Una ordenación territorial eficaz proporciona orientación sobre la manera en que deberían tener lugar las actividades de aprovechamiento de los usos del suelo y crea sinergias entre ellos. Requiere la coordinación de las actividades de planificación y gestión entre los numerosos sectores interesados en el aprovechamiento de la tierra y sus recursos en una región determinada. (FAO, 2016).

La ordenación territorial está impulsada por la necesidad de: i) mejorar la gestión, y ii) establecer un modelo diferente de uso de la tierra, que se adapte al cambio de las circunstancias. (FAO, 2016).

¿Cuáles son los beneficios del ordenamiento territorial? La ordenación territorial se suele llevar a cabo en un contexto público muy polarizado en el que las decisiones sobre la asignación y la utilización de la tierra son fuente de conflicto y tensión. (FAO, 2016).

Dicha ordenación puede ayudar a gestionar conflictos, reducir tensiones y posibilitar una asignación y utilización más efectiva y eficaz de la tierra y sus recursos naturales. Así mismo y mediante un examen integrado de todas las posibilidades, determina las soluciones más eficaces entre las opciones de aprovechamiento de la tierra y vincula el desarrollo social y económico con la protección y la mejora del medio ambiente, ayudando así a lograr una ordenación territorial sostenible (FAO, 2016).



Fuente: Beatriz Cardona. Tacaná, San Marcos. Febrero de 2012.

Ordenamiento territorial en una comunidad de Tacaná, San Marcos. La ordenación territorial con participación comunitaria facilita la asignación de diferentes usos en el territorio, buscando un equilibrio entre los valores económicos, sociales y ambientales, dentro de un proceso participativo y de consulta con los actores relevantes a nivel local.

1.4 Objetivos de la restauración

Los objetivos de la restauración deben amoldarse a las características específicas del sitio, incluida su condición biofísica, así como a los intereses y decisiones de las partes interesadas (Van Oosten, 2013). Los objetivos de la restauración de bosques y paisajes varían considerablemente en cuanto a su escala, dimensión y propósito.

Uno de los factores que influyen para validar un objetivo de restauración es la escala del paisaje. A diferentes escalas del paisaje, serán distintos los resultados, efectos e impactos de la restauración (United States Forest Service, 2016). Por mencionar algunos ejemplos de los objetivos que consideran la escala del paisaje, tenemos: la adaptación al cambio climático, la mitigación de sus efectos, la conservación de la biodiversidad, la conservación y/o recuperación de servicios ambientales, entre otros (FAO, 2015).

Guatemala posee fundamentalmente dos objetivos para la restauración: el objetivo de protección y el objetivo de producción, los cuales se enfocan en la producción de bienes y servicios ecosistémicos, dotación de alternativas para ingresos económicos y seguridad alimentaria.

Los objetivos de restauración pueden tener distintos enfoques, entre ellos: a) el ecológico y b) el antrópico (socioeconómico). El enfoque antrópico debe considerarse un elemento transversal para cualquier objetivo de restauración, debido a las necesidades de la población de obtener medios de vida y bienestar.

Los objetivos de la restauración están alineados a las políticas públicas internacionales y nacionales. El país cuenta con una Estrategia Nacional de Restauración y dos programas de incentivos forestales (PROBOSQUE y PINPEP) orientados a aumentar la cobertura forestal del país, mediante distintas acciones relacionadas a los bosques. Dichos instrumentos buscan vincular la inversión pública y privada para la producción de bienes y servicios ecosistémicos del bosque, dándole a la masa arbórea una visión antropogénica, socioeconómica, utilitarista, ecológica, funcional y climática (Congreso de la República de Guatemala, 2015).

En la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal (ENRPF) se establecen los siguientes objetivos:

- a. Recuperar, establecer, mejorar, enriquecer y proteger la cobertura forestal de una superficie.
- b. Recuperación, mejora y protección del suelo, principalmente en zonas de alto riesgo a la erosión.
- c. Recuperación, mejora y protección de las fuentes de agua, ya sea subterráneas o superficiales, en calidad o cantidad.
- d. Producción y suministro de bienes forestales (madera, leña y frutos, entre otros).
- e. Producción y suministro de servicios ecosistémicos (captura y fijación de carbono, producción de agua, reducción de riesgos y paisaje visual, entre otros).

1.5 Beneficios y Cobeneficios de la restauración

Los beneficios de las tierras forestales restauradas son los bienes y servicios a los que el ser humano atribuye un valor económico. Así también existen beneficios que no pueden ser cuantificados monetariamente.

En el Cuadro 1 se representa una categorización de algunos de los beneficios que brinda la vegetación:



Cuadro 1. Categorización de algunos beneficios que genera la restauración de tierras forestales degradadas.

No.	Tipo de beneficio	Ejemplos
1	MADERABLE	Madera, chapa, postes, astillas, leña, carbón, raíces lignificadas
2	NO MADERABLE	Látex (caucho), savia (jarabe), resinas, taninos, frutos, hojas, semillas; plantas medicinales y ornamentales, hongos (del sotobosque); pastos y hortalizas (cultivados en arreglos agroforestales).
3	ATMOSFÉRICOS	Carbono equivalente fijados (créditos de carbono)

Fuente: INAB, 2016.

Los cobeneficios también son considerados como beneficios menos tangibles o la consecuencia de estos, a los cuales se les atribuye un valor económico. En el Cuadro 2 se realiza una categorización de algunos cobene-

ficios de la restauración, entre este tipo de beneficios se pueden mencionar la biodiversidad, el agua, entre otros (The World Bank y otros, 2015).

Cuadro 2. Cobeneficios de la restauración y ejemplos.

No.	Tipo de co beneficio	Ejemplos
1	DE SUMINISTRO	<ul style="list-style-type: none"> • Producción de agua (calidad y cantidad); • Agua para agricultura • Agua para producción de energía hidráulica • Pesca • Navegación • Producción de suelo • Oxígeno y aire limpio
2	DE REGULACIÓN (control de procesos naturales)	<ul style="list-style-type: none"> • Regulación del ciclo mundial de carbono • Regulación de la temperatura y clima microregional y regional • Regulación de la captación de la lluvia y humedad • Mejora de la estructura del suelo y del drenaje • Regulación del flujo (continuidad) y caudales (cantidad) de ríos • Retención y captura de sedimentación y de la escorrentía • Reducción de las amenazas y riesgos climáticos-geológicos • Retención y reducción de nutrientes que provocan eutroficación • Regulación y equilibrio de la biodiversidad terrestre y acuática
3	CULTURALES (beneficios inmateriales de los ecosistemas)	<ul style="list-style-type: none"> • Belleza escénica (mejora el escenario natural y los paisajes) • Espirituales y religiosos (significado espiritual) • Estética y relajación psicológica • Biodiversidad (Diversidad de especies biológicas) • Banco de germoplasma (recursos genéticos almacenados) • Reducción de la pobreza • Mejora de la equidad social • Respeto y conservación del patrimonio histórico-cultural y natural • Turismo • Identidad cultural y natural



No.	Tipo de co beneficio	Ejemplos
4	SOPORTE (procesos naturales que mantienen otros servicios de los ecosistemas)	<ul style="list-style-type: none"> • Flujo de nutrientes (a través de la atmósfera, plantas y suelo) • Formación, retención y conservación de suelo • Mejora de la fertilidad del suelo • Polinización y nicho para la adaptación, evolución y generación de nuevas especies
5	SOCIALES (procesos que mejoran la gestión social)	<ul style="list-style-type: none"> • Cooperación para la conservación, recuperación y administración del agua • Desarrollo económico • Seguridad alimentaria • Estabilidad política • Integración de la infraestructura regional • Integración de mercados • Integración del comercio • Estabilidad regional

Beneficios



Leña



Producción de árboles navideños



Producción de resina



Frutos



Plantas medicinales

Beneficios y cobeneficios de la restauración. El enfoque integral de la restauración busca la recuperación de los bienes y servicios ecosistémicos de un paisaje en forma sostenible. Entre los beneficios y cobeneficios que se obtienen de la restauración tenemos: **BENEFICIOS:** bienes maderables y ornamentales: (leña, árboles de navidad); no maderables: resina, alimentos (en SAF), bienes suplementarios (medicinales); atmosféricos (fijación de carbono); **COBENEFICIOS:** de suministro (agua); de regulación (biodiversidad); de soporte (flujo de nutrientes); culturales y sociales (belleza escénica, organización para la protección)

Fuente: Francisco Figueroa, fotografías 1, 2, 3, 5, 6, 8. Beatriz Cardona, fotografía 4. Mynor Palacios, fotografía 7.

Cobeneficios



Suministro de agua



Belleza escénica.



Biodiversidad

Fuente: (The World Bank y otros, 2015).



1.6 Abordaje de la restauración en las comunidades



Fuente: Beatriz Cardona. Tacaná, San Marcos. Junio de 2012.

El éxito de la restauración del paisaje forestal depende de la efectiva participación de todos los actores locales. La sensibilización es el primer paso, ya que el implementador de la restauración debe estar convenido de las acciones que ejecutará y de los futuros beneficios que obtendrá. La imagen muestra una plática de sensibilización en una comunidad de Tacaná, San Marcos.

Para que la restauración del paisaje forestal tenga éxito es importante el abordaje con las comunidades o actores locales (entre los que se pueden mencionar: comunidades, pequeños o grandes productores, sociedad civil organizada, autoridades locales, municipalidades y mancomunidades, entre otros) que lo implementarán. La participación de los actores locales es indispensable, ya que sin su efectiva participación (directa, desde el inicio del proceso) no se puede avanzar en una agenda de restauración que contribuya al desarrollo local de una manera sostenible.

Parte del involucramiento de las comunidades tiene que ver con la necesidad e importancia de realizar prácticas que permitan restaurar áreas degradadas, así como el empoderamiento de los actores que las realizan. Por lo que la sensibilización sobre la restauración del paisaje

forestal es indispensable ya que el implementador debe estar convencido de las acciones que ejecutará y sus futuros resultados y beneficios.

Para sensibilizar a un grupo de personas, se deben aprovechar las causas o riesgos que han provocado daños o deficiencias a una comunidad, como la falta de agua, deslaves, inundaciones y otras pérdidas o desastres naturales. O en forma positiva, indicando que si se gestionan adecuadamente los ecosistemas se producen muchos bienes y servicios que son vitales para la comunidad como alimentos, agua limpia, microclima agradable, belleza escénica, recreación y la diversidad genética para el futuro de sus hijos. El tema de restauración del paisaje forestal debe ser impartido a una comunidad mediante sensibilización y capacitación, utilizando materiales de extensión sobre restauración.

1.6.1 Abordaje de la restauración comunitaria desde el enfoque de ordenamiento territorial

El ordenamiento territorial de una comunidad permite gestionar mejor sus recursos naturales², mediante la participación activa de actores y grupos interesados, el cual permite generar información para la toma de decisiones.

En el cuadro 3 se presenta un marco genérico para orientar el proceso de ordenamiento territorial, de tal forma que se adapte y ajuste a las circunstancias y contexto de una localidad.

Cuadro 3. Etapas y actividades genéricas del ordenamiento territorial

Etapa	Actividades
Participación inicial	Identificar las principales partes, actores y grupos interesados en la ordenación territorial.
Información de referencia	Recabar y documentar información biofísica, económica y social pertinente a la ordenación territorial, así como material sobre las políticas y la legislación aplicable.
Equipo de planificación	Crear un equipo de planificación formado por representantes de los principales grupos interesados. Llegar a un acuerdo sobre las funciones y las responsabilidades del equipo de planificación.
Ámbitos de interés para la planificación	Determinar y clasificar los usos de la tierra actuales y propuestos para el futuro. Identificar los conflictos actuales y potenciales asociados a los usos reales o posibles de la tierra.
Mandato del plan territorial	Negociar los objetivos del plan de aprovechamiento de la tierra. Llegar a un acuerdo sobre el proceso para orientar la elaboración del plan territorial (incluida la resolución de los conflictos).
Proyecto del plan territorial	Negociar y llegar a un acuerdo sobre la asignación de los usos de la tierra (mediante enfoques participativos con múltiples partes interesadas).
Plan territorial final	Obtener la aprobación del plan territorial por las autoridades correspondientes y los representantes de las partes interesadas.
Examen y modificaciones	Colaborar con las principales partes interesadas para examinar y modificar el plan territorial en el curso del tiempo.

Fuente: (UICN y WRI, 2014)

Entre los actores responsables del ordenamiento territorial en Guatemala se encuentran: a) la Secretaría General de Planificación y Programación de la Presidencia –SEGEPLAN–; b) las municipalidades a través de sus oficinas técnicas; c) los Consejos de Desarrollo Urbano y Rural, en sus distintas representaciones administrati-

vas (comunitario, municipal, departamental y nacional) como parte de la organización local; d) los servicios forestales nacionales (INAB y CONAP); e) Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación –MAGA– y f) los propietarios de las tierras que se pretenden restaurar, entre otros.

² Agua, bosque, agricultura y suelo.



La información necesaria para elaborar un Plan de Ordenamiento Territorial –POT– puede ser consultada en distintas fuentes como SEGEPLAN, Municipalidades y COCODES, dependiendo del nivel de detalle que se requiera. Las instituciones gubernamentales apoyarán el proceso de elaboración del POT de acuerdo a sus competencias institucionales, tales como el MAGA, INAB, CONAP, MARN, CONRED, Ministerio de Salud y el Registro de Información Catastral (RIC), entre otras.

Una parte central de la ordenación territorial de los bosques es alcanzar un acuerdo sobre las superficies que se gestionarán bajo regímenes diferentes.

Ejemplos de dichas superficies son las siguientes:

- Superficies para la explotación de madera comercial
- Superficies de gran valor de conservación que se han de incluir en una red de zonas protegidas que gozan de un régimen especial de gestión

- Superficies que tienen un significado especial para las poblaciones indígenas y otras comunidades locales
- Superficies que forman parte de sistemas locales agrícolas o agroforestales
- Partes del territorio, como tipos de suelo altamente erosionables o zonas ribereñas, que necesitan un tratamiento especial de gestión
- Superficies que se han de gestionar con fines recreativos
- Superficies que necesitan restauración o rehabilitación
- Superficies que requieren una gestión especial debido al cambio climático

Luego que se ha elaborado el Plan de Ordenamiento Territorial –POT–, se seleccionarán los lugares más importantes para iniciar la implementación de las acciones de restauración.



Segunda Sección:

Metodología para realizar el diagnóstico del área a restaurar

La restauración del paisaje forestal es un proceso metodológico que incluye acciones que en conjunto propiciarán la recuperación y rehabilitación de las funciones ecosistémicas y productivas de las tierras forestales degradadas. Para que el proceso sea efectivo es necesaria la identificación e implementación de cuatro fases que contendrán las acciones adecuadas para la correcta intervención del área a restaurar, las cuales se muestran en la Figura 2.

Fase 1. Acciones previas. Considerar acciones que abarcarán la planificación y que incluyen la selección del área a restaurar, potencial de restauración, la importancia regional o nacional, revisión de información referente al sitio, aislamiento del área y protección de futuros disturbios y aspectos técnicos como el control de la erosión, recolección de semillas y la protección de plántulas si ya existieran en el sitio.

Fase 2. Diagnóstico. Se caracterizará el ecosistema a intervenir mediante el cual se seleccionará el objetivo por el cual se restaurará el paisaje, se evaluarán los factores claves de éxito para lograr la restauración y se identificarán las estrategias para lograr los objetivos previamente planteados. Se considerarán además, los

usos futuros de la tierra y la identificación de especies amenazadas.

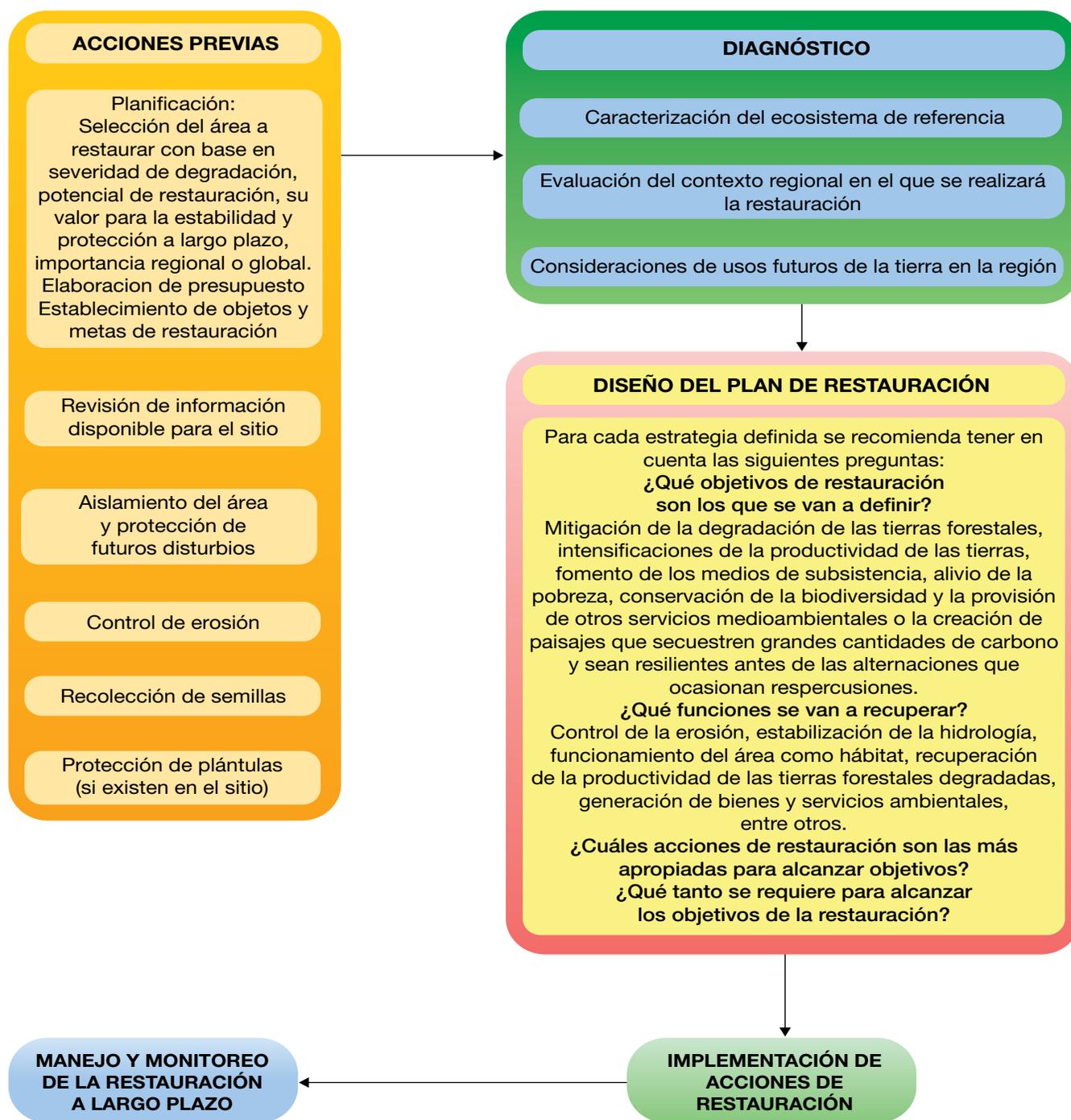
Fase 3. Diseño del plan de restauración. Permitirá la identificación, definición y priorización de los objetivos de la restauración (mitigación de la degradación de las tierras forestales, intensificación de la productividad de las tierras, conservación de la biodiversidad y la provisión de bienes y servicios medioambientales). Así mismo se definirán las funciones que se van a recuperar (erosión, estabilización hidrológica, recuperación del hábitat para especies silvestres, productividad de las tierras, entre otros).

Fase 4. Implementación de acciones de restauración y monitoreo. Consiste en la ejecución de las acciones previamente identificadas en el plan de restauración, las cuales deberán ser evaluadas y monitoreadas para realizar los ajustes y correcciones necesarios que aseguran el logro de los objetivos y metas inicialmente planteadas.

En la Figura 2 se ejemplifican las fases mínimas que deberían incluir todos los procesos de restauración del paisaje forestal considerando los objetivos (conservación o producción) y las principales funciones a restaurar.



Figura 2. Fases mínimas a incluir en los procesos de restauración del paisaje forestal considerando los objetivos de conservación o producción y las principales funciones a rehabilitar.



Fuente: INAB, 2016, adaptada de (GREUNAL, 2012)



Así mismo, el Servicio Forestal de los Estados Unidos (USFS), recomienda para Guatemala el uso del marco de trabajo de seis pasos para la determinación de las condiciones del área a restaurar con el enfoque integral de cuencas y conservación del agua, siendo los siguientes:

- **Paso A:** Clasificar la condición dentro de los seis niveles de cuencas en los bosques nacionales utilizando la información existente, el conocimiento local y la experiencia profesional.
- **Paso B:** Priorización de cuencas a restaurar: establecer un pequeño grupo de cuencas prioritarias para dirigir o enfocar mejoras en un programa de trabajo con una temporalidad de cinco años.
- **Paso C:** Desarrollar planes de acción que identifiquen las actividades integrales que serán útiles para la mejora del proyecto.
- **Paso D:** Implementar conjuntos integrados de proyectos en las cuencas priorizadas.
- **Paso E:** Dar seguimiento a los logros de la restauración para contabilizar el desempeño.
- **Paso F:** Verificar el cumplimiento de las actividades del proyecto y monitorear el mejoramiento de las condiciones de las áreas restauradas (United States Forest Service, 2011).

2.1 Diagnóstico del área: consideraciones generales (etapa de gabinete)

El “Diagnóstico para la Restauración” debiera ser facilitado por las instituciones gubernamentales relacionadas con los recursos naturales, atendiendo sus atribuciones y competencias; promoviendo la participación de los actores locales tales como: comunidades, municipalidades, ONG’s, la academia y el sector privado, entre otros. Para este fin, el Instituto de Recursos Mundiales (WRI) desarrolló una metodología basada en tres pasos y que plantea estrategias dirigidas a asegurar el éxito de la restauración en un paisaje forestal determinado. Los pasos son los siguientes:

1. **Selección del objetivo por el cual restaurar el paisaje:** Los usuarios definen los objetivos, el alcance y el límite geográfico del paisaje al cual aplicar el diagnóstico; el paisaje puede ser a nivel de país, departamento o cuenca. Este debe realizarse sobre el suelo (aspectos biofísicos), la vegetación (inventario forestal) y las condiciones socioeconómicas de la población del lugar a restaurar. En el anexo 2 se presenta una guía de los indicadores propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal.

2. **Evaluación de los factores clave de éxito para lograr la restauración:** Los usuarios conducen la evaluación para identificar qué factores claves de éxito existen en el lugar y cuáles no, dentro del paisaje considerado para restaurar;
3. **Identificación de estrategias para lograr la restauración:** Los usuarios identifican qué políticas, incentivos y prácticas podrían direccionar los factores clave de éxito ausentes u obstáculos que impedirán lograr la restauración del paisaje, es decir, la forma en que se lograrán abordar los elementos faltantes para lograr los objetivos de la restauración.

Cuando se establecen prioridades para iniciar el proceso de restauración, el diagnóstico puede ayudar a los tomadores de decisión y partes interesadas a enfocar sus esfuerzos en superar los factores claves de éxito ausentes, antes de invertir grandes cantidades de capital humano, financiero o político. Cuando la evaluación se aplica periódicamente o a medida que la restauración del paisaje progresa, el diagnóstico puede ayudar a sostener la restauración a través de una gestión adaptativa (ver



principios de la restauración). Como resultado, la aplicación del diagnóstico puede aumentar la probabilidad de éxito en la restauración del paisaje forestal.

El diagnóstico es una herramienta que puede ser utilizada independientemente o bien complementaria a la evaluación de oportunidades de restauración (por sus siglas en inglés ROAM), la cual provee una guía para identificar los lugares donde la restauración del paisaje es factible y deseable, cuantificando los beneficios de la restauración y determinando qué tipos de restauración son los más apropiados para un lugar en particular desde el punto de vista económico, social y ecológico.

Con la herramienta de evaluación del diagnóstico de restauración se deben identificar los beneficios económicos generados por la implementación de prácticas y sistemas de restauración del paisaje forestal, con lo cual

se espera que el usuario proyecte los beneficios económicos a recibir (por ejemplo la diversificación económica, los daños evitados y nuevos productos potenciales para comercialización). Estos beneficios crean un impacto financiero positivo neto (beneficios privados) y/o una red de impactos positivos (beneficios públicos) en relación con el estado original del uso del suelo. La evaluación debe considerar metodológicamente la forma de identificar los beneficios sociales y sus correspondientes impactos sociales, culturales y/o políticos, mediante diferentes herramientas como encuestas, entrevistas, puntos focales, estudios de caso, entre otras (WRI & UICN, 2015).

A continuación se describen los pasos de la metodología de diagnóstico sugerido por WRI (WRI & UICN, 2015):

2.1.1 Paso 1: Selección del objetivo por el cual restaurar el paisaje

El área de interés está muy ligada a un ecosistema original y al objetivo de restauración.

Existen distintos objetivos en restauración: mejorar los bosques existentes, recuperar la cobertura vegetal degradada, recuperar la capacidad productiva de las tierras, ordenar los usos de la tierra, recuperar y conservar la biodiversidad, proveer bienes maderables y regular la provisión de servicios ecosistémicos como el agua, entre otros.

Estos objetivos estarán en función de los siguientes elementos:

- i. Los intereses y demandas de los distintos actores, ya sea particulares o colectivos;
- ii. La problemática que enfrenta el ecosistema del área de interés (nivel de degradación);
- iii. Las oportunidades de restauración viables en campo; y

- iv. La participación de los interesados en lograr los objetivos.

Para determinar estos elementos se utilizan metodologías como el ROAM, midiendo las variables socioeconómicas, del suelo y de la vegetación. A continuación, se agrupan las más importantes, describiéndolas con más detalle en el anexo 2:

- a) Información general: ubicación política y administrativa del área donde se ubica el objetivo de restauración y superficie del área a restaurar.
- b) Aspectos geomorfológicos: fisiografía, material geológico, edafología, tipos y causas de erosión del suelo.
- c) Aspectos hidrográficos: vertiente, cuenca, subcuenca, microcuenca e hidrografía.
- d) Aspectos climáticos: precipitación pluvial, temperatura, altitud y vientos.



- e) Tipos de cobertura vegetal y usos de la tierra; dinámica de la cobertura forestal y usos de la tierra; tasas de cambio de uso de la tierra (pérdida-ganancia); zonas de vida.
- f) Aspectos sociales: población (PEA, etnia, alfabetismo, comunidad lingüística, educación, asistencia médica, agua potable, drenaje, energía eléctrica, vivienda, combustible para cocción de alimentos, medios de transporte, organización local, instituciones presentes, tenencia de la tierra, tamaño de las unidades productivas, género).
- g) Aspectos económicos: actividades productivas en agricultura, ganadería, forestal, industria, comercio y servicios; principales mercados para la compra y venta de bienes y servicios; migración; costos de los medios de vida; encadenamientos produc-

tivos; programas gubernamentales de apoyo a la producción; transporte; vías de comunicación; impuestos; incentivos económicos; servicios de comunicación.

En forma general, la definición del objetivo de restauración tiene relación con las demandas de los actores locales y con la necesidad de recuperar la capacidad productiva de las tierras forestales degradadas. En un mismo territorio podrían existir diferentes ecosistemas, por lo cual será necesario aplicar distintos tipos de sistemas y prácticas de restauración.

En procesos de restauración es importante considerar las expectativas de la población con respecto a los beneficios esperados, puesto que deben estar ligadas al período de tiempo para restaurar y las estrategias a implementar (prácticas y sistemas de restauración).



Fuente: Beatriz Cardona. Tacaná, San Marcos. Marzo de 2012.

Sabiendo que los dos factores más importantes de la restauración son las condiciones ecológicas apropiadas y el recurso humano organizado, las etapas iniciales de la restauración son: las acciones previas de planificación, el diagnóstico y el diseño del plan de restauración. La fotografía muestra parte del diagnóstico participativo realizado con personas de una comunidad de Tacaná, San Marcos



2.1.2 Paso 2: Evaluación de los factores clave de éxito para lograr la restauración

Un factor clave de éxito es un factor o condición que, cuando está presente, puede aumentar la probabilidad de alcanzar los objetivos de la restauración del paisaje forestal iniciado dentro de los plazos previstos. En este paso se evaluará sistemáticamente si están presentes o no, los factores de éxito para la restauración del paisaje según el área identificada. Este proceso tiene un tiempo estimado de 2 a 4 semanas y se inicia enlistando los factores de éxito presentes en el área y los ausentes.

Es importante mencionar, que algunos de estos factores clave de éxito son importantes para la restauración activa y otros de ellos, para la restauración pasiva, dependiendo del objetivo planteado.

Para la definición de los factores claves de éxito es importante identificar las siguientes condiciones:

- 1) **Motivación.** Es la razón o inspiración que anima a los tomadores de decisiones, propietarios de tierras y/o ciudadanos para catalizar los procesos que conduzcan a la restauración del paisaje forestal.
- 2) **Habilitación.** Se refiere a las condiciones ecológicas, de mercado, políticas, sociales o institucionales que se encuentran en el lugar, creando contextos favorables para la restauración del paisaje forestal.
- 3) **Implementación.** Son las capacidades y recursos existentes, los cuales son movilizados para imple-

mentar acciones de restauración del paisaje forestal de forma sostenible.

Para cada una de estas condiciones se identificaron categorías y factores claves de éxito, los cuales se deben de evaluar y calificar de acuerdo al objetivo y la importancia que represente en el área a restaurar.

Cada factor clave de éxito puede tener una de las siguientes calificaciones, de acuerdo a su presencia total, parcial o nula, utilizando el color verde, amarillo o rojo, respectivamente:

Cuadro 4. Categorización por color de la presencia o ausencia de los factores clave de éxito para la restauración en el proceso de diagnóstico.

Respuesta	Color de calificación
Si (presencia total)	Verde
Parcialmente	Amarillo
No (ausencia)	Rojo

Fuente: (WRI & UICN, 2015)

A continuación, en el Cuadro 5 se presenta información para orientar a los actores para la evaluación en forma participativa, de la presencia total, parcial o ausencia de los factores clave de éxito del área a restaurar identificada en el paso 1.



Cuadro 5. Formato para el diagnóstico de la presencia / ausencia de los factores clave de éxito para la restauración en un sitio

Condición	Categoría	Factor Clave de éxito	Calificación
Motivación	Beneficios	La restauración genera beneficios económicos	
		La restauración genera beneficios sociales	
		La restauración genera beneficios ambientales	
	Concientización	Los beneficios de la restauración son ampliamente difundidos	
		Las oportunidades para la restauración están identificadas	
	Eventos de Crisis	Los eventos de crisis son considerados y utilizados para motivar la restauración	
Requisitos Legales	Existe un marco legal para la restauración		
	El marco legal que rige la restauración es ampliamente conocido y aplicado		
Habilitación	Condiciones ecológicas	Las condiciones de suelo, agua, clima y control de incendios son las adecuadas para la restauración	
		No existen plantas o animales que impidan la restauración	
		Las semillas y plántulas de especies nativas y fuentes semilleras están disponibles	
	Condiciones de mercado	La demanda competitiva por uso de suelo (comida, energía) en tierras y bosques degradados está decreciendo.	
		Existen cadenas de valor para productos provenientes de áreas restauradas	
	Condiciones Políticas	Existe certeza y derecho de uso sobre la propiedad de la tierra y los recursos naturales	
		Las políticas para la restauración están alineadas y son eficientes	
		Existen restricciones a la tala de bosques naturales	
	Condiciones sociales	Las leyes asociadas a la tala ilegal de bosques naturales y cambio de uso del suelo son aplicadas	
		Las comunidades locales están empoderadas para hacer decisiones acerca de la restauración	
	Condiciones institucionales	Las comunidades locales son capaces de beneficiarse de la restauración	
		Los roles y responsabilidades están claramente definidos	
Implementación	Liderazgo	Existe una coordinación interinstitucional	
		Existen instituciones y/o personas líderes o emprendedoras en restauración	
	Conocimiento	Existe un compromiso y apoyo político	
		Existen conocimientos prácticos(know-how) para implementar la restauración del paisaje forestal	
	Diseño Técnico	Los conocimientos prácticos de restauración son difundidos por medio de servicios de extensión y terceras personas	
		El diseño técnico de la restauración es climáticamente resiliente	
	Finanzas e incentivos	La restauración limita la deforestación en paisajes/territorios aledaños	
		Existen incentivos positivos para la restauración, que pesan más que aquellos incentivos negativos	
	Retroalimentación	Los incentivos y financiamiento del establecimiento de proyectos para la restauración son más accesibles	
		Existe un sistema de monitoreo para la evaluación efectiva de la restauración	
		Los avances son difundidos y comunicados	

Fuente: (WRI & UICN, 2015)



2.1.3 Paso 3: Identificación de estrategias para lograr la restauración

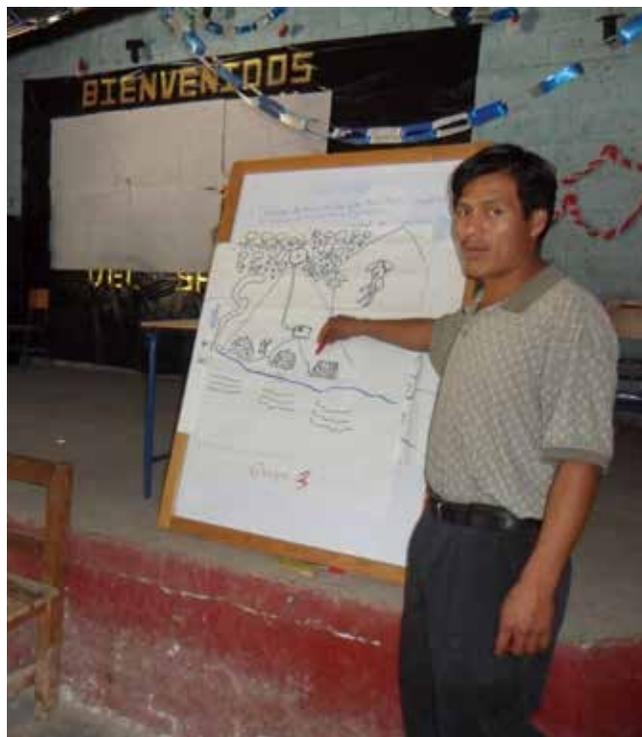
En este paso se utilizan metodologías de participación para abordar los factores claves de éxito que están ausentes o que se encuentran parcialmente presentes en el área a restaurar (los cuales fueron identificados previamente en el paso 2) y que son necesarios para lograr el proceso de restauración del paisaje forestal. En este paso podemos utilizar la herramienta “lluvia de ideas”, donde los actores proponen acciones de respuesta o estrategias que podrían abordar los factores de éxito faltantes, a través de políticas, incentivos, programas y prácticas dirigidas a conseguir los objetivos planteados en el paso 1 y consecuentemente una restauración exitosa.

Durante este paso se recomienda a los actores realizar las siguientes acciones:

- Reconocer que algunas estrategias podrían direccionar o contener más de un factor clave de éxito.
- Considerar estrategias que pueden contribuir a la restauración y que se encuentran fuera del sector de los bosques, como la agricultura, ganadería, energía, turismo, encadenamientos productivos y comerciales.
- Asegurar que cada estrategia o acción, una vez que haya sido completamente articulada, debe incluir componentes de las mejores prácticas, para conocer ¿quién hará qué?, ¿por qué?, ¿para qué? y ¿cómo? serán realizadas.
- Considerar la aplicación de criterios para distinguir entre las estrategias con más alta o baja prioridad. Dichos criterios deberán estar vinculados –pero no limitados–, a la urgencia, la facilidad de implementación, costos, secuencias y consideraciones geográficas.
- Considerar qué procesos políticos pueden presentar una ventana de oportunidad para una influencia a mediano plazo; algunas estrategias podrían requerir modificaciones o reformas a las actuales leyes y políticas. La acción de incidencia política es un espacio

para que los actores puedan fortalecer, incluir o posicionar factores claves de éxito faltantes para lograr mejores resultados en el proceso de restauración del paisaje forestal.

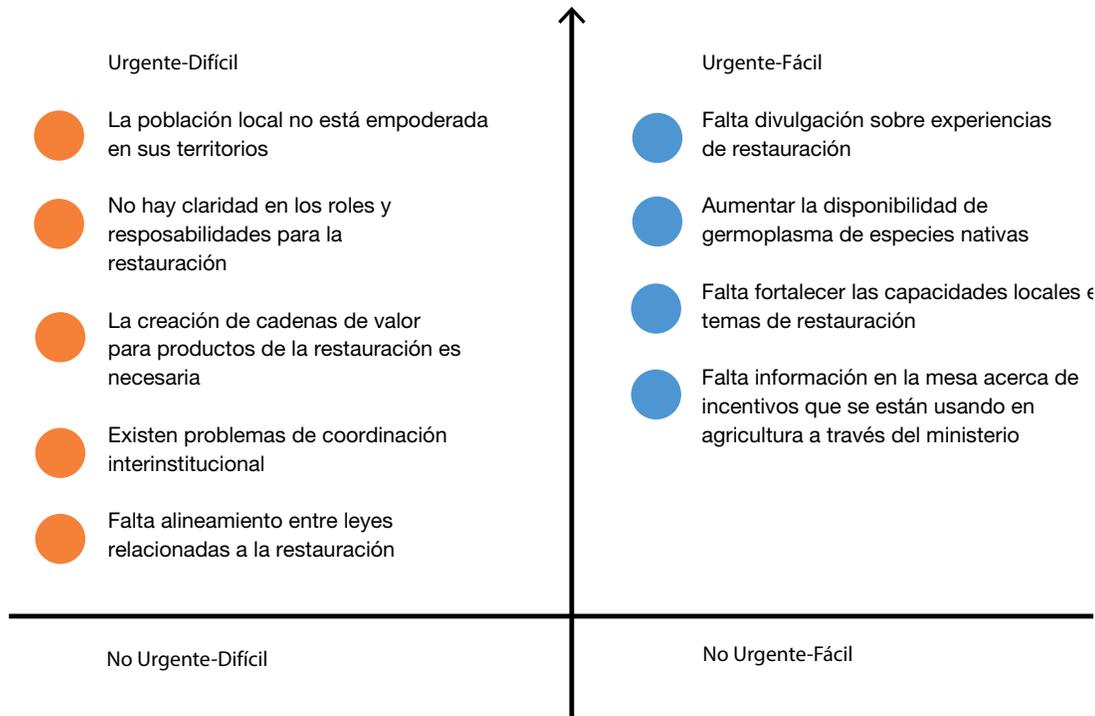
Algunas estrategias tendrán mayor impacto. Otras requerirán mayor tiempo para su implementación y se debe considerar que algunos actores tienen limitaciones en recursos humanos, financieros y políticos para la ejecución de las actividades. La Figura 3 muestra algunos criterios a tomar en cuenta para la priorización de estrategias, considerando en el eje “X” el nivel de urgencia y en el eje “Y” el nivel de facilidad.



Fotografía: Beatriz Cardona. Tacaná, San Marcos. Marzo de 2012.

La identificación de estrategias para lograr la restauración es realizada a través de metodologías participativas por medio de las cuales se reconocerán las acciones necesarias para el logro de las estrategias, considerando la aplicación de criterios para distinguir entre las de alta y baja prioridad. La imagen muestra la identificación de los elementos clave existentes para la protección de nacimientos de agua y zonas de recarga hídrica en Tacaná, San Marcos.

Figura 3. Criterios a tomar en cuenta para la priorización de estrategias, considerando los niveles de urgencia y facilidad de ejecución



Fuente: (WRI & UICN, 2015)

Así mismo el Servicio Forestal de los Estados Unidos ha identificado los nuevos paradigmas para la priorización de proyectos de restauración dentro de la unidad territorial, siendo los siguientes:

- a) Las mejores áreas son tratadas de primero, debido a que los tratamientos de alta prioridad eliminan los factores de riesgo que podrían amenazar la integridad del área a restaurar.
- b) Enfocar los esfuerzos en algunas cuencas prioritarias.
- c) Los análisis de las cuencas o unidades territoriales preceden el proyecto de trabajo, identifican los procesos clave, priorizan áreas y asocian el enfoque de los tratamientos que direccionan las causas.
- d) Un largo rango de tratamientos generalmente integrado a escala de cuenca son basados en un plan de trabajo general.

- e) Se completan los proyectos esenciales en una cuenca antes de que el énfasis en el trabajo cambie a la siguiente cuenca prioritaria.
- f) Las colaboraciones con otros actores son una parte esencial de la restauración. Habilidades y recursos son fuertemente apalancados.

Dependiendo de las aspiraciones, los actores podrían considerar uno o más de los siguientes criterios al momento de priorizar las estrategias:

- a) Urgencia de abordar los problemas.
- b) Necesidad de resolver los problemas en forma secuencial, es decir, resolviendo los más importantes previo a resolver otros relacionados (ejemplo: eliminar un factor (causas) de disturbio o de degradación, como suelos erosionados o el pastoreo, previo a implementar acciones de recuperación de la



- cobertura forestal como el manejo de regeneración natural).
- c) Facilidad operacional para la implementación de las estrategias identificadas (por ejemplo, la creación de incentivos forestales, la factibilidad de implementar prácticas y sistemas de restauración).
- d) Apoyo político para implementar una estrategia específica.
- e) El costo de implementación de la estrategia.
- El tiempo necesario para la implementación de la estrategia (Zamora, 2016).

2.1.4 Diseño y elaboración del plan de restauración

El diseño y elaboración del plan de restauración debe responder a cuatro preguntas: 1) ¿Qué objetivos de restauración se definirán?; 2) ¿Qué funciones se desean recuperar?; 3) ¿Qué acciones de restauración son las más apropiadas para alcanzar los objetivos? y 4) ¿Qué información y qué recursos económicos se requieren para alcanzar los objetivos de la restauración? En el anexo 6 se presentan los requisitos mínimos que debe contener un plan de restauración, según el Servicio Forestal de los Estados Unidos de Norteamérica (United States Forest Service, 2011).

Para preparar el plan de restauración idealmente se sugiere integrar un equipo profesional multidisciplinario que incluya profesionales en el campo forestal, económico, social, agrícola, pecuario y ambiental. Esta facilitación puede conformarse localmente con actores públicos, privados, comunitarios y municipales.

A continuación se enumera la información que debe ser medida y generada, tanto a nivel de gabinete como en campo.

a. Información general del área. Este apartado requiere incluir información relacionada con las principales características del área a restaurar, entre ellas, nombre del lugar, ubicación, extensión total del área, nombre(s) de el o los propietario(s) o poseedor(es), tipo de propietario(s) (comunidades, asociaciones, cooperativas, municipalidades, arrendantes, etc.), nombre de la(s) propiedad(es), colindancias en los cuatro puntos cardinales, escala del paisaje y cuenca hidrográfica, entre otros.

b. Ubicación política-administrativa. La ubicación política –administrativa consiste en indicar el país, departamento(s), municipio(s) y poblado(s) donde está situada el área a restaurar. Esta información servirá para ubicar la división político– administrativa donde se realizará la futura incidencia política a nivel municipal, departamental o regional. Las municipalidades y sus oficinas adjuntas, son las responsables locales del ordenamiento territorial.

En forma similar, si el enfoque de la restauración es a través del manejo de cuencas, es importante conocer los poblados, municipios y departamentos que se sitúan dentro del área, es decir, la división política administrativa de la región que comprende la cuenca.

c. Ubicación geográfica (GTM). El área a restaurar debe delimitarse por medio de una medición con un aparato denominado GPS (Sistema de Geoposicionamiento Global). El Datum geodésico (elipsoide) de referencia para Guatemala es el WGS84 y las coordenadas a usar son GTM. Estas son coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator), que proporcionan medidas o valores redondos al país, colocándolo entre los dos meridianos automecoicos a 89°20'W y 91°40' W, con la ventaja de guardar una reducción bastante pequeña. En el Cuadro 6 se indican los campos que deben ajustarse en el GPS para convertir coordenadas UTM a GTM.



Cuadro 6. Campos a ajustar en el dispositivo GPS para convertir coordenadas UTM a GTM

Campo	Medida a colocar
Proyección	UTM
Elipsoide	WGS84
Longitud de origen (meridiano central de proyección)	90°30'
Latitud de origen (en el Ecuador)	0°
Unidades	Metros
Falso Norte	0 metros
Falso Este	500,000 metros en el meridiano central
Factor de escala en el meridiano central	0.9998
Numeración de las zonas (no está dentro de la numeración normal de zonas UTM)	Se le puede llamar zona 15.5

Fuente: INAB, 2016.

Las coordenadas del polígono también pueden tomarse en coordenadas UTM con el elipsoide WGS84 y por medio de un convertidor electrónico se pueden transformar a coordenadas GTM.

Los esquineros o mojones importantes deben ser ubicados con GPS en coordenadas GTM, obteniendo el par de coordenadas geográficas (latitud y longitud) por cada punto. Se recomienda un error de precisión satelital menor a 5 metros. La unión de estos esquineros o mojones formarán el polígono del área a restaurar.

d. Mapas del polígono. Son todos aquellos mapas que ilustrarán las características geofísicas, edafológicas y la delimitación territorial del área en la cual se estarán implementando las actividades del plan de manejo de restauración. Entre estos mapas se encuentran:

- d.1. Mapa de la propiedad de la tierra y límites de tenencia, el cual muestra los tipos de tenencia de la tierra o propietarios, así como los límites del polígono del área a restaurar, indicando los límites territoriales y sus colindancias.
- d.2. Mapa geológico, el cual muestra el material geológico original y los accidentes geológicos que afloran en la superficie del área a restaurar. Las diferentes rocas o formaciones geológicas y sus edades se representan mediante una trama de colores.

- d.3. Mapa fisiográfico, el cual presenta características del relieve desde región fisiográfica, hasta paisajes, incluyendo los niveles de paisaje y sub paisaje.
- d.4. Mapa hidrográfico, el cual muestra los límites de las cuencas, subcuencas y microcuencas del área a restaurar. También indica los cursos de los ríos y las superficies con agua.
- d.5. Mapa de pendientes, el cual es un mapa temático que representa los diferentes grados de pendiente de un territorio.
- d.6. Mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra (uso actual del suelo): el cual muestra los usos de la tierra y el porcentaje que ocupa cada uno, en especial los usos de la tierra: bosques, agricultura y sistemas arbustivos.
- d.7. Mapa de capacidad de uso del suelo³, el cual se obtiene mediante un ordenamiento sistemático de carácter práctico e interpretativo, fundamentado en la aptitud natural que presenta el suelo para producir constantemente bajo tratamiento continuo y usos específicos.

³ Para construir el mapa de capacidad de uso de la tierra puede usarse la metodología de clasificación de tierras forestales por capacidad de uso del INAB. La Ley y Reglamento PROBOSQUE no tienen de requisito la presentación del Estudio de Capacidad de Uso de la Tierra –ECUT–.



Para construir este mapa se analizan y determinan por cada unidad fisiográfica, las variables: pendiente, profundidad, pedregosidad y drenaje del suelo.³

- e. Inventario forestal.** El inventario forestal busca conocer los aspectos más importantes de la flora o vegetación existente en el área a restaurar. Entre las principales justificaciones para realizar un inventario se encuentran: i) conocer la riqueza vegetal (número de especies) que posee el área; ii) conocer la cantidad de individuos por especie; iii) determinar en forma general la estructura y composición florística del área; iv) determinar la existencia de especies importantes por su singularidad, carácter endémico, peligro de extinción, valor comercial, funciones ecosistémicas, entre otras características de interés.

El inventario provee información sobre la cantidad y variedad de especies existentes; con estos insumos se podrá decidir la mejor práctica para el plan de

restauración. Es importante recalcar que el inventario forestal para objetivos de restauración no sólo se centra en la estimación del volumen maderable, sino en la diversidad biológica.

- f. Diagnóstico del suelo y su nivel de degradación.**

El suelo del área a restaurar puede tener distintos niveles de degradación: incipiente (erosión no perceptible); intermedia (suelo descubierto; erosión laminar en algunas partes; empiezan a aparecer zanjas); severa (suelo descubierto, erosión laminar en toda el área, erosión en zanjas, algunas cárcavas); extrema (suelo descubierto, erosión laminar y cárcavas, pérdida de fertilidad natural del suelo, disminución de microorganismos). Este diagnóstico es útil para determinar las prácticas de conservación de suelo a realizar y el objetivo es la recuperación de la capacidad productiva del suelo. En un mapa deberán ubicarse los puntos específicos donde se realizarán dichas prácticas.



Fotografía: Beatriz Cardona. San Marcos. Febrero de 2012. (Suelo degradado)

Degradación extrema del suelo en San Marcos. Puede notarse la presencia de cárcavas, donde el material original no tendrá una fertilidad natural suficiente y abundancia de microorganismos para soportar una cobertura vegetal productiva o restaurar las funciones ecológicas del área, por lo que las actividades de recuperación de suelos deberán ser intensivas, previas a implementarse un sistema de restauración.

g. Identificación de posibles riesgos. En este apartado se consideran los diferentes riesgos que puedan ocurrir por los efectos de la variabilidad climática, las actividades antropogénicas y la combinación de ambos. Entre los factores que pueden provocar riesgos se encuentran: a) climáticos (sequías, huracanes, lluvias intensas, ciclones, heladas); b) geológicos (terremotos, volcanes, deslizamientos de tierra); c) antropogénicos (incendios, tala inmoderada, construcción de urbanizaciones y carreteras, descarga de sedimentos y contaminantes); d) combinaciones (deslaves, inundaciones, contaminación, efecto de invernadero, desertificación).

Los efectos de estos factores se observan en los procesos de erosión del suelo, inundaciones, la pérdida de cultivos, la propagación de plagas y aumento de la temperatura, entre otros.

Los métodos de manejo del riesgo de desastres se pueden categorizar según si se refieren a las siguientes situaciones:

- i) Una medida inmediata y a corto plazo de socorro ante un desastre, para valorar los daños y reducir al mínimo la pérdida de vidas y medios de sustento por los efectos posteriores

a la ocurrencia del desastre (en general 6-12 meses después del desastre);

- ii) Rehabilitación a mediano-largo plazo después del desastre, a fin de restaurar los medios de vida y establecer una base para el desarrollo sostenible, tales como la recuperación de tierras productivas, agua para consumo humano, bosques productivos, entre otros; y
- iii) Medidas para reducir al mínimo el riesgo de desastres futuros en las comunidades y paisajes vulnerables, mediante la planificación que incorpore lecciones aprendidas y que busque mitigar los impactos.

Es necesario identificar los ecosistemas y comunidades que son vulnerables ante desastres causados por la naturaleza o los conflictos humanos, además de inversiones sostenidas en métodos integrados y participativos de rehabilitación de los ecosistemas forestales, manejo de las cuencas hidrográficas, de plagas, de incendios y de los recursos naturales. Así mismo demanda inversión para el seguimiento, sistemas de alerta temprana, rápida movilización, preparación y prevención de desastres.



Fotografías. Francisco Figueroa. Totonicapán. Abril de 2016.

Los suelos degradados unidos a factores climáticos adversos y/o incorrectas actividades antropogénicas representan riesgos a desastres para el ser humano y sus medios de vida, como el riesgo que se visualiza en la imagen: para la tubería de agua potable, el tendido eléctrico y para la carretera asfaltada en una localidad de Santa María Chiquimula, Totonicapán.



- h. Objetivos del manejo de la restauración.** Dependiendo del objetivo general (ecológico o productivo), se deberán identificar y delimitar los objetivos específicos, a partir de los cuales y, tomando en consideración los principios guías, los intereses de los actores y el diagnóstico de los factores claves de éxito, se seleccionarán las metodologías, estrategias, técnicas y prácticas de restauración que serán implementadas para el logro del objetivo general.
- i. Propuesta de ordenamiento territorial y de actividades de restauración –MOTR–.** La elaboración del mapa de ordenamiento territorial y de restauración –MOTR– se construye a partir del análisis e integración consensuada de los siguientes elementos:

i) mapa del diagnóstico de la degradación del suelo; ii) mapa del inventario forestal; iii) intereses de los actores; iv) objetivos de la restauración y v) mapa de intensidad de uso de la tierra. Este último, es producto del análisis de dos mapas: i) mapa de capacidad de uso de la tierra⁴ y ii) mapa de cobertura vegetal y uso de la tierra.

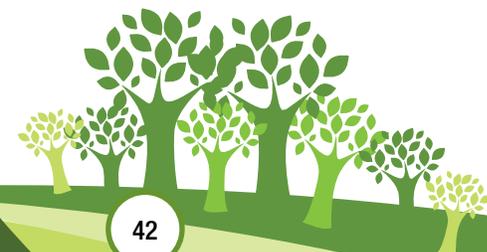
El mapa de intensidad de uso de la tierra sirve para determinar las zonas de sub uso, uso correcto y sobre uso del área a restaurar, lo cual ayuda a priorizar las zonas más degradadas. EIMOTR mostrará los lugares dónde realizar prácticas de conservación de suelos y prácticas de restauración, para lograr los objetivos propuestos por los actores.



Fotografía: Beatriz Cardona. Chiantla, Huehuetenango. Mayo de 2016.

El ordenamiento territorial es un proceso de planificación participativa en donde se determinan las zonas donde se realizarán prácticas de conservación de suelos y de restauración. Actores del sector forestal analizan en campo, el mapa de la microcuenca Torlón, ubicada en el municipio de Chiantla, para definir objetivos y acciones que ayuden a recuperar la zona de recarga hídrica, la cual abastece a dos municipios del departamento de Huehuetenango.

⁴ Para construir el mapa de capacidad de uso de la tierra puede usarse la metodología de clasificación de tierras forestales por capacidad de uso del INAB.



- j. Selección de las prácticas de conservación de suelo.** Las áreas degradadas son espacios geográficos en donde existe poca o nula presencia de plantas. Por esta razón el proceso de degradación del suelo se acelera al no poseer cobertura vegetal que evite la acción de agentes erosivos como el agua y el viento. Otros factores causantes de la degradación de la estructura y permeabilidad del suelo son las actividades humanas, como el sobre pastoreo y el uso de maquinaria pesada. Por tanto es recomendable trabajar en disminuir el tiempo de exposición y eliminar los causantes de la degradación lo más pronto posible, ya que la degradación de los suelos es una limitante para implementar actividades de restauración.

Según los objetivos de manejo para la restauración del paisaje, se seleccionan las prácticas de conservación de suelos más adecuadas según la topografía, de tal forma que dichas prácticas permitan optimizar los resultados de acciones de restauración, recuperando el suelo, disminuyendo la sedimentación y mejorando la infiltración del suelo. Es importante considerar que todas las actividades que se realicen en función de restaurar la estructura y funcionalidad del área (objetivos, prácticas de conservación de suelos y de restauración) deben de estar alineadas.

Dentro de las prácticas que se pueden implementar para favorecer la protección, conservación y restauración de suelos degradados están:

Cuadro 7. Prácticas de conservación de suelos según el tipo de tratamiento general que se desee proporcionar a un área

Tratamientos generales	Prácticas de conservación de suelos
Disminución de escorrentía	Curvas a Nivel
Incremento de infiltración	Pozos de absorción o zanjas de infiltración Barreras Vivas Barreras muertas
Obras lineales de laderas y taludes	Terrazas continuas Terrazas individuales
Control de Cárcavas	Diques de contención

Fuente: (Martínez V. , 2016)

- k. Selección de la(s) práctica(s) y sistema(s) de restauración.** Para la selección de prácticas y sistemas de restauración, se deben de considerar: los objetivos del área a restaurar, el nivel de degradación del suelo, del bosque y del tipo de ecosistema. Es importante tomar en cuenta el contexto social, sus necesidades y creencias; por ejemplo incluir prácticas ancestrales de restauración (ver cuarta sección), las cuales han resultado efectivas en el pasado y podrán servir para el logro de los actuales objetivos. De igual forma, en el Anexo 1 se describen brevemente las técnicas más adecuadas para implementar en áreas degradadas.

- l. Labores culturales.** Son todas las acciones menores que integran una práctica de restauración. Estas actividades deberán ser parte del plan de manejo y vinculadas a un cronograma general y anual. Se pueden dividir en dos categorías: para la conservación-mejora de suelos y labores silviculturales. Entre las primeras, se encuentran: trazado de curvas a nivel, construcción de acequias, terrazas, barreras vivas, barreras muertas y pozos de absorción. Entre las operaciones silviculturales se encuentran: las chapias o limpias, trazado, plantación, fertilización, plateos, riego, podas, liberaciones, raleos, cosecha final, establecimiento y



mantenimiento de rondas corta fuegos, vigilancia perimetral, control integrado de plagas y enfermedades, establecimiento de cercos, saneamientos y salvamentos, entre otras.

m. Plazo y cronograma. Para lograr los objetivos de la restauración se debe plantear un proceso de mediano plazo y en algunas ocasiones requerirá más tiempo, principalmente si se habla de “recuperar las características estructurales y funcionales de los ecosistemas forestales, a través de la protección y del manejo sostenible” (Congreso de la República de Guatemala, 2015). El plazo para lograr la restauración variará dependiendo de las características relacionadas con el crecimiento y desarrollo de la vegetación en un determinado sitio, de la participación efectiva de los actores en el proceso de restauración y de la intensidad de la degradación del suelo y del bosque, entre otros factores.

Estratégicamente, la planificación, monitoreo y evaluación se debe plantear en períodos de tiempo como años, quinquenios y décadas.

El cronograma vinculará las actividades culturales con los meses del año. A un nivel detallado se pue-

den elaborar cronogramas mensuales, divididos por semanas. Las actividades silviculturales están directamente ligadas a la existencia o ausencia de humedad en los meses del año, por ejemplo la siembra de plántulas requiere del inicio y la estabilización del período de lluvias. Este factor incide en el crecimiento de la vegetación que se está manejando. Los cronogramas pueden ser modificados dependiendo de los sucesos existentes en el paso del tiempo.

n. Metodología de monitoreo y evaluación de los resultados de la restauración. El monitoreo se puede definir como la colecta y análisis de observaciones o medidas repetitivas para evaluar cambios en una condición y el progreso hacia el cumplimiento del objetivo de restauración planteado (Elzinga et. al., 1998; Williams y Nichols, 2006; citado en (UICN y WRI, 2014)). Busca evaluar el éxito de las acciones de restauración diseñadas y de la toma de decisiones.

En la sección 6 se desarrolla en forma más detallada el tema de monitoreo, evaluación y aprendizaje de los resultados de las actividades implementadas en el plan y proceso de restauración.

2.2 Diagnóstico del área en campo

2.2.1 Área a restaurar

El área a restaurar desde el enfoque de paisaje puede ser un municipio, una microcuenca, una subcuenca o una cuenca. En estos ámbitos territoriales es importante conocer las características geológicas, fisiográficas, biofísicas (hídricas, edáficas, climáticas, florísticas) y socioeconómicas del paisaje a restaurar.

Otros elementos que se pueden considerar como parte integral del área a restaurar son: las estructuras de protección contra incendios (fajas cortafuegos), cuerpos de agua, caminos, áreas con restricciones fisiográficas severas y bosquetes naturales que se encuentren ubicados dentro del perímetro del área a restaurar (INAB, 2016).

El propósito de la estrategia de restauración a nivel nacional es el escalamiento de las áreas restauradas y en las cuales hay que continuar implementando acciones de promoción de la restauración del paisaje forestal, considerando los beneficios que se obtienen al establecer distintas prácticas de restauración (sistemas agroforestales, sistemas silvopastoriles, regeneración natural, manejo de rebrotes, enriquecimiento, etc.) dentro de un paisaje forestal. Es decir, para conocer el tamaño adecuado de un sitio a restaurar, se deben de analizar cuáles son las acciones a implementar para que el ecosistema recupere la estructura y función que perdió.



2.2.2 Clasificación del tipo de degradación del suelo

El nivel de degradación del suelo puede ser diagnosticado a través de la evaluación de la textura, estructura, porosidad, compactación, erosión, pendiente y profundidad del suelo. El documento “Manual de criterios y parámetros PROBOSQUE” cuenta con una matriz de evaluación que puede ser utilizada como guía para la determinación del nivel de degradación del suelo en campo (INAB, 2016).

Los cuatro niveles de degradación del suelo son: incipiente, intermedia, severa y extrema (ver Cuadro 8).

Cuadro 8. Clasificación de la degradación del suelo en base a su magnitud

Tipo	Descripción
A	Incipiente
B	Intermedia
C	Severa
D	Extrema

Fuente: (INAB, 2016)



Fotografía. Beatriz Cardona. Tacaná, San Marcos. Febrero de 2012.

Promotor comunitario del municipio de Tacaná, San Marcos, toma muestras de suelo para la determinación del nivel de degradación, considerando aspectos de textura, estructura, porosidad, compactación erosión, pendiente y profundidad.



2.3 Clasificación del tipo de degradación del bosque

2.3.1 Bosques degradados

Son áreas cuya cobertura inicial fueron bosques, y en la actualidad están dañadas por la extracción de productos forestales maderables, prácticas deficientes de manejo, incendios frecuentes, sobrepastoreo y otras causas. Los efectos negativos se manifiestan en el desarrollo sucesional inhibido o retardado por la degradación del suelo, plantas invasoras, malezas agresivas o la falta de fuentes de semillas (INAB & FAO, 2016).

Martínez (2016), usando la clasificación de la degradación de tierras forestales generada en México por la SEMARNAT en el año 2009, presenta cuatro niveles de degradación del bosque (ver Cuadro 9).

Nivel I. Fase Incipiente. Hay degradación pero es de baja magnitud (puede ser en bosque primario o secundario), por lo que si se eliminan los factores tensionantes, el ecosistema se puede recuperar por sí solo.

Nivel II. Fase Intermedia. El área se encuentra en desequilibrio de manera significativa, lo que se refleja en pérdida de la mayor cantidad de bienes y servicios; el suelo presenta erosión laminar y en surcos. Aún pueden identificarse los elementos del ecosistema original. Para recuperar la integridad es necesaria la intervención del ser humano por medio de acciones de mejoramiento.

Nivel III. Fase Severa. El ecosistema está profundamente deteriorado, prácticamente se han perdido los bienes y servicios; el suelo está erosionado y/o con cárcavas, siendo necesaria la intervención del ser humano por medio de prácticas de restauración.

Nivel IV. Fase Extrema. El bosque se ha perdido por deforestación. El uso de la tierra cambió a agrícola o ganadero, pero con mal manejo, por lo que el suelo está severamente erosionado y en ocasiones con cárcavas. Es necesaria la intervención del ser humano por medio de prácticas de restauración.



Fotografía: Francisco Figueroa. Totonicapán. Abril de 2016.

Nivel de degradación intermedia de tierras forestales en Santa María Chiquimula, Totonicapán, presentando erosión laminar y en surcos por el pastoreo y la extracción de leña. Aún se identifican algunos elementos del ecosistema original como pinos, cipreses y algunos arbustos. Si la extracción y el pastoreo continúan no se podrá recuperar la integridad del sistema y se degradará por completo.

Cuadro 9. Características de las categorías de disturbio de tierras forestales

Nivel	Magnitud	Principales factores de disturbio	Flora	Fauna	Suelo	Principales bienes y servicios dañados o perdidos	Medidas de intervención
I	Incipiente	Extracción de madera y productos no maderables. Disturbios naturales.	Puede haber algo de extracción selectiva y leña	No perceptible	No perceptible	Diversidad vegetal	Eliminar factores de disturbio
II	Intermedia	Extracción selectiva de madera, broza, leña en exceso, descortezamiento, ocoteo, incendios de superficie, pastoreo, caminos de personas y vías de extracción de madera, erosión de suelo.	Disminuye la densidad de árboles, daño a flora acompañante.	Disminución del refugio de animales. Disminución de aves y mamíferos pequeños.	Suelo descubierto, erosión laminar. En algunas partes empiezan las zanjas.	Madera, leña, alimento, agua	Rehabilitación, recuperación
III	Severa	Intervención constante del bosque, extracción de madera, broza y leña en exceso, descortezamiento, ocoteo. Daños por plagas y/o enfermedades. Pastoreo, incendios de copa. Erosión hídrica.	Disminuye drásticamente la densidad, árboles dispersos, algunas especies de árboles ya no están. Flora acompañante dominada por especies pioneras.	Difícil ver aves y mamíferos.	Suelo descubierto, erosión laminar en toda el área, erosión en zanjas, algunas cárcavas, muchos caminos dentro del área.	Madera, leña, alimento, agua y microclima	Rehabilitación, recuperación
IV	Extrema (degradación por deforestación)	Deforestación por cambio de uso del suelo. Pastoreo y/o agricultura mal manejada.	La diversidad original ha desaparecido, dominan arvenses.	Muy baja. Algunas especies introducidas. Plagas.	Suelo descubierto, erosión laminar y cárcavas, pérdida de fertilidad natural del suelo, disminución de microorganismos.	Todos los servicios que presta un bosque	Rehabilitación, re vegetación y recuperación

Fuente: (Martínez V. , 2016)

Nota 1. En los niveles I, II y III, aunque la fisonomía del área presente árboles, se caracterizan por la disminución de la calidad de su estado, respecto a uno o a más elementos del ecosistema forestal (estrato vegetal, fauna, suelo, etc.), a las interacciones entre estos componentes y más generalmente a su funcionamiento.

Nota 2. Se considera degradación por deforestación, siguiendo lo propuesto por Lanly (2003), quien indica que un ecosistema queda totalmente discapacitado cuando en tierras de vocación forestal se ha eliminado completa-

mente el bosque y que debido a un mal manejo, el suelo se encuentra completamente dañado.

En el Cuadro 10 se enlistan las catorce (14) zonas de vida de Guatemala. En la columna derecha se realiza una clasificación más general. Las variables que intervienen en las zonas de vida son temperatura, precipitación, humedad y altitud sobre el nivel del mar. De acuerdo a esto se pueden encontrar siete (07) grupos de vegetación general: a) bosque seco frío; b) coníferas de clima seco frío; c) latifoliado cálido (selva); d) pino-encino; e) coníferas de clima húmedo; f) bosque nuboso; g) seco cálido.



Los tipos de bosque según su degradación se pueden dividir en las siguientes clases:

- i. Bosque primario
- ii. Bosque secundario avanzado
- iii. Bosque secundario joven (guamil o matorral)
- iv. Bosque degradado (disperso)
- v. Agricultura

- vi. Suelo desnudo
- vii. Plantaciones forestales
- viii. Bosques de galería

Las medidas, prácticas y técnicas de restauración que deberán aplicarse para un área específica deberán estar adecuadas al tipo de bosque (según la zona de vida) y la clase de degradación en que se encuentren.

2.3.2 Inventario forestal

La importancia del inventario forestal se basa en la cuantificación de la cobertura arbórea del área integral del proyecto según su área basal, medida en metros cuadrados (m^2), en evaluar la estructura del bosque existente en ese momento, así como la cuantificación de las especies dominantes y no dominantes. Si el área basal es menor a 4 metros cuadrados por hectárea ($< 4 m^2 / ha.$), el estado inicial del área es una tierra forestal degradada (INAB, 2016).

Existen diversas metodologías para realizar inventarios forestales, dependiendo de sus objetivos. Además del

volumen es importante cuantificar la cobertura forestal usando el área basal, la densidad por hectárea, la diversidad de especies y la manera en que los individuos existentes pueden ayudar a lograr los objetivos de restauración que pretendemos (protección, producción o biodiversidad). Existen metodologías específicas para realizar inventarios en bosques riparios, bosques secundarios, bosques degradados y zonas de regeneración natural (FAO, 2004; INAB/CONAP, 2007; INAB, 2016).

Cuadro 10. Zonas de vida de Guatemala (extensión, porcentaje relativo y clasificación general como tipo de bosque)

No.	Nombre zona de vida	Abreviatura	Extensión (km ²)	Porcentaje (%)	Clasificación general
1	Bosque Húmedo Montano Subtropical	bh-M	88.28	0.08%	Seco Frío
2	Bosque Húmedo Montano Bajo	bh-MB	9,758.21	8.96%	Coníferas seco
3	Bosque Húmedo Subtropical Cálido	bh-S (c)	26,693.96	24.51%	Latifoliado (selva)
4	Bosque Húmedo Subtropical Templado	bh-S (t)	12,508.44	11.49%	Pino-encino
5	Bosque Muy Húmedo Montano Subtropical	bmh-M	1,110.11	1.02%	Seco Frío
6	Bosque Muy Húmedo Montano Bajo Subtropical	bmh-MB	5,558.35	5.10%	Pino-encino
7	Bosque Muy Húmedo Subtropical Cálido	bmh-S (c)	40,268.98	36.98%	Latifoliado (selva)
8	Bosque Muy Húmedo Subtropical Frío	bmh-S (f)	2,661.47	2.44%	Coníferas húmedo
9	Bosque Muy Húmedo Tropical	bmh-T	2,662.69	2.45%	Latifoliado (selva)
10	Bosque Pluvial Montano Bajo Subtropical	bp-MB	926.28	0.85%	Nuboso
11	Bosque Pluvial Subtropical	bp-S	1,144.65	1.05%	Latifoliado (selva)
12	Bosque Seco Tropical	bs-T	162.45	0.15%	Seco Cálido
13	Bosque Seco Subtropical	bs-S	4,117.44	3.78%	Seco Cálido
14	Monte Espinoso Subtropical	me-S	942.11	0.87%	Seco Cálido
15	Agua	A	285.58	0.26%	Agua
			108,889.00		

Fuente: MAGA-IGN, 2002.



2.4. Clasificación de los riesgos a desastres por las tierras degradadas

Según Wilches-Chaux (1993) se produce un desastre cuando una población (humana, animal o vegetal) es incapaz de transformar sus estructuras, adecuar sus ritmos y redefinir la dirección de sus procesos como respuesta ágil, flexible y oportuna a los cambios del medio ambiente.

Riesgo se entiende como cualquier fenómeno de origen natural o humano que signifique un cambio en el medio ambiente que ocupa una comunidad determinada, que sea vulnerable a ese fenómeno. Vulnerabilidad es la incapacidad de esa comunidad de adaptarse al cambio provocado por el fenómeno que constituye un riesgo. La vulnerabilidad puede proyectar la intensidad de los daños que produce un fenómeno específico. Amenaza se entiende como la probabilidad de que ocurra un riesgo frente al cual una comunidad particular es vulnerable. En ese contexto, se define el riesgo como función de la amenaza y la vulnerabilidad. Las definiciones anteriores indican que el concepto de vulnerabilidad es eminente social, ya que se refiere a las características que le impiden a un determinado sistema humano a adaptarse a un cambio del medio ambiente (IARNA, 2005).

Los disturbios o amenazas se clasifican en tres tipos: a) naturales: los cuales se manifiestan sin la intervención humana (sismos, vulcanismo, sequías, ciclones, huracanes, inundaciones y deslizamientos de tierra, entre otros); b) inducidas: ocurren o se agravan a causa de la actividad humana (erosión de suelos, desertificación, efecto invernadero) y c) antrópicas: situaciones originadas netamente por la actividad humana, incendios forestales, tala, extracción de materiales a cielo abierto, uso agrícola, uso pecuario, construcciones urbanas, descarga de sedimentos y descarga de contaminantes, entre otros) (Mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala, 2014).

La intensidad del daño al ecosistema se puede clasificar como severa, media o leve. Las evidencias de un disturbio son claras en los ecosistemas; entre ellas, la aparición

de un claro, la pérdida total o parcial del suelo, cambios en las condiciones microclimáticas (luz, temperatura, humedad, precipitación), pérdida total o parcial del banco de semillas, disminución de la regeneración de plántulas, pérdida o disminución en la riqueza de especies, disminución del tamaño de las poblaciones y disminución del tamaño del bosque (Barrera y Valdés 2007).

Se calcula que entre 2006 y 2010, la cobertura forestal de Guatemala tuvo una pérdida neta de 146,112 hectáreas. Lo anterior aunado a la degradación de otras tierras forestales, crea un potencial de “vulnerabilidad” o riesgo para las poblaciones humanas del país. Los disturbios ecológicos han provocado –y pueden seguir provocando– futuros desastres, los cuales agudizan la precaria situación socioeconómica del país, puesto que los disturbios coinciden con las zonas de mayor pobreza (Mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala, 2014).



Fotografía: Beatriz Cardona. Tacaná, San Marcos. Febrero de 2012.

La pérdida del equilibrio de los ecosistemas se debe a factores naturales, inducidos y antrópicos, cuyos efectos provocan disturbios en el paisaje. La aparición de un claro, la pérdida parcial del suelo (flechas rojas) y la disminución en la riqueza de especies son evidencias de disturbio, como en esta localidad de Tacaná, San Marcos. La fotografía evidencia disturbios en el bosque y cambio de uso del suelo por la agricultura.



El territorio guatemalteco es afectado por amenazas influidas por cuatro factores. El primer factor es la ubicación del país entre dos grandes masas continentales, entre dos océanos y en una faja afectada por la zona de convergencia intertropical, por la cual sufre la incidencia de eventos de origen hidrometeorológico como huracanes, lluvias intensas, temporales y en consecuencia inundaciones y deslizamientos. El segundo factor consiste en la influencia del movimiento de tres placas tectónicas: placa de Cocos, placa del Caribe y placa de Norteamérica. Estas placas tienen un punto de encuentro en el territorio nacional, las cuales al interactuar entre sí, han dado origen a la abrupta topografía, así como al permanente reajuste de la corteza terrestre que provoca sismos. El tercer factor (efecto del factor anterior) consiste en la interacción entre la placa de Cocos y la placa del Caribe, la cual ha dado origen al cinturón volcánico que

atraviesa al país de Oeste a Este y está constituido por más de 324 estructuras de origen volcánico o focos eruptivos. De estas estructuras destacan 37 cumbres volcánicas. Los focos eruptivos expulsan material piroclástico, el cual ingresa nuevo material madre para los suelos, pero también cambian la topografía de las zonas donde se depositan, ya sea por acción del viento o del agua.

La cuarta amenaza son las prácticas incorrectas e insostenibles del aprovechamiento de los recursos naturales por parte de la población en Guatemala.

Si no se restauran las tierras forestales degradadas ¿Cuáles son los riesgos o los desastres que podría afrontar la población guatemalteca en el futuro? A continuación se enlistan los desastres más importantes producto de los disturbios provocados por la eliminación de la cobertura forestal y la alteración del equilibrio ecológico:

2.4.1 Fallas y deslizamientos

Debido a la interacción de los cuatro factores de amenaza en Guatemala, se producen fallas y deslizamientos, principalmente donde la topografía presenta altas pendientes. El país cuenta con un sistema de fallas muy desa-

rollado, producto de la tectónica de placas. Existen tres familias de fallas, siendo estas: la “zona de subducción” (zona bajo la Costa del Pacífico que origina un gran número de sismos) y las fallas de primer y segundo orden.

2.4.2 Sequías

Las sequías son fenómenos hidrometeorológicos que ocurren en forma natural. Sin embargo, la pérdida de cobertura forestal en el mundo y la emisión de gases de efecto invernadero (GEI), ocasionadas por acciones humanas han provocado su desequilibrio, acelerando su frecuencia e intensificando sus daños. Las sequías producen la mayor cantidad de pérdidas agrícolas en el mundo, lo cual provoca inseguridad alimentaria.

Según IARNA (2005), Guatemala posee aproximadamente 5,500 kilómetros cuadrados (5% del total de su territorio), con “muy alta y extremadamente alta” amenaza por sequía. Las áreas con mayor grado de amenaza son los valles orientales y la región central, desde Jutiapa, Jalapa, Chiquimula, Zacapa, El Progreso y Baja Verapaz, hasta llegar a Quiché. Esta área es denominada estratégicamente como: “corredor seco”.





Fotografía: Beatriz Cardona. Chiquimula. Abril de 2016.

Parcela ubicada en el departamento de Chiquimula, parte del corredor seco de Guatemala, en donde se evidencia la escasez de agua debido a la alteración de los ciclos de lluvia, teniendo como consecuencia bajos rendimientos en la producción agrícola y pérdida de suelo por erosión.

La baja cantidad de precipitación pluvial del corredor seco es producto de la orografía aledaña, donde la cadena volcánica en el sur, así como la franja transversal y la sierra madre en el norte, son barreras naturales donde chocan las nubes llevadas por los vientos de los océanos Pacífico y Atlántico, respectivamente.

El riesgo se intensifica cuando ocurren anomalías en la distribución de las lluvias y no son satisfechos los requerimientos de agua para la producción agrícola de la región. Las poblaciones humanas obtienen agua gracias a los ríos que nacen en las zonas de captación hídrica

y manantiales de las partes altas de las montañas colindantes (ejemplo Sierra de las Minas, Sierra de Chamá y Sierra de Chuacús) (IARNA, 2005).

La restauración del paisaje forestal es importante y prioritaria para mitigar los desequilibrios climáticos provocados por las sequías, principalmente por el beneficio de la recarga hídrica que ocurre en las coberturas boscosas de las zonas altas y medias, las cuales posteriormente suministran el agua a las regiones secas por medio de los ríos.



2.4.3 Heladas

Similar a las sequías, las heladas son fenómenos hidrometeorológicos que ocurren en forma natural. Consisten en un descenso de la temperatura ambiente a niveles inferiores al punto de congelación del agua; esto provoca que el agua o el vapor que está en el aire se congele depositándose en forma de hielo en las superficies. A pesar de que Guatemala se encuentra en la faja subtropical, posee una superficie de 7,622 kilómetros cuadrados susceptible a heladas (alrededor de 7% de la superficie nacional); esta faja tiene una probabilidad anual superior al 50% de sufrir los efectos de una helada, sobre todo en zonas por encima de los 2,200 metros sobre el nivel del mar, principalmente en la Sierra Madre y los Cuchumatanes. En base a su experiencia, los po-

bladores de estas zonas adaptan su calendario agrícola a este fenómeno. Los departamentos más afectados son Quetzaltenango, San Marcos, Totonicapán, Sololá y Huehuetenango.

La restauración del paisaje forestal es importante debido a que la cobertura forestal crea una barrera natural y un microclima que protege las zonas susceptibles a heladas. Las técnicas ancestrales de restauración promueven el uso de especies menores como “nodrizas” que protegen a las especies forestales en sus primeros estadios de crecimiento. Es importante recalcar que el pastoreo intensivo de ganado ovino y caprino reduce y/o elimina las nodrizas, retardando el proceso de regeneración natural.



Fotografía: Francisco Figueroa. Tacaná, San Marcos. Abril de 2016. (Pinabete quemado por las heladas)

Las fuertes heladas que han sufrido los municipios del occidente del país han provocado la pérdida de cultivos agrícolas y especies forestales, principalmente en las primeras etapas de su desarrollo. En la fotografía se observa la quemadura de pinabete (*Abies guatemalensis Rehder*) por heladas en el municipio de Tacaná, San Marcos.

2.4.4 Incendios

Los incendios forestales en Guatemala son recurrentes y provocados, en forma directa o indirecta, por las poblaciones humanas. Estos ocurren principalmente de febrero a mayo. Entre las causas que provocan los incendios forestales se encuentran: la incorporación de nuevas tierras forestales a usos agropecuarios (rozas o quemas agrícolas fuera de control), la quema de grandes extensiones de pastizales y la irresponsabilidad de las personas.

Existen factores externos que aumentan la probabilidad y la intensidad de este riesgo, como las condiciones climáticas extremas (altas temperaturas, déficit hídrico y baja humedad). FAO considera a Guatemala como un país de alto riesgo de incendios.

Los efectos son numerosos: pérdida de la estructura y funcionalidad de bosques primarios y secundarios, sucesión vegetal con especies predominantes consecuentes al fuego, daños y muerte de la fauna, destrucción de la

microflora y microfauna del suelo, susceptibilidad de los suelos a la erosión hídrica y eólica, deslaves de bloques de tierra y piedra por la falta de anclaje que proporcionan las raíces de la vegetación. Los mayores incendios de la historia del país fueron reportados en los años 1998, 2003 y 2005, con cientos de miles de hectáreas de bosques y áreas protegidas quemadas (SIFGUA, 2016).

En 1998 la superficie afectada por incendios fue de 678,795 ha y en el año 2003 fueron 82,968 ha. El año de 1998 fue un año con influencia del fenómeno “El Niño”, el cual provocó altas temperaturas durante varios meses de la época seca, resultando en una aridez propicia con gran cantidad de material combustible para los incendios. La mayor recurrencia de incendios entre 1998 y 2003 sucedió en los departamentos de Petén, Chiquimula, Quiché, Zacapa, Jalapa y las Verapaces. Petén es la región más amenazada por estos fenómenos y los municipios más vulnerables son Sayaxché, Dolores, Poptún y La Libertad (IARNA, 2005).



Fotografía: Francisco Figueroa. Taxisco, Santa Rosa. Enero 2015.

Bosque secundario del bosque húmedo subtropical cálido en Taxisco, Santa Rosa, destruido por un incendio provocado por un recolector de miel silvestre, quien usó humo para ahuyentar a las abejas y por descuido inició el fuego en un pastizal seco, el cual aunado al déficit hídrico y fuertes vientos del mes de marzo incendió al menos 100 hectáreas, destruyendo la cobertura vegetal existente, dejando susceptibles los suelos a erosión eólica y con la llegada de las lluvias, provocó fuerte erosión hídrica.



2.4.5 Erosión

La erosión o degradación del suelo es un fenómeno natural que consiste en el desprendimiento y pérdida de las partículas del suelo, producto de otros cuerpos (como el agua o el viento) (ANACAFE, 2016).

En términos generales la degradación del suelo provoca alteraciones en el nivel de fertilidad del suelo y consecuentemente en su capacidad de sostener una agricultura productiva. Las causas más importantes que provocan erosión son: antrópicas (la deforestación, sobrepastoreo, los incendios, las prácticas agrícolas inadecuadas y movimientos del suelo). Estas causas dejan el suelo des-

nudo, el cual queda susceptible a ser removido por la escorrentía hídrica y el viento.

En áreas donde la cubierta vegetal ha desaparecido, el suelo está erosionado y los cultivos disminuyen su productividad. Las técnicas a usarse deberán ser más severas para inducir la recuperación inicial del suelo y luego la cubierta vegetal. Por ejemplo en zonas inclinadas y quebradas, sembradas con café, se pierden aproximadamente 20 toneladas de suelo / ha / año, en los meses más lluviosos. El 60% de estos suelos perdidos termina en ríos o lagos, aumentando el riesgo a inundaciones y deslaves.



Fotografía: Francisco Figueroa. Tonicapán Abril de 2016.

Evidencia de erosión hídrica en los suelos de Tonicapán.

2.4.6 Inundaciones

Las inundaciones son fenómenos recurrentes y muy frecuentes conforme pasan los años. Según MAGA, en un análisis realizado sobre puntos de inundación registrados por CONRED de 1996 al 2000, se indicó que 82.4% de las inundaciones ocurrieron en áreas con pendientes menores al 8%. La vertiente del Pacífico presenta la mayor ocurrencia de eventos (60%), seguido por la vertiente del Mar Caribe con 36% y el 4% restante ocurrió en la vertiente del Golfo de México.

La mayor cantidad de eventos ocurrieron en la segunda mitad del invierno; el 65% de estos ocurrieron entre los meses de agosto y noviembre. Las cuencas más afectadas fueron las del Río María Linda, Río Motagua, Río Achiguate y Río Cuyolate. Los departamentos más vulnerables a inundaciones son: Escuintla, Zacapa, Santa

Rosa, Izabal, San Marcos y Alta Verapaz. Las poblaciones más vulnerables y afectadas en eventos pasados (como el huracán Mitch en 1998) son principalmente las de los ríos María Linda, Achiguate y Cuyolate; las poblaciones de la Cuenca Media y Baja del Motagua (desde Zacapa a Izabal) y los poblados de la cuenca del río Polochic (IARNA, 2005).

La restauración del paisaje forestal es importante para mitigar los daños provocados por las inundaciones, a través de la conservación y recuperación de las zonas de recarga hídrica, los bosques riparios y el bosque manglar. A largo plazo, la restauración regula el microclima y la recarga hídrica, evitando las inundaciones en las zonas bajas por el asolvamiento con sedimentos erosionados de las partes altas y medias de las cuencas.

2.4.7 Plagas y enfermedades

Las plagas y enfermedades forestales son un factor de riesgo que puede destruir parcial o totalmente la inversión económica realizada en las actividades forestales. Entre el año 2006 y 2015, las plagas afectaron 43,950

hectáreas, donde aproximadamente el 54% fueron plantaciones forestales y el 46% fueron bosques naturales (SIFGUA, 2016).



Fotografía: Francisco Figueroa, Morazán, El Progreso, Abril 2015.

Pino rojo (*Pinus tecunumanii*) en la Sierra de las Minas, jurisdicción del municipio de Morazán, El Progreso, atacado por el gorgojo del pino (*Dendroctonus sp.*), plaga que prolifera por desequilibrios ecológicos causados por variaciones climáticas, incendios y ausencia de enemigos naturales



Tercera Sección:

Acciones de campo previas a iniciar con las prácticas y sistemas de restauración

Las acciones de restauración podrían fracasar si se implementan en un suelo degradado. La degradación del suelo, es definida por FAO como el cambio del estado de la salud del suelo, resultando en una capacidad disminuida del ecosistema para proporcionar bienes y servicios para sus beneficiarios. Los efectos de la degradación son numerosos. Entre ellos se pueden mencionar: la disminución de la fertilidad del suelo, la elevación de la acidez, salinidad, alcalinización, deterioro de la estructura del suelo, fragilidad y/o susceptibilidad a la erosión eólica e hídrica, pérdida de la materia orgánica y de la biodiversidad (FAO, 2016).

Para recuperar y mejorar los suelos degradados se deben realizar acciones de prevención, mitigación y rehabilitación del suelo. Es necesario recobrar y crear las condiciones edafológicas favorables, recuperando las características estructurales, físicas y químicas del suelo, las cuales son necesarias para la buena germinación de las semillas, la emergencia de las plantas jóvenes, el crecimiento de las raíces, el desarrollo de las plantas y la cosecha (ANACAFE, 2016).

Entre las prácticas de prevención, mitigación y rehabilitación del suelo se encuentran las “prácticas de conservación del suelo y agua”: las cuales WOCAT/FAO las define como las actividades a nivel local que mantienen o aumentan la capacidad productiva de la tierra en áreas propensas o afectadas por la degradación. Estas actividades están dirigidas a la prevención o reducción de la erosión del suelo, consolidación (compactación) y concentración de la salinidad; la conservación o drenaje del suelo y el mantenimiento o mejoramiento de la fertilidad del suelo. Por ejemplo, para reducir la erosión, las prácticas de conservación de suelos disminuyen la velocidad del agua en suelos ubicados en laderas, interceptándola, reteniéndola e infiltrándola, evitando así, el arrastre del suelo escurrido. Al aplicar estas prácticas, se contribuye

a conservarlas características físicas, químicas y microbiológicas, logrando mantener y/o mejorar la fertilidad y por ende la productividad del suelo. En un manejo eficiente del suelo debieran mejorarse las características deseables del mismo, con buenas prácticas agrícolas que combinan una serie de técnicas destinadas a su conservación (FAO, 2000).

Dentro de los componentes importantes de las buenas prácticas de conservación de suelos se pueden enlistar:

- i. Reposición de la materia orgánica
- ii. Mantener una adecuada reacción química
- iii. Buena o adecuada cubierta vegetal
- iv. Control de la erosión
- v. Adopción de prácticas de manejo acorde a sus necesidades.

En forma similar, existen nueve (09) principios generales que se deben considerar como lineamientos básicos para manejar los suelos:

- 1) Aumentar la cobertura vegetal sobre los suelos:** Es el principio más importante en el manejo sostenible de los suelos. Conlleva múltiples beneficios: a) aumenta la porosidad; b) baja la temperatura del suelo; c) reduce el enmalezamiento; d) reduce la erosión hídrica y eólica; e) aumenta la infiltración de la lluvia; f) mejora las condiciones de germinación; g) estimula la actividad biológica del suelo; h) favorece el control biológico de las plagas; i) mejora la estabilidad estructural de los agregados superficiales; j) aumenta el contenido de materia orgánica de la capa superficial; k) reduce la pérdida de humedad por evaporación; l) aumenta la humedad disponible.



- 2) **Aumentar la cantidad de materia orgánica del suelo:** Este principio está estrechamente relacionado con el principio anterior, porque al incrementar la cobertura del suelo con materiales orgánicos se incrementa el contenido de materia orgánica de los horizontes más superficiales. Es más difícil aumentar el contenido de materia orgánica de los horizontes inferiores y especialmente de los horizontes del subsuelo. Los efectos beneficiosos del aumento de la materia orgánica son: a) Incrementa la estabilidad de los agregados superficiales; b) aumenta la capacidad de retención de humedad del suelo; c) incrementa la capacidad del suelo para retener nutrientes; d) estimula la actividad biológica del suelo.
- 3) **Aumentar la infiltración y retención de la humedad:** Entre sus efectos beneficiosos se pueden mencionar: a) Disminuir el déficit de humedad y b) incrementar el rendimiento y producción de biomasa.
- 4) **Reducir la escorrentía**
- 5) **Mejorar las condiciones de enraizamiento**
- 6) **Mejorar la fertilidad química y la productividad**
- 7) **Reducir los costos de producción:** Los efectos de reducir los costos de producción son: a) Incrementar la rentabilidad neta; y b) sistemas de producción más sostenibles.
- 8) **Proteger las parcelas:** Los terrenos deben protegerse de los efectos de las inundaciones, la erosión hídrica, los vientos fuertes, la erosión eólica y los deslizamientos de tierra.
- 9) **Reducir la contaminación del suelo y del ambiente.**

Como se mencionó anteriormente, para recuperar los suelos degradados, es necesario realizar prácticas de conservación de suelo y agua, describiendo seguidamente las más importantes.



Fotografía: Beatriz Cardona. Aguacatán, Huehuetenango. Octubre de 2016.

Dentro de las actividades previas a las prácticas de restauración de tierras forestales en áreas donde existe un alto nivel de degradación es necesaria la incorporación de enmiendas (por ejemplo fertilización ecológica a través de la coqueta roja (*Eisenia foetida*) para la recuperación de las características físicas, químicas y microbiológicas que ayudarán a mejorar la fertilidad y productividad del suelo.

3.1 Prácticas de recuperación y/o conservación de suelo

3.1.1 Curvas a nivel

Es el trazo de una línea a nivel perpendicular a la pendiente de un terreno. El propósito es establecer allí el surco de siembra o trazar en ellas las obras de conservación de suelos. Se pueden trazar con aparatos rústicos como nivel "A", caballete o aparatos específicos, como un clinómetro. La pendiente de un terreno también se puede determinar con estos aparatos. La idea básica de las curvas a nivel es que cada surco de siembra sirva como una barrera al paso de las escorrentías disminuyendo su velocidad y por ende el arrastre del suelo.



Fotografía: Francisco Figueroa. San Marcos. Abril de 2016.

Curva a nivel.

3.1.2 Terraza continua

Son terraplenes formados sobre líneas a nivel y contruidos en sentido transversal a la pendiente del terreno, estableciendo allí el surco de siembra. Deben tener un desnivel de 5% máximo hacia el talud superior. Se sugieren para terrenos con más de 20% de pendiente. Estas estructuras promueven la estabilidad de laderas inclinadas.



Fotografía: Francisco Figueroa. San Marcos. Abril de 2016.

Terraza continúa.

3.1.3 Terraza individual

Son pequeñas plataformas semicirculares o cuadradas en cuyo centro se siembra la planta, el diámetro de la terraza puede estar determinado por el distanciamiento de siembra y darle también un desnivel de 5% contrario a la pendiente. Pueden usarse en cafetales ya establecidos y con pendientes de hasta 50%.



Fotografía: Francisco Figueroa. Chiquimula. Abril de 2016

Terraza individual.



3.1.4 Barrera viva

Esta práctica consiste en sembrar, sobre una curva a nivel, plantas perennes, de crecimiento rápido, denso, buen amacollamiento y que no compitan con el cultivo. Por ejemplo: palo de agua, canavalia, gandul o izote. La finalidad es que intercepten el agua de lluvia disminuyendo la velocidad que corre sobre la superficie, impidiendo el arrastre del suelo. La distancia entre cada barrera dependerá de la pendiente. Por ejemplo, para una pendiente de 20%, se deben construir y establecer barreras vivas a cada 15 metros. Para pendientes mayores de 50%, a cada 8 metros.



Fotografía: Carlos Palma. Huehuetenango. Noviembre de 2011.

3.1.5 Barrera muerta

Consiste en la construcción de muros de piedra o rastrojos, siempre sobre una curva a nivel, el muro debe establecerse sobre una base plana de 30 centímetros para darle sustentación y no sobrepasar los 60 centímetros de altura.

Barrera Viva:



Fotografía: Beatriz Cardona. Chiantla, Huehuetenango. Mayo de 2016.

3.1.6 Acequia

Son zanjas o canales de forma trapezoidal contruidos en dirección transversal a la pendiente. Por lo general tienen un ancho de 30 centímetros en el fondo y con taludes regulares de acuerdo a la pendiente del terreno. En el borde inferior de esta estructura, a todo lo largo, se siembra una barrera viva a modo de soporte y la distancia entre acequias dependerá de la pendiente. Por ejemplo, para una pendiente del 30%, se construye una acequia a cada metro.

Barrera Viva:

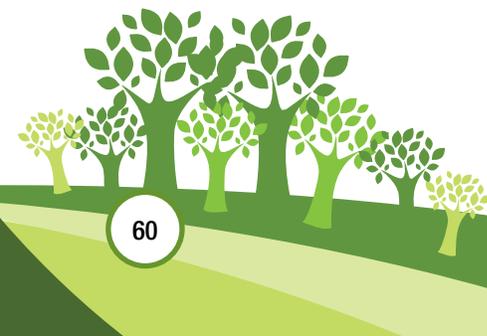


Fotografía: Beatriz Cardona. Chiantla, Huehuetenango. Mayo de 2016.

3.1.7 Pozos de absorción

Son pequeñas zanjas de 50 centímetros de largo por 40 centímetros de ancho y hasta un metro de profundidad. Se construyen con el objeto de captar el agua que corre superficialmente (escorrentías). Se recomiendan para pendientes de 10 a 50%.

Pozo de absorción



3.1.8 Enmiendas al suelo para mejorar los procesos de restauración

Cuando los disturbios al ecosistema han sido muy severos, la estructura y funcionalidad del suelo es afectada drásticamente, provocando que la regeneración vegetal se desarrolle en forma muy lenta. Por tanto, algunas veces será importante la enmienda o la incorporación de nutrientes al suelo para acelerar estos procesos y recuperar rápidamente la cobertura vegetal.

Al momento de hacer un enriquecimiento de nutrientes en el suelo, generalmente se utilizan enmiendas orgánicas y/o químicas. Los fertilizantes químicos poseen una alta capacidad de suplir nutrientes escasos y pueden servir para obtener una cobertura vegetal rápidamente. La fertilización en sitios degradados promueve el establecimiento y aumenta la producción de biomasa de especies herbáceas.

Si se desea profundizar en las prácticas de conservación de suelos y agua, a continuación se proporcionan referencias de manuales prácticos, donde se detalla el dónde, cuándo y cómo realizarlas, los cuales presentan algunos ejemplos de aplicación.

- Conservación de suelos y agua, Proyecto de manejo sostenible de los Recursos Naturales de la Sierra de los Cuchumatanes, por Silvia Monterroso, PROCUCH, 2002.
- Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos. Boletín de Tierras y Aguas de la
- FAO 8, Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura, 1997.
- Prácticas de conservación de suelos y agua para la adaptación productiva a la variabilidad climática. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–, Santiago de Chile, 2011.
- Guía técnica del extensionista rural. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación; Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. MAGA-FAO, Guatemala, 2014.
- Conservación del suelo como estrategia de producción. Asociación Nacional del Café –ANACAFE–. 2016, recuperado en la web, URL: www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Conservacion-de-suelo-produccion.
- Guía sobre Prácticas de conservación de suelos. Proyecto UE-CUENCAS. Unión Europea; Fundación Hondureña de Investigación Agrícola. La Lima, Cortés, Honduras, 2004.
- Restauración funcional del paisaje rural: Manual de Técnicas. Serie técnica: gobernanza forestal y economía. Número 3. Programa Regional de Cambio Climático USAID UKAID. UICN, por Andrés Sanchún, Raúl Botero, Albert Morera Beita, Germán Obando, Ricardo O. Russo, Carola Scholz y Manuel Spinola. San José, Costa Rica, 2016.

3.2 Medidas de prevención contra riesgos

Los desastres se originan cuando convergen amenazas y vulnerabilidades. Las amenazas pueden ser: a) de origen natural como los sismos; b) de origen antrópico como el derrame de sustancias químicas en fuentes de agua ó c) de origen socio-natural como los deslizamientos. La vulnerabilidad es un factor meramente social, y

se refiere a las condiciones que nos hacen propensos a sufrir daños por la ocurrencia de un evento físico determinado (amenaza).

El análisis de los desastres, desde la relación amenaza/vulnerabilidad permite comprender que los procesos de



desarrollo inciden directamente en el aumento o la reducción de la vulnerabilidad. Es decir, que el desarrollo mal planificado puede provocar desastres mientras que el desarrollo bien planificado puede reducirlos.

Para reducir la vulnerabilidad, se debe procurar que el desarrollo sea producto de un proceso de planificación que privilegia la seguridad humana como parte fundamental de la sostenibilidad. Es decir, que se fomenten marcos programáticos que garanticen que el desarrollo sea seguro y sostenible. La vulnerabilidad se puede desglosar en varios componentes.

La vulnerabilidad institucional, se refiere a las debilidades institucionales en cuanto a su organización. La vulnerabilidad jurídica, se relaciona con la estructura jurídica producto de la falta de especificidad de las leyes o su inexistencia. La vulnerabilidad social, se refiere a la escasa capacidad de una población para reducir los riesgos. Y, la vulnerabilidad territorial que se entiende como los cambios físicos del uso de suelo y las dinámicas socioeconómicas que degradan el territorio. La reducción de desastres se relaciona directamente con la reducción de la vulnerabilidad y por lo tanto, con la reducción de las condiciones de riesgo a desastres.

El Programa Nacional de Prevención y Mitigación ante Desastres 2009-2011 parte de esta relación y por lo tanto, propone medidas de prevención y mitigación. La prevención incluye actividades prospectivas para redu-

cir el riesgo a desastre. En la prevención se desglosan las políticas de inversión pública o privada, el diseño de escenarios de impacto de la intervención humana y las medidas necesarias para su prevención y mitigación.

En la prevención se predicen riesgos emergentes mediante la formulación de escenarios prospectivos. La mitigación es una gestión correctiva. Es el conjunto de metodologías e instrumentos para la estimación del riesgo, su ubicación territorial, la identificación y caracterización de la población expuesta y su nivel de exposición, y la implementación de medidas para su reducción (CONRED, 2009).

Por otro lado, los bosques pueden salvar vidas durante y después de los desastres, brindando alimentos, madera para la reconstrucción, leña, medicinas y medios por los cuales las poblaciones afectadas pueden obtener su sustento.

Los bosques y los árboles, si están bien manejados, pueden reducir los impactos de los desastres. En los terrenos escarpados, por ejemplo, los bosques bien manejados pueden reducir la erosión del suelo causada por las inundaciones y, en algunos casos, evitar el deslizamiento de tierras. Los manglares y otras zonas forestales costeras pueden reducir los daños causados por el oleaje de tormentas y los maremotos, y las tierras y bosques bien manejados pueden reducir el riesgo de incendios forestales.



Cuarta Sección:

Prácticas y sistemas de restauración en base a las categorías de la estrategia nacional de restauración del paisaje forestal



Fotografía: Beatríz Cardona. Chiantla, Huehuetenango. Mayo de 2016

Área restaurada en Chiantla, Huehuetenango, recuperado por medio del uso de plantas nodrizas y enriquecido con especies nativas.

Esta sección proporciona información sobre las opciones, prácticas y técnicas que pueden usarse para realizar la restauración del paisaje forestal. La recuperación y/o conservación de la capa edáfica fue tratada anteriormente. En esta sección se describirán las técnicas para recuperar y/o conservar la capa vegetal y la selección de la práctica según el objetivo propuesto para dicha cobertura vegetal.

Ambos elementos (suelo y vegetación) son importantes para el equilibrio ecológico y para el ser humano. El establecimiento de especies vegetales sobre un terreno desde el enfoque de “restauración” debe perseguir un objetivo, el cual debe incluir la devolución de las funciones ecosistémicas, así como la producción de bienes y

servicios para el ser humano (siendo esto último el enfoque antropocéntrico de la restauración).

La estrategia nacional desarrolló un Mapa de áreas potenciales de restauración, el cual propone ocho categorías para restaurar tierras degradadas en el país. A continuación se presentan las categorías propuestas en el mapa de áreas potenciales de restauración, divididas en los dos objetivos anteriormente mencionados. Cada categoría posee una descripción, la importancia de la misma para la restauración, así como las prácticas y recomendaciones para la restauración. La intención es ofrecer un grupo de prácticas y acciones para lograr la restauración, a sabiendas que existen muchas más que las presentadas en esta sección.



4.1 Objetivo de Protección

4.2.1 Categoría: Tierras Forestales de Protección

4.2.1.1 Bosque natural de protección

A. Descripción. Dentro de éste apartado se han agrupado las tierras forestales de protección y las áreas protegidas, ya que las prácticas y recomendaciones de restauración a utilizar, son similares para ambas categorías. La definición de bosque natural de protección, indica que es aquel que aporta funciones de conservación si se encuentra en su estado natural y bajo buenas condiciones ecológicas naturales. Bajo tales condiciones, la salud y la vitalidad del bosque son muy importantes ya que permiten que crezcan con suficiente fuerza y vigor, a manera de poder contrarrestar las fuerzas físicas que afectan a los suelos a través de la erosión del agua. El mismo vigor permi-

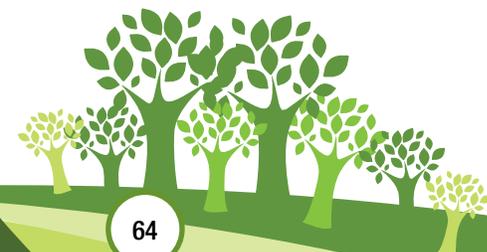
te que una arquitectura bien estructurada y un follaje abundante se opongan a la erosión del viento. La salud de los bosques es fundamental para muchas de sus funciones ambientales.

Según Gottle y Sene (2016), el bosque bajo un adecuado estado de conservación, asegurando la gestión y el desarrollo, interviene especialmente en las siguientes funciones ambientales y protectivas de mayor importancia: a) protección de los recursos del agua; b) protección del suelo; c) atenuación del clima local y reducción del impacto de emisiones de gases; d) conservación del hábitat natural y de la diversidad biológica; e) funciones recreativas y sociales y f) protección de los bosques contra la erosión cultural.



Fotografía: Carlos Palma. Todos Santos Cuchumatán, Huehuetenango. Noviembre de 2011.

Bosque natural para protección.



Según el Decreto 4-89, Ley de Áreas Protegidas, se denominan “áreas protegidas” a aquellas áreas, incluidas sus respectivas zonas de amortiguamiento, que tienen por objeto la conservación, el manejo racional y la restauración de la flora y fauna silvestre, recursos conexos y sus interacciones naturales y culturales, que tengan alta significación por su función o sus valores genéticos, históricos, escénicos, recreativos, arqueológicos y protectores, de tal manera de preservar el estado natural de las comunidades bióticas, de los fenómenos geomorfológicos únicos, de las fuentes y suministros de agua, de las cuencas críticas de los ríos, de las zonas protectoras de los suelos agrícolas, de tal modo de mantener opciones de desarrollo sostenible (Congreso de la República de Guatemala, 1989).

B. Importancia. La mayor importancia de restaurar y proteger un bosque natural es que al devolver la estructura y funcionamiento del mismo, brinda alrededor de 18 bienes y servicios ambientales a distintas escalas.

- a) En la escala local: los bosques satisfacen las necesidades del ser humano proveyéndole alimentos, madera y fibras; mantienen las condiciones aptas para la vida por ser reguladores del clima, inundaciones, enfermedades y del agua. Ofrecen un entorno de recreación y educación; ayudan a la formación de suelos, así como a la producción primaria y reciclaje de nutrientes.
- b) En la escala global: desempeñan un rol importante en la fijación de carbono y la protección de cuencas internacionales. Constituyen una belleza paisajística y son un recurso fundamental para la conservación de la biodiversidad.

El factor crítico de la protección y conservación del bosque natural es lograr la sostenibilidad y el equilibrio entre el uso humano de los bienes y la conservación de los mismos. El ordenamiento territorial y

forestal es una clave para conseguir la sostenibilidad de un bosque y mantener una mayor integridad ecológica de los ecosistemas forestales.

C. Prácticas de restauración en tierras forestales de protección. En el Cuadro 11 se presentan recomendaciones para la implementación de acciones y prácticas de restauración en los bosques naturales de protección, a partir del ecosistema, del objetivo general de restauración y considerando los niveles de degradación.

- C.1. El Plan de Manejo de la Restauración es la herramienta base para el seguimiento y evaluación del cumplimiento de las actividades planificadas, basadas en objetivos fijados por los actores interesados. Las medidas silviculturales, agrícolas, pecuarias y edáficas, entre otras, deberán ser ejecutadas según el plan de manejo, el cual podrá ser modificado según las circunstancias de los territorios, buscando la eficiencia en el logro de los objetivos de restauración propuestos. Se tomará en consideración las variaciones en la densidad que pudieran ocurrir. Debe realizarse inventario de la vegetación arbórea y de la vegetación arbustiva, brinzales y latizales, para tomar la mejor decisión sobre las acciones del plan de manejo.

Los “árboles fuera del bosque” son definidos como árboles dispersos que existen sobre el área de interés a restaurar. Es importante no eliminarlos, con la finalidad de conservar la diversidad biológica, el germoplasma nativo e incorporar tierras con árboles fuera del bosque en la actividad forestal.

- C.2. Establecimiento de rondas cortafuegos en el perímetro del polígono, con un ancho mínimo de tres (03) metros de ancho. El ancho de esta ronda puede variar según el riesgo de incendios del área y se les debe dar su correspondiente mantenimiento anual.



- C.3. En restauración del paisaje forestal, la plantación, el enriquecimiento y la completación, debe realizarse con especies nativas de la localidad.
- C.4. Realizar actividades silviculturales y aprovechamientos de bajo impacto, cuando los árboles lo requieran, para asegurar su sanidad y supervivencia. Entre los aprovechamientos de bajo impacto se consideran madera y leña con fines de consumo familiar, cosecha de plantas medicinales, ornamentales, entre otros. Los entresaqueos que se realicen deben ser selectivos. Está terminantemente prohibida la tala rasa.
- C.5. Manejar la abundancia de especies que puedan perjudicar el crecimiento y desarrollo de individuos vulnerables o que sean de alta importancia para los objetivos de restauración.
- C.6. Actividades de limpieza o liberación de lianas de los árboles sembrados.

Cuadro 11. Acciones y prácticas de restauración según los niveles de degradación, para el objetivo de protección de bosques nativos y bosques riparios

Ecosistema	Objetivo general	Objetivos e intereses específicos	Nivel de degradación	Acciones y prácticas de restauración
Todos los ecosistemas	Protección	Bosque natural de protección	Incipiente	vigilancia perimetral
				rotulación
				rondas cortafuegos
			Intermedia (bosque degradado)	vigilancia perimetral
				rotulación
				rondas cortafuegos
				completación o enriquecimiento
				curvas a nivel o prácticas de conservación de suelos moderadas
			Severa	vigilancia perimetral
				rotulación
				rondas cortafuegos
				cercado
				perchas para aves
				control de especies invasoras
				plantación o nucleación
				prácticas de conservación y recuperación de suelo
				fomento de la regeneración natural de especies residuales
			Extrema	vigilancia perimetral
				rotulación
				rondas cortafuegos
				cercado
				perchas para aves
				control de especies invasoras
				plantación o nucleación
fuertes prácticas de conservación y recuperación de suelos				
fomento de la regeneración natural de especies herbáceas y arbustivas				
plantas nodrizas				

Fuente: INAB, 2016.



C.7. Según el manual de lineamientos técnicos de INAB (2016), la cantidad mínima de especies nativas arbóreas que deben establecerse en un bosque natural de protección dependerá del tipo de bosque, como se indica en el Cuadro 12. Sin embargo, en la medida de lo posible, para objetivos de protección en restauración, se recomienda aumentar estas cantidades de especies arbóreas e incluir especies arbustivas y leñosas.

Cuadro 12. Cantidad mínima de especies arbóreas requeridas por los incentivos forestales probosque

Tipo de bosque	Cantidad mínima de especies
Bosque subtropical	10
Bosque seco	06
Bosque templado y frío	03

Fuente: (INAB, 2016)

D. Recomendaciones de restauración en tierras forestales de protección

D.1. Dependiendo del objetivo y la práctica o sistema de restauración, las densidades de siembra pueden variar en función de la condición de degradación del bosque (incipiente, intermedia, severa y extrema).

En el Cuadro 13 se sugieren densidades según el nivel de degradación del bosque.

- D.2. Por ejemplo, si lo que se quiere (objetivo) es asegurar cobertura leñosa, se seleccionarán las especies nativas más recomendables para leña, procurando la mayor densidad permisible.
- D.3. Cuando los terrenos vecinos del área a proteger tengan ganado, se recomienda colocar un cerco de alambre espigado para evitar el paso del mismo. Dicho cerco también sirve para delimitar los linderos del terreno a proteger.
- D.4. Como una medida de promoción y visibilidad de las actividades de restauración se recomienda colocar un letrero que identifique el objetivo, el área, así como la práctica o sistema de restauración.
- D.5. Se recomienda realizar vigilancia perimetral para mantener presencia en la zona de protección, monitoreando el área, evitando aprovechamientos ilícitos.
- D.6. En caso de mortandad de las plántulas en el primer año de establecida la práctica de restauración, se recomienda replantar otra(s) especie(s) con mayor adaptabilidad al nivel de degradación del territorio.
- D.7. En el Cuadro 14 se presentan algunas recomendaciones para tres prácticas de restauración y las densidades mínimas iniciales; se incluyen además los requerimientos de densidad para el caso de que las áreas a restaurar apliquen al programa de incentivos forestales PROBOSQUE bajo la modalidad de restauración.

Cuadro 13. Rangos de densidades de especies arbóreas recomendadas según el nivel de degradación del bosque

Nivel de degradación del bosque	Rangos de densidad recomendada
Incipiente	No completar o completar con un número mínimo de especies nativas deseables
Intermedia	Completar con 50 a 250 plántulas por hectárea
Severa y Extrema	Después de propiciar el estrato herbáceo y arbustivo para proteger el suelo, se pueden sembrar entre 200 a 1100 árboles por hectárea de distintas especies nativas para fomentar la biodiversidad.

Fuente: (INAB, 2016)



Cuadro 14. Rangos flexibles de densidad en comparación con las densidades requeridas por PROBOSQUE según las prácticas de restauración

Práctica	Densidad (Rangos flexibles)	Densidad (según PROBOSQUE)
Manejo de la regeneración	250 a 3000 plantas / hectárea	1,111 árboles por hectárea
Enriquecimiento	No menor a 400 plantas / hectáreas	400 árboles por hectárea
Plantación forestal	200 a 1100 árboles / hectárea	1,111 árboles por hectárea. Se consideran árboles existentes con DAP hasta de 5 centímetros

Fuente: INAB, 2016.

- D.8. Según el documento de lineamientos técnicos para el manejo forestal, elaborado por INAB (2016), para la práctica de regeneración natural, se recomiendan entre 20 a 30 árboles semilleros por hectárea con características fenotípicas deseadas en función al objetivo específico.
- D.9. Colocar letreros de prohibición de paso peatonal, paso vehicular o de cacería.
- D.10. El Servicio Forestal de los Estados Unidos –USFS– (Gritzner & Brendecke, 2016) recomienda que para proporcionar un valor auténtico a la restauración se deben incorporar la mayor cantidad de árboles de especies nativas y de origen local. USFS sugiere por lo menos 3 especies nativas. Esto tiene la ventaja de potenciar futuros mercados para los productos forestales, así como contribuir a la diversidad genética, diversidad del paisaje, restablecer la estructura y funcionamiento ecológico, mejorar la resistencia de los suelos de la región y proveer alimento para la fauna silvestre. Diversas instituciones sugieren especies nativas según la región o ubicación geográfica del área a restaurar (UICN, 2016; INAB, 2016).
- D.11. Enriquecer en al menos 20% del área a restaurar, con especies de alto valor comercial, cultural, social y ambiental.

4.2.1.2 Categoría: Bosques riparios

A. Descripción. Se le denomina bosque ripario a la vegetación arbórea y arbustiva ubicada en los márgenes de los ríos, arroyos y otras corrientes o cuerpos de agua. Estos bosques también llamados de galería, ribera o de cañada, se encuentran ubicados en las zonas aledañas a los cursos de agua (UICN y WRI, 2014). Son áreas ubicadas en las márgenes de los ríos, riachuelos o quebradas y en las nacientes de agua. Como bosque ribereño se considera una franja de cobertura vegetal de 15 a 30 metros de ancho (INAB, 2000), a partir de las márgenes de un cuerpo de agua.

INAB enfatiza que para incentivar un bosque ripario, los ríos deben poseer corrientes permanentes, es decir, que tengan agua tanto en época lluviosa como en la época seca del año (INAB, 2016). Sin embargo, existen cauces que anteriormente tuvieron agua en todo el año, pero actualmente por efectos de la variabilidad climática solamente poseen agua en la época lluviosa; de acuerdo a esto, se recomienda también restaurar los bosques riparios de estas corrientes efímeras.

B. Importancia. Los bosques riparios desempeñan un papel importante en la preservación del recurso hídrico, estabilización de los cauces, corredores de dispersión de la biota, albergues para la fauna en épocas secas y mejoran la calidad del agua. Los





Fotografía: Francisco Figueroa. Jutiapa. Abril de 2015.

Bosque de rívera en el departamento de Jutiapa, nótese la presencia de vegetación arbórea y arbustiva ubicados en los márgenes y a lo largo del río, los cuales desempeñan un papel importante en la preservación del recurso hídrico, principalmente en las épocas secas.

bosques riparios de las diferentes eco regiones del mundo son florística y estructuralmente los más diversos y su conservación debería ser un componente integral en las estrategias de manejo de cuencas hidrográficas (Robert et. al., 2000). Las acciones de restauración de las zonas riparias de ríos y nacimientos pueden ser estrategias que permitirán, en un futuro, devolver a estos ecosistemas mayores atributos ecológicos para mejorar la calidad y cantidad de agua en sus caudales.

Su principal función es retener sedimentos que proceden de las partes altas, así como la protección de los cauces, espejos de agua y captación del agua de lluvia por medio de la vegetación existente.

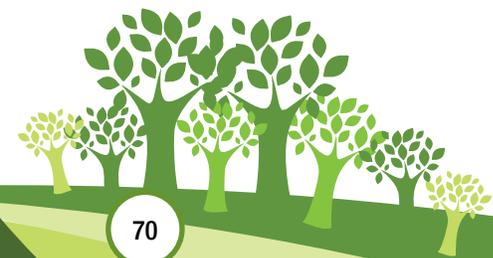
C. Prácticas de restauración en bosques riparios. Las prácticas y sistemas de restauración de

los bosques riparios siguen los mismos objetivos que los bosques naturales de protección. Por tanto, ver dichas prácticas recomendadas en el Cuadro 11.

- C.1. En la legislación nacional, según el Código de Salud (Decreto 90-97, artículo 84), la cubierta forestal debe ser permanente en un ancho mínimo de 25 metros, prohibiéndose la tala de árboles.
- C.2. Según el manual de lineamientos técnicos de la dirección de manejo del INAB (2016), el ancho mínimo de la faja del bosque ripario debe ser de 10 metros, contados a partir de los dos metros de la zona de estabilización del talud del borde del cauce (demarcado por la época lluviosa) y se distribuirá paralelamente al río a proteger.



- C.3. Se podrán incluir especies exóticas que no sobrepasen el 50% del total de individuos a plantar; siempre y cuando el nivel de degradación del suelo sea tipo C ó D.
- C.4. Cuando se deseen cortar malezas o especies que afecten el objetivo de protección del suelo, estas deberán ser removidas en forma mecánica, sin utilizar herbicidas o químicos que puedan contaminar y comprometer la calidad de agua de la fuente a proteger. Las malezas podrán ser extraídas en forma parcial o total cuando limiten el prendimiento y desarrollo de las especies de árboles establecidas.
- C.5. Algunas veces las áreas a restaurar poseen suelos muy degradados, arenosos y/o rocosos, lo cual no permite el prendimiento y buen desarrollo de la cobertura vegetal. Por ejemplo, si los suelos presentan un nivel de degradación B, se recomienda utilizar abonos verdes que ayuden a largo plazo a mejorar la productividad del área. Por otro lado, si los suelos poseen un nivel de degradación tipo C o D, y no favorecen el desarrollo de las plantas, se recomienda utilizar fertilizantes químicos en pequeñas cantidades, facilitando el proceso de restauración.
- C.6. Considerar que al trabajar en áreas riparias es importante evitar la contaminación de los cuerpos de agua con químicos que pueden llegar al manto acuífero por infiltración o aumentar los niveles de nutrientes acelerando los procesos de eutroficación. El fertilizante utilizado adecuadamente podrá ayudar a compensar las deficiencias nutricionales del suelo y no causar otros disturbios en el ecosistema.
- C.7. Para el control de plagas y enfermedades, no deberán usarse métodos químicos para evitar la posible contaminación del cuerpo de agua a proteger.
- C.8. Cuando la densidad inicial del bosque ripario sea del 50% de la densidad inicial, proceder con enriquecimiento, restauración y mejora paulatina de la masa arbórea.
- C.9. Las técnicas, prácticas y recomendaciones utilizadas en el bosque natural de protección son válidas para el bosque ripario, principalmente el uso de árboles fuera del bosque, la protección forestal (incendios, plagas y enfermedades), cercado, vigilancia perimetral, aprovechamientos de bajo impacto, manejo de malezas y densidades de siembra.
- C.10. Utilizar especies nativas amenazadas o en peligro de extinción, de acuerdo a los listados emitidos a nivel nacional por las autoridades competentes; dichas especies seleccionadas deberán producir frutos y semillas que propicien alimento para la fauna nativa del lugar y permitan la conectividad entre ecosistemas;
- C.11. Prestar especial atención para definir el límite natural del cauce en campo, según el comportamiento del río durante la época lluviosa. Una vez definido, se identificará la zona de estabilización del talud; a partir de allí se contarán 2 metros para poder iniciar con el establecimiento de las prácticas de restauración. No deberá establecerse dentro del cauce natural, ni en áreas donde naturalmente el agua fluye y que ponga en riesgo el prendimiento y desarrollo de la práctica de restauración.
- C.12. Para el caso de los ríos cuyo cauce natural esté complementado con estructuras que eviten desbordamientos e inundaciones (tales como bordas), las prácticas se establecerán a partir del límite externo.
- C.13. Establecer una franja de amortiguamiento o franja de protección absoluta (zona buffer) a las orillas de las corrientes efímeras, arroyos y ríos, para proteger el suelo del cauce. Para



esta acción se podrán utilizar las siguientes prácticas de restauración: plantación, enriquecimiento y resiembra de especies nativas. Estas fajas favorecen el movimiento de la fauna (corredores biológicos) y contribuyen a mejorar la calidad del agua del río, al aumentar la infiltración y evitar el desprendimiento de los sólidos hacia el cauce.

- C.14. Aumentar la densidad de individuos por hectárea en cuanto sea posible, para mejorar la captación hídrica, no importando si son especies arbóreas, arbustivas o herbáceas.

D. Recomendaciones de restauración en bosques riparios

- D.1. El Servicio Forestal de los Estados Unidos recomienda que las prácticas de restauración sean realizadas de ambos lados de los ríos, promoviendo de ésta manera la colaboración entre propietarios, pero además asegurando una restauración efectiva y funcional, es decir, que promueva cambios reales en el ecosistema terrestre y acuático.
- D.2. Según la recomendación de UICN e ICC (2016), la restauración con fines de protección comprenderá una cubierta forestal con un ancho mínimo de 8 metros y un ancho máximo de 25 metros en ambos lados del río. El ancho de la faja de bosque podría tener hasta 75 metros, si se considera después de los 25 metros incluir y establecer una faja con fines de producción y manejo forestal sostenible.
- D.3. Para cubrir y proteger el suelo de las riberas, se recomienda manejar la cobertura vegetal por medio de la práctica de regeneración natural y evitar en lo posible su remoción.
- D.4. De preferencia utilizar semillas o material vegetativo de árboles naturalmente distribuidos dentro del terreno o de terrenos aledaños.
- D.5. Se recomienda restaurar en ambos lados de los cauces de los ríos, mediante los planes territoriales, organización comunitaria y cooperación con otros actores.

4.2.1.3 Categoría: Áreas de Manglares

A. Descripción. Los manglares son ecosistemas característicos de las zonas costeras tropicales y subtropicales que generalmente ocupan la zona intermareal, muy frecuentemente inundadas y con influencia de agua salada. Se alimentan con flujos de agua dulce provenientes de los ríos que los abastecen. Un ecosistema manglar es un área donde el agua dulce entra en contacto con el agua de mar en un ambiente costero semiprotectido. Por su particularidad, su estabilidad ecológica depende de factores terrestres y marinos. La vegetación predominante en este ecosistema son árboles de mangle, especialmente adaptados a este ambiente de salinidad cambiante, con inundación de mareas y suelos anegados (Lewis 2014). Los árboles y arbustos característicos poseen adaptaciones morfológicas y características fisiológicas que les permiten subsistir bajo condiciones altas de salinidad y crecer sobre suelos, generalmente, anaeróbicos y potencialmente ácidos debido a la acumulación de pirita, resultado de la interacción entre la materia orgánica que proviene de las raíces y los iones sulfato, provenientes del agua de mar (Jiménez, 1994).

El INAB define a los manglares como los ecosistemas costeros compuestos por una comunidad de plantas, entre las cuales se incluyen varias especies de mangle, árboles y/o arbustos halófitos, siempreverdes, distribuidos en esteros, lagunas costeras y desembocaduras de ríos. Por lo general, dichos hábitats se encuentran en zonas donde la influencia de la marea inunda los suelos en forma periódica (Resolución 01-25-98 del INAB).



B. Importancia. Los manglares son importantes económica y ecológicamente, como recurso natural y como una barrera natural de protección contra fenómenos de variabilidad climática. Dentro de los bienes y servicios que éste ecosistema provee se encuentra la captura de sedimentos, el procesamiento de la materia orgánica y los nutrientes, mejora en la calidad del agua, hábitat y refugio para la fauna del lugar y la protección contra inundaciones. La madera del mangle es utilizada como fuente de leña, postes y material para techar. Especies de importancia comercial viven en el manglar en su estadio larvario, parte de su ciclo vital entre sus raíces (Christensen, 2016). Por eso los manglares no deben considerarse solamente bosques, sino también criaderos de especies marinas (cangrejos, peces y camarones entre otros). Los individuos adultos de esta fauna marítima son capturados lejos de los manglares, pero sus crías son protegidas en el bosque manglar (Sánchez, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016).

No siempre se reconoce todo el valor de los manglares y con frecuencia se descuida la ordenación

para su aprovechamiento sostenible. La tala indiscriminada para obtener leña puede reducir la vegetación a un matorral abierto, que con el tiempo dará lugar a otras formas de uso de la tierra. Al principio esto puede parecer ventajoso desde el punto de vista económico, pero el panorama varía por los efectos e impactos socioeconómicos a largo plazo debido a desastres ecológicos, pérdida de la fauna marina asociada y los desastres a fuertes inversiones en infraestructura habitacional y turística.

C. Prácticas de restauración para el manglar. Las prácticas de restauración en los manglares dependerán de su tipo de degradación. Cualitativamente, INAB (2016) describe tierras de manglares degradados como: i) áreas que perdieron la cobertura forestal de manglar; ii) áreas con cobertura forestal menor a 4 metros cuadrados por hectárea, con excepción de los mangles tipo matorral (mangles enanos); iii) áreas donde el hidroperíodo fue alterado por el cambio de uso del suelo (camaroneras y salineras).-

Existen 3 tipos de degradación de bosque manglar, los cuales se presentan en el Cuadro 15.



Fotografía: Cesar Zacarías. Iztapa, Escuintla (área en proceso de restauración. 2016).

Bosque de mangle o ecosistema costero compuesto por diversas especies de mangle en proceso de restauración, ubicado en el Puerto de Iztapa, departamento de Escuintla.



Cuadro 15. Características e indicadores de los manglares según su nivel de degradación

Características	Incipiente (Tipo A)	Intermedia (Tipo B)	Severa (Tipo C)
Cobertura actual	> 4 m ² / ha	< = 4 m ² / ha	Árboles dispersos < a 4 m ² / hectárea a sin cobertura
Hidroperíodo	No alterado. El espejo de agua se mantiene y también la humedad.	No alterado. El espejo de agua se mantiene o se mantiene la humedad.	ALTERADO. Espejo de agua altamente reducido y el suelo no posee humedad (desvío de ríos, canales y otros).
Regeneración natural	Mayor a 10,000 propágulos / ha.	Entre 10,000 –5,000 propágulos / ha.	Menor a 5,000 propágulos / ha o no existe regeneración natural.
Especies invasoras	No hay.	Presencia de especies invasoras.	Presencia de especies invasoras
Microtopografía	No alterada	No alterada	Alterada (salineras, camaroneras, rellenos, dragados, compactación, subsidencia)
Salinidad intersticial	0 a 35 ups ⁵	35 a 50 ups	Alta (> 70 ups)

Fuente: INAB, 2016.

En el Cuadro 16 se presentan las prácticas a realizar según el tipo de degradación del manglar.

C.1. Una de las primeras actividades para la restauración del manglar es contar con la mayor cantidad de información que permita caracterizar el área a restaurar, previo a iniciar los trabajos de establecimiento de plantas, lo cual servirá para tomar la mejor decisión de las especies a establecer. Entre la información necesaria a recabar se encuentra: las condiciones topográficas del área, el periodo de tiempo durante el cual el manglar está cubierto por agua, régimen de mareas, salinidad, energía de oleaje y caracterización del sustrato o sedimento.

C.2. Identificar las fuentes de agua cercanas al área a restaurar, ya que es un elemento indispensable y prioritario para la restauración del bosque manglar.

C.3. Es importante utilizar las especies nativas de la zona manglar. Las especies de mangle a utilizar son *Rhizophora mangle* (mangle rojo), *Avicennia germinans* (mangle negro), *Laguncularia racemosa* (mangle blanco) y *Conocarpus erectus* (mangle botoncillo), porque son las únicas especies que naturalmente se distribuyen en el territorio nacional.

⁵ 1 ups = 1 g de sal / 1 Litro de agua



Cuadro 16. Acciones y prácticas de restauración para los bosques manglares según el nivel de degradación

Ecosistema	Objetivo general	Objetivos e intereses específicos	Tipo de degradación	Acciones y prácticas de restauración
Mangle-humedales	Protección	Protección y aprovechamiento de bajo impacto del bosque manglar y otros humedales	Incipiente	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
			Intermedia (bosque degradado)	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Completación o enriquecimiento
				Fomento de la regeneración natural
				Elaboración de nichos para protección de peces y microcrustáceos
			Severa	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Cercado
				Plantación o nucleación (chinampas o encajonamiento)
				Control de especies invasoras
Movimiento de tierras para controlar los flujos de agua, lodos y vegetación (manejo de la microtopografía)				
Restauración del hidropérido (para recuperar y estabilizar los niveles de salinidad)				
Fomento de la regeneración natural de especies residuales				

Fuente: (Martínez V. , 2016)

- C.4. El terreno donde se establecerá la restauración del mangle debe ubicarse dentro de un humedal marino costero.
- C.5. Facilitar la regeneración natural por medio de propágulos. Los métodos más comunes para dicha regeneración comprenden: a) ruptura estratégica (brechas) de muros y diques; b) relleno de canales artificiales de desagüe; c) excavación de canales de marea de tamaño apropiado; d) acumulación de tierra para crear parches elevados; e) reacondicionamiento de los suelos existentes; f) colocación y acondicionamiento de suelo nuevo; y g) colocación

de dispositivos rompeolas (Lewis y Brown, 2014).

- C.6. Se podrá utilizar cualquier material reproductivo o sus combinaciones. Entre estos materiales reproductivos se encuentran: a) semilla; b) plantas provenientes de vivero; c) recolección de plantas o semillas (propágulos) y d) material vegetativo (vástagos o estacas).
- C.7. La salinidad intersticial es la salinidad que posee el agua en los sedimentos presentes en los bosques manglares. Es otro factor que influye en la zonificación y grado de desarrollo de estos ecosistemas. Dicha salinidad se presenta



en gramos de sal sobre volumen de agua (gm/ml) ó ups (unidades prácticas de salinidad, mg de sal / ml de agua). Esta variable se puede medir con los siguientes aparatos: a) refractómetro portátil (que mide la salinidad en partes por mil 0/00); b) hidrómetro (que mide la gravedad específica y posteriormente por medio de tablas se convierte a densidad); c) medidor de conductancia (que mide la conductividad eléctrica y posteriormente se convierte a densidad, por ejemplo, de siemens a ppm). Para conocer la salinidad intersticial debe realizarse un muestreo; los puntos o ubicaciones deben geoposicionarse. En cuanto a la cantidad de muestras a realizar por unidad de superficie se muestran en el siguiente cuadro:

Cuadro 17. Número de muestras de agua a tomar según el área a muestrear para determinar la salinidad intersticial.

área (hectáreas)	Número de muestras
0 a 1	1
1.01 a 5	5
5.01 a 10	10
> 10	Mayor o igual a 15

Fuente: (INAB, 2016)

- C.8. Las especies a usar deben ser tolerantes a la salinidad intersticial. El mangle botoncillo (*Conocarpus erectus L.*) es la especie más resistente a altas concentraciones salinas.
- C.9. Las densidades de siembra en mangle varían según las condiciones del área a restaurar. Por ejemplo, existen algunas experiencias con diferentes densidades de plantación en Tailandia y México (ver Cuadro 18).

Cuadro 18. Densidad de siembra del mangle con sus correspondientes distanciamientos implementados en proyectos de tres países

País	Distanciamiento (metros entre planta)	Densidad (propágulos / ha.)
Tailandia	0.30	111,100
Tailandia	0.60	27,780
Tailandia	0.90	12,345
México	1.00	10,000
Guatemala (Inab)	1.42	5,000

Fuente: Martínez e INAB (2016)

- C.10. Para la degradación tipo C, identificar los puntos o ubicaciones donde se altera el hidropedriodo, además de las fuentes de agua mencionadas en el inciso anterior.

D. Recomendaciones de restauración para el manglar

- D.1. Para protección y delimitación de la restauración del manglar se recomienda cercar.
- D.2. Colocar un letrero para promover la restauración y advertir la recuperación del área.
- D.3. Sembrar la mayor cantidad posible de plántulas dependiendo del nivel de degradación del área a restaurar.
- D.4. Se recomienda considerar la correcta selección de la especie de mangle dependiendo de la tolerancia a la salinidad. En el Cuadro 19 se enlistan los rangos de tolerancia de cuatro especies de mangle.



Cuadro 19. Rangos de tolerancia máxima y mínima de salinidad (en ups) para cuatro especies de mangle

Especie	Nombre común	Tolerancia mínima (ups) ⁶	Tolerancia máxima (ups)
<i>Rhizophora mangle</i> L.	Mangle Rojo	0 a 37	65
<i>Avicennia germinans</i> (L.)	Mangle Negro / Madre sal	0 a 65	100
<i>Laguncularia racemosa</i> (L.)	Mangle Blanco	0 a 42	80
<i>Conocarpus erectus</i> L.	Botoncillo	0 a 90	120

Fuente: INAB y Martínez (2016).

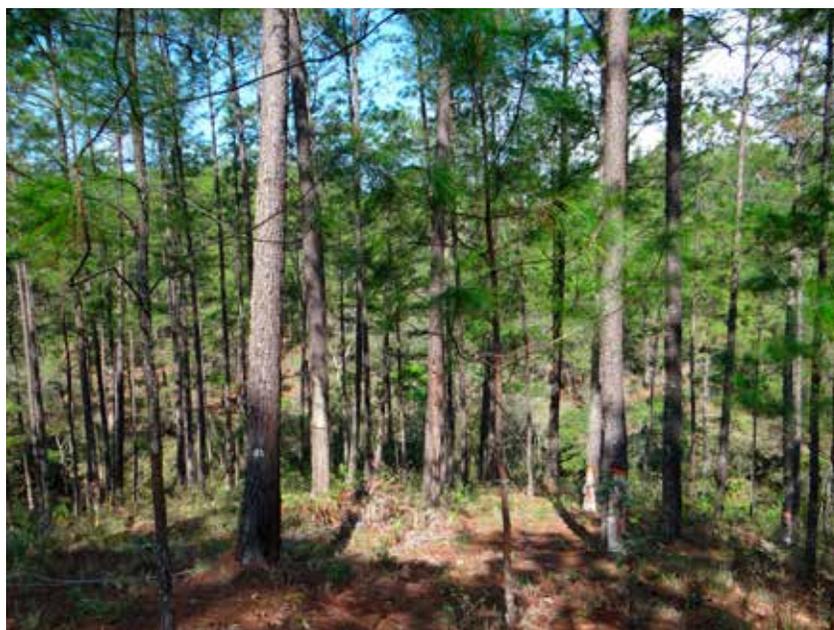
4.2 Objetivo de Producción

4.2.1 Categoría: Tierras Forestales de Producción

4.2.1.1 Bosque natural de producción

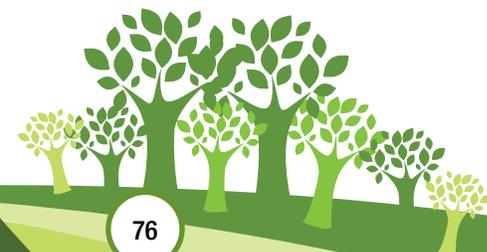
A. Descripción. Un bosque natural es el bosque compuesto por árboles nativos no clasificado como plantación forestal y el cual a través de un plan de manejo puede ser sometido a manejo forestal sostenible (FAO, 2004).

El manejo de bosque natural con fines de producción es definido en el reglamento de la ley PROBOSQUE de la siguiente manera: “Es el manejo forestal que tiene por objeto el uso sostenible de los bienes que provee el bosque natural” (INAB, 2016).



Fotografía: Francisco Figueroa.

⁶ 1 ups (unidades prácticas de salinidad) = 1 gramo de sal / 1 litro de agua.



El principio que rige estos bosques es la sostenibilidad, de tal forma que se podrá aprovechar o extraer una cantidad específica de producto en una unidad de tiempo determinada, igual o menor a la cantidad que puede producir ese bosque en la misma unidad de tiempo. Si un bosque de coníferas produce 7 metros cúbicos de madera por hectárea por año (7 m³/ha/año), solamente podrá extraerse menos de esos 7 metros cúbicos de madera por hectárea en un año. Si se extrae más, ya no será sostenible. Lo importante es permitir que el bosque se regenere, procurando evitar que no pierda su diversidad, estructura y funcionalidad (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016).

B. Importancia. Los bosques son un recurso crítico necesario para el desarrollo sostenible de los países. Su detrimento y lenta pérdida son provocadas por la creciente presión ejercida por la sociedad. La sostenibilidad es un concepto donde los enfoques económico, social y ambiental se encuentran en un equilibrio aceptable (IARNA, 2016).

Los bosques naturales manejados sosteniblemente son una fuente generadora “constante” de materia prima para el comercio y la industria forestal. Las industrias primarias, las industrias secundarias y el comercio forestal generan empleos e ingresos, especialmente en zonas rurales, donde las opciones laborales son generalmente limitadas (Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2015).

Cuando un bosque degradado no presenta una “productividad constante”, debe ser recuperado y restaurado, previo a ser aprovechado “constante y sosteniblemente”. Por tanto, un bosque natural de producción, no es una tierra forestal degradada, sino que es una categoría que debe manejarse con buenas prácticas de manejo.

C. Prácticas de restauración en bosques naturales de producción. El manejo forestal sostenible consta de prácticas y acciones que pueden ser usadas para el manejo de bosques naturales de producción, bosques secundarios y bosques degradados (ver Cua-



Fotografía: Carlos Palma. Huehuetenango. Noviembre de 2011.



dro 20). El manejo forestal con criterios de sostenibilidad es alcanzable y representa una alternativa viable y efectiva para detener el deterioro de los bosques nativos.

Todas las acciones que se ejecuten bajo un esquema de ordenación forestal sostenible y que permitan planificar sus actividades en función de mantener una mayor integridad ecológica de los ecosistemas forestales, bajo un contexto de restauración del paisaje forestal, serán acciones que posibiliten a los pobladores de las comunidades rurales aumentar y sustentar los beneficios que se derivan del aprovechamiento de sus tierras (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016). Para mayor información sobre técnicas de manejo forestal sostenible se pueden consultar los principios y criterios del Forest Stewardship Council (FSC), los cuales refieren prácticas de manejo forestal sostenible avaladas por la sociedad forestal internacional.

Las buenas prácticas forestales abarcan los principios de: i) Obediencia a la legislación nacional y acuerdos internacionales; ii) Respeto a los derechos de posesión de la tierra; iii) Respeto a los derechos de los pueblos indígenas; iv) Relaciones comunitarias y derechos de los trabajadores; v) Beneficios del bosque; vi) Mitigación del impacto ambiental; vii) Planificación y ordenación del manejo forestal; viii) Monitoreo y evaluación; ix) Conservación de bosques con alto valor; x) buenas prácticas en plantaciones forestales. Estos principios indican técnicas a seguir para el buen manejo del suelo, agua, bosque, flora y fauna, en sus aspectos de prevención, uso adecuado, medidas de protección y técnicas de recuperación.

- C.1. El Plan de Manejo Forestal es la herramienta base para el seguimiento y evaluación del cumplimiento de las actividades planificadas en un bosque natural de producción. Este plan propone las medidas silviculturales más adecuadas para el correcto aprovechamiento de los productos forestales maderables y no maderables. El monitoreo y evaluación se basan en los objetivos y metas planificados y evalúan el estado de recuperación del bosque en cuanto a su cantidad, fitosanidad y distribución espacial de la nueva masa forestal (INAB, 2016).
- C.2. Establecimiento de rondas cortafuegos en el perímetro del polígono, con un ancho mínimo de tres (03) metros, el cual puede variar dependiendo de la vulnerabilidad del área a los incendios.
- C.3. Establecimiento de vigilancia perimetral.
- C.4. Usar prácticas de conservación de suelos para los lugares susceptibles a la erosión, principalmente en los caminos primarios y secundarios de arrastre, así como en las bacardillas. Ejemplo: acequias de ladera, pozos de infiltración y muros de contención, entre otros.
- C.5. Planificar la red de caminos principales y secundarios, así como las líneas de arrastre, procurando evitar la creación de caminos y redes poco útiles. Dicha planificación se basará en la marcación de los individuos a aprovechar.



Cuadro 20. Acciones y prácticas de restauración para bosques naturales (de producción, secundarios y degradados) basado en técnicas de Manejo Forestal Sostenible, según sus niveles de degradación

Ecosistema	Objetivo general	Objetivos e intereses específicos	Nivel de degradación	Acciones y prácticas de restauración
Todos los ecosistemas	Protección / producción	1) Oferta de bienes y servicios; 2) Conservar suelos, agua y reservas de carbono; 3) Conservar y mejorar la diversidad biológica; 4) Rescatar la estructura y funciones ecológicas; 5) Seguridad Alimentaria;	Incipiente	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Manejo forestal sostenible (mfs)
				Tala selectiva de especies comerciales con diámetro mínimo de corta y ciclos de corta
				Aprovechamiento de bajo impacto: tala dirigida
				Planificación de caminos primarios y secundarios (menor arrastre)
				Control de intensidades de corta
				Liberación (iluminación), refinamiento y saneamiento (mejora de calidad y sanidad)
				Manejo de claros
				Marcación de árboles reproductores
				Técnicas de dispersión de semillas
			Protección de recursos hídricos	
			Técnicas de aprovechamiento en altas pendientes	
			Rna (regeneración natural asistida)	
			Intermedia (bosque degradado)	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Manejo forestal sostenible (mfs)
				Protección de especies comerciales
				Aprovechamiento de bajo impacto: tala dirigida
				Planificación de caminos primarios y secundarios (menor arrastre)
				Control de intensidades de corta
				Manejo de claros
				Marcación de árboles reproductores
				Uso de árboles remanentes (semilla y biodiversidad)
				Técnicas de dispersión de semillas (perchas para aves)
			Protección de recursos hídricos	
			Rna (regeneración natural asistida)	
			Completación o enriquecimiento con especies de alto valor	
Severa	Curvas a nivel o prácticas de conservación de suelos moderadas			
	vigilancia perimetral			
	rotulación			
	rondas cortafuegos			
	cercado			
	perchas para aves			
	control de especies invasoras			
	uso de árboles remanentes (semilla y biodiversidad)			
	plantación o nucleación			
	RNA (Regeneración Natural Asistida)			
prácticas de conservación y recuperación de suelo				
fomento de la regeneración natural de especies residuales				

Continúa...



Ecosistema	Objetivo general	Objetivos e intereses específicos	Nivel de degradación	Acciones y prácticas de restauración
Todos los ecosistemas	Protección / producción	3) Conservar y mejorar la diversidad biológica; 4) Rescatar la estructura y funciones ecológicas; 5) Seguridad Alimentaria;	Extrema	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Cercado
				Perchas para aves
				Control de especies invasoras
				Plantación o nucleación
				Rna (regeneración natural asistida)
				Fuertes prácticas de conservación y recuperación de suelos
				Fomento de la regeneración natural de especies herbáceas y arbustivas
Plantas nodrizas				

Fuente: Martínez e INAB, 2016.

- C.6. Evitar obstruir, retener y contaminar las fuentes de agua del lugar. Construir puentes sobre los cursos de agua donde pasarán los caminos para el aprovechamiento.
- C.7. Manejar la regeneración natural de la masa boscosa aprovechada, de tal modo que se eviten gastos por viveros y plantación.
- C.8. Delimitar zonas de conservación, establecidas con objetivos específicos como la protección de especies de flora o fauna, hábitats para la biodiversidad, fuentes de agua, susceptibilidad a la erosión o monumentos naturales únicos, en los cuales se prohibirá el aprovechamiento.
- C.9. Colocar un letrero para identificar el manejo forestal sostenible de una extensión.
- C.10. En proyectos mayores a 15 hectáreas, incluir rondas cortafuegos internas, barreras naturales o aprovechar estructuras preexistentes tales como ríos, arroyos, muros de piedra y caminos.

- C.11. Usar especies nativas recomendadas para una región o ubicación geográfica, priorizándolas según el objetivo final del manejo.

D. Recomendaciones de restauración en bosques naturales de producción

- D.1. Instalación de cerco para evitar el paso del ganado y delimitar los linderos del área del proyecto.
- D.2. Para la plantación, enriquecimiento o completación, deben usarse especies nativas de la localidad, de preferencia con alto valor económico.
- D.3. Tratar de aprovechar un volumen menor al determinado por el crecimiento del bosque. De esta forma, se asegura la sostenibilidad de la producción de bienes y servicios ecosistémicos. Esta recomendación se realiza para corregir el error de la estimación estadística realizada por el inventario forestal o por imprevistos climáticos, antrópicos, pecuarios (ganado) o cualquier otra causa que pueda alterar el crecimiento calculado para el bosque.



4.2.1.2 Plantaciones con fines industriales

A. Descripción. Para Richter y Calvo (1995), una plantación forestal es un tipo de bosque especial. En comparación con muchos bosques naturales, en particular los tropicales, la plantación forestal es simple y uniforme en cuanto a su estructura, la composición de especies y en su capacidad para aprovechar la energía solar y el reciclaje del agua y de los nutrientes. En estas condiciones, el ser humano puede controlar la genética, el crecimiento, la fertilidad, las relaciones hídricas y en general el desarrollo de los árboles (IARNA-URL, 2003).

Existen diferentes criterios para clasificar las plantaciones forestales. Los más comunes son: a) el ecosistema en el cual se realizó la plantación; b) en función de la composición florística de la plantación; c) el origen de las especies plantadas y d) según el destino de la producción. Si el destino de la plantación es el industrial, los productos deben estar

dirigidos a abastecer la industria; si es una plantación energética, los productos estarán destinados a combustibles; y si es de uso múltiple, los productos estarán dirigidos a satisfacer múltiples propósitos (IARNA-URL, 2003).

El establecimiento de plantaciones en tierras forestales de producción (INAB, 2000), debe realizarse en áreas con limitaciones para usos agropecuarios; con pendientes de moderadas a fuertes; mediana a alta pedregosidad; aptitud preferente para realizar un manejo forestal sostenible, tanto del bosque nativo como de plantaciones con fines de aprovechamiento, sin que esto signifique el deterioro de otros recursos naturales. La sustitución del bosque por otros sistemas conllevaría a la degradación productiva de los suelos.

De acuerdo al objetivo de producción se determina la especie a establecer, los productos primarios, los productos industriales o secundarios, y los subproductos a obtener. Trazadas estas metas se diseña la plantación, tomando en cuenta aspectos como la



Fotografía: Francisco Figueroa. Taxisco, Santa Rosa. Junio de 2013

Plantación de teca (*Tectona grandis L.*) con fines industriales en Taxisco, Santa Rosa. Esta plantación exótica fue planificada y establecida aprovechando la oportunidad de mercado en los países del sudeste asiático, sustituyendo un sistema ganadero intensivo con pasto *Brachiaria*, mejorando los beneficios y cobeneficios para el paisaje por medio de la restauración.



densidad de siembra, los rendimientos esperados (de acuerdo al clima y al índice de sitio), así como los costos en que se incurrirá para establecer y mantener la plantación. Para que todo esto sea posible, es indispensable realizar un estudio previo y cuidadoso de las condiciones naturales en las que se desarrollará la plantación, además de la planificación y ordenamiento dentro del área, a fin de asegurar su éxito (Trujillo, s.f.).

El reglamento de la ley PROBOSQUE define a las plantaciones forestales con fines industriales como: “Proyectos que se establecen con el objetivo principal de producir madera de aserrío o materia prima para abastecer a la industria forestal” (INAB, 2016).

B. Importancia. El propósito de las plantaciones industriales es proporcionar materia prima para el procesamiento de madera con fines comerciales o productivos, incluyendo la madera para construcción, productos para tableros, muebles y pulpa para papel.

En el establecimiento de las plantaciones forestales es importante definir el propósito final y se debe priorizar el objetivo de producción maderable. Las implicaciones de una mala planificación pueden traducirse en baja supervivencia, mala calidad de fustes y árboles enfermos. Esto repercutirá en el mínimo retorno de la inversión o en el fracaso de la actividad. Por tanto, es importante entender que una plantación industrial es una inversión y que dicha acción no sólo recuperará cobertura forestal sino proveerá bienes maderables y servicios ecosistémicos.

Uno de los beneficios de este tipo de plantaciones es el beneficio social por medio de la generación de empleo, principalmente para mano de obra no calificada, desde el establecimiento, la producción de planta en vivero, reforestación en campo, mantenimiento, aprovechamiento y en otras actividades silviculturales (IARNA, 2003).

C. Prácticas en plantaciones industriales. En el Cuadro 21 se presentan las prácticas que sirven para la implementación de acciones de restauración utilizando plantaciones forestales con fines de producción, considerando los niveles de degradación.

- C.1. Previo a diseñar y establecer una plantación forestal con fines industriales es importante considerar el enfoque de acceso, la infraestructura vial y la cercanía a los mercados para los productos maderables. Los costos de transporte, la falta de carreteras o de mercados pueden llevar al fracaso este emprendimiento.
- C.2. Selección de la(s) especie(s) a utilizar en la plantación, considerando las condiciones climáticas (temperatura media anual, precipitación media anual, velocidad del viento, número de meses secos, nivel de evaporación y humedad promedio); fisiográficas (altitud, pendiente, drenaje del suelo, pedregosidad, posición topográfica, uso anterior del suelo) y edáficas (textura, estructura, fertilidad, profundidad efectiva del suelo y nivel de erosión). El objetivo de seleccionar la(s) especie(s) más adecuada(s) de acuerdo a las condiciones del sitio es favorecer el desarrollo de los individuos a través de la potenciación de sus capacidades genotípicas y obtener los mejores rendimientos.
- C.3. Elaborar el plan de manejo con sus correspondientes planes operativos anuales (POA's), donde se detallen las actividades silviculturales y los ciclos permisibles de corta.
- C.4. Establecimiento y mantenimiento de rondas cortafuegos en el perímetro del área, con un mínimo de tres (03) metros de ancho, el cual podrá aumentar de acuerdo a la vulnerabilidad del área a incendios.



- C.5. Establecimiento y mantenimiento de estructuras de conservación de suelos en función de la degradación y pendiente del terreno.
- C.6. La densidad inicial de las plantaciones industriales variará según el producto final a obtener y la especie a utilizar. Sin embargo, las densidades iniciales de una plantación se encuentran entre 550 y 1,111 plantas por hectárea; en algunos casos pueden llegar hasta 2,500 plantas por hectárea. La densidad final previo al turno de corta variará según la especie entre 200 a 450 árboles por hectárea,

con el objetivo de favorecer el crecimiento diamétrico.

- C.7. La replantación es importante para reponer las pérdidas ocurridas en la plantación inicial. Esta puede realizarse con otra(s) especie(s), siempre y cuando la(s) especie(s) propuesta(s) sea(n) maderable(s) y se adapten al área.
- C.8. Realizar podas a la plantación para lograr la mejor calidad de troza, producir madera sin nudos, inducir el crecimiento apical y mejorar la aireación entre árboles.

Cuadro 21. Acciones y prácticas de restauración para plantaciones industriales y energéticas según el nivel de degradación

Ecosistema	Objetivo general	Objetivos e intereses específicos	Tipo de degradación	Acciones y prácticas de restauración
Todos los ecosistemas	Producción	Plantaciones Industriales y Plantaciones energéticas	Incipiente	No aplica establecer una plantación industrial / energética
			Intermedia (bosque degradado)	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Regeneración de tocones (según especie)
				Completación o enriquecimiento con especies forestales combinadas de valor comercial y/o energéticas
				Curvas a nivel o prácticas de conservación de suelos moderadas
			Severa	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Cercado
				Plantación mixta con especies forestales nativas y/o exóticas de valor comercial y/o energéticas
				Manejo de regeneración natural de herbáceas y arbustivas para cobertura del suelo contra erosión y función de nodrizas
				Prácticas de conservación y recuperación de suelo
			Extrema	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Cercado
				Plantación mixta con especies forestales nativas y/o exóticas de valor comercial y/o energéticas
Manejo de regeneración natural de herbáceas y arbustivas para cobertura del suelo contra erosión y función de nodrizas				
Intensivas prácticas de conservación y recuperación de suelos				

Fuente: Martínez e INAB (2016).



- C.9. Realizar raleo(s) a la plantación para promover el desarrollo diamétrico de los árboles. Dependiendo de la especie se requerirá uno o dos raleos. La intersección de las copas es uno de los indicadores del raleo. Se deben eliminar los individuos indeseables como los enfermos y los que posean mal crecimiento del fuste (torcidos). En cada raleo se recomienda eliminar entre el 25 y el 45% de los individuos.
- C.10. Usar material vegetativo y semillas forestales certificadas para garantizar la calidad de los futuros árboles y el éxito de la plantación. De preferencia el material se sugiere usar materiales que cuenten con certificación de la autoridad certificadora de Fuentes de Semillas Forestales (INAB) y/o la procedencia por parte del proveedor.
- C.11. Elaborar un programa sanitario adecuado, para detectar, prevenir o controlar plagas y enfermedades, disminuyendo los daños que éstas pudieran causar. Se recomienda el uso de distintas técnicas mediante el Manejo Integrado de Plagas –MIP– y evitar el uso de insecticidas químicos.
- C.12. Seleccionar la especie, considerando el producto maderable a obtener y las características climáticas, edáficas y fisiográficas del área donde se establecerá.

D. Recomendaciones para plantaciones industriales

- D.1. Se recomienda que la supervivencia de una plantación industrial sea mayor al 75% de plantas establecidas inicialmente (INAB, 2016).
- D.2. De acuerdo a su experiencia con los incentivos forestales, INAB establece un listado de especies forestales prioritarias por su valor comercial y su importancia ecológica y endémica (ver Cuadro 22). Este listado puede servir de

referencia para establecer plantaciones con fines industriales.

- D.3. En casos donde la degradación del suelo se encuentre en un estado avanzado, contemplar la posibilidad de incluir un programa de fertilización para mejorar las condiciones nutricionales del suelo y el desarrollo de la plantación.
- D.4. Considerar la demanda de productos maderables en el mercado nacional e internacional, así como las especies que mejor se adaptan y desarrollan en la región en donde se establecerá la plantación.

Cuadro 22. Especies recomendadas por INAB para plantaciones industriales.

No.	Especie	
	Nombre Científico	Nombre Común
1	<i>Pinus maximinoii</i>	Pino Candellino
2	<i>Pinus oocarpa</i>	Pino Ocote/Colorado
3	<i>Pinus caribaea var. hondurensis</i>	Pino Caribe
4	<i>Abies guatemalensis</i>	Pinabete
5	<i>Cupressus lusitanica</i>	Ciprés
6	<i>Tabebuia donell-smithii</i>	Palo Blanco
7	<i>Tectona grandis</i>	Teca
8	<i>Tabebuia rosea</i>	Matiliguat
9	<i>Vochysia guatemalensis</i>	San Juan
10	<i>Swietenia macrophylla</i>	Caoba
11	<i>Cedrela odorata</i>	Cedro
12	<i>Calophyllum brasiliense</i>	Santa María
13	<i>Gmelina arborea</i>	Melina
14	<i>Alnus jorullensis</i>	Aliso

Fuente: (INAB, 2016)

Además de las especies enlistadas en el anterior cuadro, se pueden incluir otras especies forestales, siempre y cuando sea evaluado su crecimiento y desarrollo en las condiciones edafo-climáticas del lugar donde se establecerán, buscando el óptimo desarrollo de la plantación.



4.2.1.3 Plantación energética

A. Descripción. Son poblaciones de árboles y/o arbustos cuyo objetivo es la producción de leña y carbón como materia prima para abastecer el consumo local e industrial. Para estas plantaciones se seleccionan árboles de rápido crecimiento, madera con alto valor calorífico y capacidad de rebrote para su fácil propagación. Generalmente se utilizan especies nativas y conocidas por su amplio uso para fines energéticos (INAB, 2013). PROBOSQUE las define la siguiente forma: “Proyectos que se establecen con el objetivo principal de producir biomasa para combustible” (INAB, 2016). Portillo (2007) indica que en las plantaciones energéticas, el manejo forestal no se enfoca en producir madera de calidad, sino más bien, el objetivo principal es la producción de biomasa en el menor tiempo posible (CONCYT; SENACYT; FONACYT; FDN, 2013).

Las especies forestales que producen buena calidad de leña, son las que poseen valor calorífico, menor producción de humo y buena producción de brasa. Estas características se relacionan a la densidad y componentes como celulosas y lignina, o extracti-

vos como resinas, gomas, taninos y otros. Algunas especies de la familia fabaceae, además de poseer buenas características energéticas, son fijadoras de nitrógeno, al asociarse simbióticamente con bacterias de géneros como *Rhizobium* y *Bradyrhizobium*, lo cual mejora las características de fertilidad y materia orgánica de los suelos. También son forrajeras. Por ejemplo, se puede mencionar el yaje (*Mimosa platycarpa*), nativa del corredor seco de Guatemala, de rápido crecimiento, con incremento medio anual de 2.8 metros de altura y 2.4 centímetros de diámetro (CONCYT; SENACYT; FONACYT; FDN, 2013).

Algunas características de las plantaciones con fines energéticos son: a) la utilización de especies de rápido crecimiento; b) adaptación para desarrollarse en tierras no utilizadas para la producción de alimentos (tierras agrícolas); c) costo de producción de la unidad energética competitivo en relación a los combustibles tradicionales derivados del petróleo; d) mejora del balance medioambiental con relación a los cultivos tradicionales.

B. Importancia. La importancia de las plantaciones energéticas se basa en que reducen la presión sobre los bosques naturales por la obtención de leña, ya



Fotografía: Beatriz Cardona. Escuintla. Abril de 2016.

Plantación energética mixta ubicada en el municipio de Santa Lucía Cotzumalguapa, Escuintla, en un arreglo de alta densidad e incorporando especies de rápido crecimiento y alto potencial calorífico: Plumillo o cerebo (*Schizolobium amazonicum*) y eucalipto (*Eucalyptus spp.*)



que cubren la demanda energética de la población, la cual utiliza este combustible para la cocción de alimentos y en zonas con bajas temperaturas es utilizada para calentar los hogares (INAB, 2015).

Entre las ventajas de las plantaciones energéticas se encuentran: a) mejorar la regulación del clima; b) ayudar en la recuperación rápida de áreas degradadas o desprovistas de cobertura forestal; c) proveer leña a la población; d) pueden utilizar el método de rebrote para la obtención de biomasa en menor tiempo; e) son de fácil establecimiento, mantenimiento y propagación; f) incrementan la obtención de ingresos económicos a corto, mediano y largo plazo.

En la industria, la leña sirve para generar energía como biocombustible, reduciendo el uso de combustibles no renovables para calderas en el secado de la madera y en otros procesos industriales en la producción de azúcar, tal y como actualmente se utiliza en los ingenios de la costa sur de la república. Otros lo usan como astilla para producir chapas, contrachapados y plywood.

En Guatemala, gran parte de la población depende directamente de la leña como fuente de energía para cocción de alimentos. Las empresas productoras y proveedoras de electricidad generan su energía mediante la combustión de derivados del petróleo. Tomando en cuenta la fluctuación de precios de los hidrocarburos, el incremento de la población y el uso de leña para cocción de alimentos, el uso doméstico e industrial se incrementará en el futuro, principalmente en el área rural. La disponibilidad u oferta de leña por parte de los bosques en Guatemala para el año 2010 fue de 10.045 millones de toneladas anuales de leña en base seca. Estudios recientes indican que el consumo de leña en Guatemala para el año 2012 fue de 15.771 millones de toneladas anuales de leña en base seca, por lo que el país posee un déficit aproximado de 5.725 millones de toneladas anuales de leña en base seca (INAB; IARNA-URL; FAO/GCP, 2012). El consumo de leña a nivel nacional es insostenible, por lo que es importante fomentar el

establecimiento de plantaciones forestales con fines energéticos.

En el área rural de Guatemala, las propiedades menores a 1 hectárea son abundantes. Los bosques energéticos son una opción para los pequeños productores, por el hecho del espacio disponible y por la necesidad de leña para su sobrevivencia (IARNA -URL, 2003). La leña representa el 56.84% del consumo energético nacional, después de los derivados de petróleo (33.66%) y la electricidad (9.5%).

El potencial de establecimiento de proyectos de bosques energéticos para Guatemala es grande, pudiéndose producir leña/carbón de calidad, como la leña y carbón de encino (*Quercus* sp.), o producción de cantidad en poco tiempo, como el eucalipto (*Eucalyptus* sp.).

C. Prácticas en plantaciones energéticas. El establecimiento y mantenimiento de plantaciones con fines energéticos es muy similar al de plantaciones con fines industriales (ver cuadro de prácticas y acciones para plantaciones con fines industriales en el Cuadro 21). Algunas características que diferencian a los bosques con fines energéticos son: la densidad de la plantación, las especies y el menor turno de corta. Las plantaciones con fines energéticos en su mayoría no poseen raleos, sino corta final.

- C.1. Sembrar a altas densidades ya que el objetivo es la producción de biomasa para combustible. Las densidades recomendadas se encuentran entre 1,700 a 2,500 plantas por hectárea, con arreglos de 2 metros por 2 metros (2m x 2m) y 2 metros por 3 metros (2m x 3m), con turnos de corta de 3 a 6 años.
- C.2. En caso de replantar (resembrar) procurar respetar los rangos de densidades anteriormente descritos (altas densidades) y las especies utilizadas.
- C.3. La replantación puede realizarse con otra(s) especie(s), siempre y cuando la(s) especie(s)



propuesta(s) posea(n) alto potencial calorífico y rápido crecimiento.

- C.4. Establecer rondas cortafuegos en el perímetro de la plantación, con un ancho mínimo de tres (03) metros, aumentando el ancho de acuerdo a la vulnerabilidad del área a incendios.
- C.5. Se podrán utilizar diferentes diseños de siembra, dependiendo de las condiciones del sitio. Entre estos: a) diseño cuadrangular: utilizado principalmente en terrenos planos; b) plantación al tresbolillo: empleado en terrenos con alta pendiente; c) cortinas rompevientos y c) plantación en curvas a nivel: para terrenos con pendientes fuertes utilizadas para reducir la erosión y la pérdida de suelo.
- C.6. Realizar actividades silviculturales dentro de la plantación, incluyendo el control de la competencia de herbáceas en los primeros años, así como una adecuada fertilización y eventualmente riego.
- C.7. Realizar rotaciones de corta a partir de los tres años. Luego se podrá realizar anualmente, según las condiciones del sitio y la especie plantada.
- C.8. Utilizar plantas genéticamente mejoradas y de alta calidad (clones) para obtener la mayor cantidad de biomasa dentro de la plantación.

D. Recomendaciones en plantaciones energéticas

- D.1. La guía técnica de las especies forestales más utilizadas para la producción de leña en Guatemala, elaborado por INAB, propone las especies nativas más recomendadas por región o ubicación geográfica, priorizadas por modalidad u objetivo de manejo. A continuación se mencionan algunas especies de rápido crecimiento y alto potencial calorífico recomendadas para el establecimiento de

plantaciones con fines energéticos: bucú (*Cassia grandis*), casuarina (*Casuarina equisetifolia*), madrecazo (*Gliricidia sepium*), arripín (*Caesalpinia velutina*), caulote (*Guazuma ulmifolia*), leucaena (*Leucaena leucocephala*), aliso (*Alnus jorullensis*), paterna (*Inga sp.*), gravilea (*Grevillea robusta*), eucalipto (*Eucalyptus sp.*), encino (*Quercus sp.*), palo de Brasil (*Haematoxylum brasiletto*), laurel (*Cordia alliodora*), matilsgüate (*Tabebuia pentaphyla*), nance (*Byrsonimia crassifolia*), plumajillo (*Schyzolobium parahiba*), subín (*Acacia farnesiana*), capulín (*Trema micrantha*), líquidambar (*Liquidambar styraciflua*), timboque (*Tecoma stans*), guachipilín (*Diphysa americana*) y volador (*Terminalia amazonia*) (INAB, 2016).

- D.2. Establecer plantaciones energéticas en tierras catalogadas como degradadas, ya que de esta manera se proveerá de leña a las poblaciones vecinas y de una cobertura forestal permanente, favoreciendo la acumulación de carbono y la recuperación de los niveles de calidad del suelo.
- D.3. Establecer plantaciones energéticas en tierras municipales, comunales o en áreas propiedad de la Nación, como una forma de atender el déficit de leña local, sobre todo en aquellos municipios donde dicho déficit es creciente. Las municipalidades tendrían la oportunidad de incrementar el aporte institucional al aplicar a los programas de incentivos forestales.
- D.4. Una plantación energética es una alternativa para áreas donde no se puedan establecer plantaciones con fines maderables.
- D.5. Para que la función restauradora de la plantación sea rentable, se recomienda realizar extracciones en ciclos cortos e inferiores a los cinco años, con especies que rebroten, para evitar una nueva inversión en replantar.



4.2.2 Categoría: Sistemas Agroforestales con cultivos anuales (SAF-A) y Sistemas Agroforestales con cultivos permanentes (SAF-P)

A. Descripción. Los sistemas agroforestales son modos de producción que procuran aprovechar el máximo de la tierra a la vez que protegen y mejoran los suelos, combinando especies leñosas (árboles, arbustos, palmas, etc.), con cultivos agrícolas (anuales o permanentes), en algún arreglo espacial o secuencia temporal. En estos arreglos hay interacción ecológica y económica entre los diferentes componentes, buscando que funcione como un sistema. La agroforestería varía de acuerdo con las diferentes regiones del país. Para esto se necesita usar las caracterizaciones realizadas de los principales modelos para cada región, para hacer las listas de especies forestales y cultivos (Martínez V. , 2016); (INAB, 2016).

Los sistemas agroforestales –SAF– son un conjunto de tecnologías de manejo del suelo, agua, nutrientes y vegetación. Están basados en tres tipos de cobertura del suelo: manejo de rastrojos, cultivos y arbustos y árboles dispersos en regeneración natu-

ral. Los SAF combinan los principios de la agricultura y la silvicultura para mejorar la fertilidad general del ambiente, conservando y mejorando el suelo, aprovechando eficientemente el volumen de agua disponible y su calidad; igualmente, estos sistemas sirven para aumentar la cobertura vegetal a través de una economía ambiental basada en la biodiversidad general, en el marco de un enfoque de manejo sostenible de la tierra (FAO, 2010).

Los Sistemas Agroforestales con cultivos anuales (SAF-A) interactúan con cultivos cuyo período de vida, desde la siembra o establecimiento hasta la cosecha es menor a un año. Los Sistemas Agroforestales con cultivos permanentes o perennes (SAF-P) se caracterizan por la interacción de un sistema de cultivo de plantas perennes como café, cacao, cardamomo, banano/plátano, xate, pacaya, etc., asociado con árboles de sombra, protección y maderables. Estas plantas perennes pueden cultivarse con una sola especie o varias especies asociadas.



Fotografía: Francisco Figueroa

Para conservar y mejorar el suelo, regularmente se realizan prácticas de conservación de suelos.

B. Importancia. En comparación con los sistemas de producción en monocultivo, los sistemas agroforestales ofrecen las siguientes ventajas:

- a. Fáciles de diseñar; su aplicación y ejecución son relativamente sencillas. Pueden ser establecidos en fincas o parcelas de poca extensión, como en los cultivos agroforestales con hortalizas, pero también, en mayores extensiones, como en sistemas agroforestales asociados con café o cardamomo.
- b. Incrementa en forma directa los ingresos de la familia productora, combinando cultivos con ciclos de producción más proporcionada.
- c. Reduce los costos de producción agropecuaria.
- d. Provee biomasa energética (leña) para la familia del productor.
- e. Algunas especies forestales son fijadoras de nitrógeno y por medio de una simbiosis, aumentan el rendimiento de los cultivos asociados.
- f. Los árboles son hospederos de enemigos de insectos plaga que atacan los cultivos anuales.
- g. A mediano y largo plazo, los ingresos de la producción de madera y productos no maderables, como goma, frutas, colorantes y miel pueden ser importantes. (FAO, 2016)

De las ventajas mencionadas anteriormente, se puede deducir que los SAF son importantes para la seguridad y soberanía alimentaria, debido a que permiten producir alimentos y otros bienes y servicios con una agricultura a pequeña escala, adaptada a las necesidades locales. También permiten distintos arreglos para adaptar la producción agrícola y forestal de acuerdo a los intereses, objetivos, entorno socio-

cultural y nivel económico del agricultor. Este sistema intensivo aumenta su conveniencia principalmente en extensiones pequeñas; es una solución práctica a problemas en áreas degradadas por su función reguladora y protectora del medio ambiente (Russo, 1981).

C. Prácticas en Sistemas Agroforestales –SAF–. En el Cuadro 23 se detallan las prácticas de restauración para los sistemas agroforestales (SAF) con cultivos anuales o cultivos permanentes, según su nivel de degradación. Los objetivos específicos de los SAF son: 1) Oferta de bienes y servicios; 2) Conservar suelos, agua y reservas de carbono; 3) Enriquecer el sistema, mejorando la diversidad biológica; 4) Seguridad alimentaria.

C.1. Previo al establecimiento del sistema agroforestal debe recuperarse, conservarse y/o mejorarse las características físicas, químicas y de fertilidad del suelo. Para ello se deben realizar prácticas de conservación, entre las cuales se encuentran: a) curvas a nivel, trazadas de acuerdo a la pendiente; b) obras para el control de erosión en cárcavas; c) obras para el control de erosión laminar; y d) obras en taludes.

C.2. Establecer los componentes de cultivos y árboles. Para ello se deben realizar las siguientes actividades: a) limpieza del terreno; b) trazado y ahoyado; c) establecimiento de cercos vivos mixtos en el primer año; d) establecimiento del sistema agroforestal y del cultivo permanente para el segundo año.

C.3. Cuando la finalidad de un SAF es buscar los beneficios económicos y de alto rendimiento, se debe de considerar un trazado en líneas, con distancias específicas; pero cuando la finalidad es imitar la naturaleza, es decir, seguir el modelo original de distribución, se debe de utilizar SAF con árboles dispersos (USFS, 2017).



C.4. Los SAF's deben promover la mayor cantidad de especies nativas asociadas a varias especies de plantas productivas, debido a que a mayor diversidad biológica dentro del área a restaurar, mayor aporte a la funcionalidad del ecosistema y a la diversificación de los medios de vida del productor o comunidad.

C.5. Establecimiento de rondas cortafuegos en el perímetro del polígono, con un ancho mínimo

de tres (03) metros y puede variar según la vulnerabilidad del área a los incendios.

C.6. El sistema arbóreo de los SAF debe manejarse con actividades que contribuyan a mejorar el producto final deseado, como podas, manejo de plagas y enfermedades; de igual forma este manejo debe estar coordinado según las necesidades del cultivo agrícola, principalmente en el manejo de sombra para los cultivos permanentes y semipermanentes.

Cuadro 23. Acciones y prácticas de restauración para los Sistemas Agroforestales (SAF) con cultivos anuales o cultivos permanentes, según el nivel de degradación.

Ecosistema	Objetivo general	Objetivos e intereses específicos	Tipo de degradación	Acciones y prácticas de restauración
Todos los ecosistemas	Producción	Sistemas Agroforestales con Cultivos Anuales y Permanentes –SAF–	Incipiente	No aplica establecer un saf
			Intermedia (bosque degradado)	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Regeneración de tocones (según especie)
				Completación o enriquecimiento con especies forestales de valor comercial
				Establecimiento de cultivos agrícolas
			Severa	Curvas a nivel o prácticas de conservación de suelos moderadas
				Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Cercado
				Establecimiento de cultivos agrícolas
			Extrema	Plantación con especies forestales nativas de valor comercial
				Prácticas de conservación y recuperación de suelo
				Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Cercado
				Establecimiento de cultivos agrícolas
				Plantación con especies forestales nativas de valor comercial
Intensivas prácticas de conservación y recuperación de suelos				

Fuente: Martínez e INAB, 2016.



- C.7. El sistema arbóreo de los SAF debe manejarse con actividades que contribuyan a mejorar el producto final deseado, como podas, manejo de plagas y enfermedades; de igual forma este manejo debe estar coordinado según las necesidades del cultivo agrícola, principalmente en el manejo de sombra para los cultivos permanentes y semipermanentes.
- C.8. Establecimiento de cultivos. Existe una amplia variedad de cultivos anuales para combinar con sistemas arbóreos. La selección de estas especies dependerá de las condiciones del clima, suelos y nutrientes, así como de los objetivos del cultivo (alimentación familiar, forraje para ganado, uso industrial, venta en mercado local, venta para mercado nacional o cultivos de exportación). Los cultivos anuales más usados son aquellos con objetivos alimenticios, entre ellos: maíz, frijol, papa, arveja, sorgo, ajonjolí, malanga/quequexque y hortalizas (repollo, brócoli, coliflor, zanahoria, cebolla). Los cultivos permanentes y semipermanentes más usados son: café, cacao, cardamomo, xate, pacaya, banano, plátano, yuca y camote. El cultivo agrícola puede realizarse en monocultivo o en asocio con cultivos de cobertura y abonos verdes.
- C.9. A los cultivos permanentes y semipermanentes se les deben realizar podas de formación y raleos cuando sean afectados por enfermedades fungosas.
- C.10. Debe darse mantenimiento a las obras de conservación de suelo para que continúen funcionando de acuerdo a sus objetivos y no perder la inversión realizada en su construcción. Entre estas actividades de mantenimiento se encuentran: la corrección de lugares con erosión, corrección y reparación de barreras muertas, poda y/o enriquecimiento de barreras vivas, etc.
- C.11. Considerar el enfoque de acceso, la infraestructura vial y la cercanía a los mercados para los productos agrícolas y forestales, previo al establecimiento de un sistema agroforestal, ya que la lejanía, la falta de carreteras o de mercados pueden llevar al fracaso este sistema productivo.
- C.12. Si el objetivo es la producción de leña, usar especies de rápido crecimiento y alto potencial calorífico.
- C.13. Si el objetivo es la producción agrícola durante varios años, reducir la densidad de las especies forestales, para disponer de mayor área, aireación e iluminación solar para los cultivos agrícolas por varios años (hasta 15 años).
- C.14. Manejar adecuadamente la sombra proporcionada por las especies forestales, para propiciar un mejor desarrollo del cultivo anual asociado. Las podas de los árboles pueden tener fines energéticos (leña).
- C.15. Si el objetivo es la producción de madera de alta calidad, usar especies duras, de lento crecimiento (como la caoba) y podarlas para aumentar la calidad del duramen, evitando al mismo tiempo la sombra en los cultivos anuales.
- C.16. Si el objetivo es la producción forestal (madera o leña), aumentar la densidad de las especies forestales, sabiendo que la producción agrícola finalizará en 2 o 3 años.
- D. Recomendaciones en Sistemas Agroforestales -SAF-**
- D.1. Los cercos vivos deben ser parte integral del sistema. Se recomienda utilizar la mayor variedad de especies con diferentes objetivos: frutales, forrajeras, alimenticias, energéticas y maderables; esto contribuirá a aumentar la diversidad biológica. Así también, usar distintos

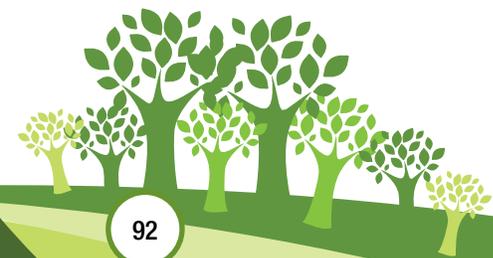


arreglos dependiendo del tamaño de los doseles, combinando árboles con arbustos. Los distanciamientos recomendados dependerán del material vegetativo; si son estacas, usar distanciamiento de 2 a 5 metros (200 a 500 plantas por kilómetro lineal); si son plántulas de vivero, usar distanciamientos de 4 a 6 metros (166 a 250 plantas por kilómetro lineal). Para establecer cercos vivos usando arbustos se usan distanciamientos menores o iguales a 1 metro, de tal forma que la alta densidad de los fustes impidan el paso de ganado al área agrícola. Los cercos vivos ofrecen una forma práctica de marcar propiedades, a la vez que proveen productos maderables y no maderables.

- D.2. Para los árboles se recomienda una densidad de 200 a 400 árboles o arbustos por hectárea, ya sea en monocultivo o asociado con distintas especies. Estos pueden ser distribuidos con distintos arreglos: a) proporcionalmente con los mismos distanciamientos (5 m x 5m; 6 m x 6 m); b) en líneas; c) en pares de líneas; d) tresbolillo, entre otras. PROBOSQUE establece para SAF en asocio con cultivos anuales una densidad de 625 árboles por hectárea y para SAF con cultivos permanentes, una densidad de 250 árboles por hectárea (INAB, 2016). Se recomienda establecer 20% de árboles maderables y 80% de cultivos anuales (o permanentes).
- D.3. Establecer cultivos de cobertura. Estos son cultivos cuya principal función es cubrir el suelo. Además, las especies usadas sirven para fijar nitrógeno y aumentar la cantidad de materia orgánica en el suelo, como abonos verdes.
- D.4. El manejo del sistema de cultivos agrícolas y permanentes consiste en limpias, fertilización, aporques y tutorado, entre otros. Posterior a la cosecha de los cultivos anuales, se recomienda incorporar los restos de los cultivos al

suelo, para mejorar el contenido de materia orgánica (barbecho mejorado).

- D.5. Cuando se desee restaurar paulatinamente paisajes predominantemente agrícolas y con matorrales, se recomienda el sistema Taungya, el cual consiste en sembrar especies forestales entre los cultivos agrícolas. Después de dos o tres años, según las especies de árboles y su espaciamento, la cubierta de copas se cierra y ya no se pueden plantar cultivos anuales demandantes de luz. La vegetación culminante es por tanto, una plantación forestal arbórea. Posteriormente, los agricultores se trasladan a otras áreas abiertas (con guamilos o matorrales bajos) para repetir este proceso en otras secciones del paisaje forestal degradado (OIMT & UICN, 2002).
- D.6. En lugares donde existen árboles nativos dispersos, se pueden establecer sistemas agroforestales aprovechando los árboles existentes e instalando el cultivo agrícola. Esto permite conservar el germoplasma nativo de la localidad, el cual dispersará semillas, cuyas plántulas servirán para repoblar el área. En ocasiones, estos árboles dispersos (denominados parques agroforestales), son enriquecidos o complementados con especies forestales de alto valor, de acuerdo a los objetivos de los actores restauradores. Deben aprovecharse todos los árboles dispersos del lugar, inclusive los tocones que pudieran rebrotar (OIMT & UICN, 2002).
- D.7. En grandes extensiones se puede usar la técnica de barbechos mejorados combinados con cultivos migratorios. Se denomina "cultivos migratorios" a una técnica que consiste en tumbar o cortar todos los árboles de una extensión, quemarlos y sembrar cultivos agrícolas durante uno o más años, antes de trasladarse a otro sitio y repetir el proceso. Este proceso es sólido desde el punto de vista ecológico, siempre que el período de barbe-



cho sea lo suficientemente largo para permitir que los árboles restauren la fertilidad del suelo. Para acelerar el proceso se pueden plantar árboles y arbustos fijadores de nitrógeno, los cuales acortan el ciclo de descanso de la tierra (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016).

D.8. Entre los arreglos que se recomiendan para Sistemas Agroforestales –SAF– se encuentran:

- a. Fajas de bosques primarios o secundarios. Consiste en cultivar o manejar fajas de bosques primarios o secundarios, alternadas con fajas de cultivos anuales, de tal forma que existan fajas de producción maderera alternada con fajas de producción agrícola. Estas fajas se orientan de oriente a poniente para obtener la mayor cantidad de luminosidad en el día para los cultivos agrícolas; ofrecen importantes beneficios ambientales a escala del paisaje, por ejemplo para el control de vientos y salinidad.
- b. Cortinas rompevientos. Son plantaciones lineales de árboles y/o arbustos (por lo general, de varias hileras de ancho), establecidas para reducir la velocidad del viento, la intrusión de sal o arena y como protección contra temperaturas extremas. Estas aumentan la productividad agrícola, mejoran el uso del agua en los cultivos, sequestran carbono y son hábitat para aves y fauna silvestre.
- c. Huertos familiares. En pequeñas propiedades agrícolas, donde se ubica la vivienda del propietario, se pueden combinar árboles frutales, maderables o energéticos con jardines de especies anuales o perennes que incluyen hortalizas, forraje, granos, hierbas y plantas medicinales. Lo importante de esta técnica es proveer la

estructura de múltiples estratos de árboles, arbustos y flora del suelo recreando algunas de las características de los bosques naturales.

- d. Agrobosques complejos. Son sistemas donde se plantan cultivos alimentarios intercalados con una o dos especies de árboles maderables o árboles frutales con copas altas. Una vez cosechados, los cultivos agrícolas son reemplazados por otros árboles maderables y frutales de copas intermedias y en la siguiente vez, con árboles de copa baja. La formación resultante se asemeja a los bosques naturales y con frecuencia registran altos niveles de biodiversidad.

- D.9. Para el caso de los cultivos permanentes como el café, el cardamomo y la pimienta gorda, existen especificaciones para su establecimiento y manejo, las cuales se encuentran en diversas fuentes bibliográficas y se citan en el anexo. En cuanto al cultivo de cacao es necesario considerar que no todas las tierras del país son aptas para su producción. Entre los factores a considerar para el cultivo se encuentran el clima y los suelos. Las condiciones ideales son aquellas comprendidas entre 0 y 800 metros sobre el nivel del mar; en alturas mayores a 600 metros, su crecimiento y capacidad de floración es generalmente baja. La temperatura media anual debe oscilar entre 21 y 25°C. La precipitación óptima anual fluctúa entre 1,500 a 2,500mm. Requiere precipitación mensual de al menos 100 mm. El cacao se establece bien en suelos de textura suelta, arcillosos, agregados, franco arenosos y franco limosos, con contenido de materia orgánica de 3.5% y profundos (1.5 metros), cuyo pH se encuentre entre 5.5 y 7. La topografía es preferiblemente plana u ondulada, aunque con pendientes no mayores de 20 a 25%.



D.10. Para que el establecimiento de la planta de cacao sea adecuado, es requisito fundamental que exista sombra que regule la luminosidad, las condiciones de temperatura que rodean la planta, el viento excesivo y evite deficiencias extremas de humedad en épocas de sequía. Es por ello, que en el cultivo se utilizan dos tipos de sombra: la temporal y la permanente. La primera se establece de 4 a 5 meses antes del trasplante, pudiendo ser plantas de plátano o banano, gandul, higuera, papaya, yuca u otros. La sombra permanente puede establecerse de forma simultánea a la temporal, alrededor de 4 meses antes del trasplante del cacao. La mayor cantidad de sombra requerida por el cacao joven está relacionado con la menor cantidad de follaje; las especies

recomendadas para este fin son: caoba, cedro, laurel, rosul u otras.

D.11. Para aumentar la gama de bienes y servicios de los SAF se recomiendan combinar diferentes estratos con diferentes objetivos, por ejemplo, el uso de especies arbóreas maderables y/o frutales, como el zapote; árboles medianos (con fines maderables, energéticos y alimenticios), como el madrecacao; arbustos (con fines energéticos, alimenticios y para forraje ganadero) como la leucaena; y herbáceas para alimentación (las solanáceas silvestres) y ornamentales (xate).

D.12. Usar especies nativas recomendadas en el listado por región o ubicación geográfica, elaborado por INAB, priorizadas por modalidad u objetivo de manejo.

4.2.3 Categoría: Sistemas Silvopastoriles (SS)

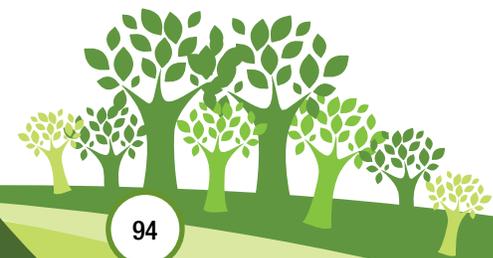
A. Descripción. Un Sistema Silvopastoril (SS) es el uso de la tierra en el que un componente arbóreo (leñosas perennes tales como árboles, arbustos y palmas) es deliberadamente combinado en la misma unidad de manejo con un componente herbáceo (pasturas naturales o mejoradas) y un componente pecuario (animales domésticos), en la misma forma de arreglo espacial o secuencia temporal, y en el que hay interacciones tanto ecológicas como económicas entre los diferentes componentes (Young 1987).

Estos sistemas se establecen en áreas con limitaciones de pendiente, profundidad, pedregosidad y/o drenaje interno; permiten el desarrollo de pastos naturales o cultivados y/o asociados con especies arbóreas, así como la opción del pastoreo de ganado utilizando adecuadamente la capacidad de carga (INAB, 2000). “Los árboles producen forraje para los animales y nutrientes para los cultivos agrícolas; és-

tos últimos producen alimentos para los agricultores, forraje para los animales y materia orgánica para el suelo; y los animales proporcionan abono orgánico que aumenta la fertilidad del suelo, mejora la producción de los cultivos agrícolas y el crecimiento de los árboles” (OIMT/UICN 2005).

Se pueden identificar dos arreglos dentro de este sistema:

- **Sistema de árboles-pasturas-ganaderías:** se combinan los usos forestales con la producción ganadera mediante la producción de forraje y el pastoreo controlado de ganado.
- **Sistema de árboles-cultivos agrícolas-ganadería:** estos sistemas comprenden una combinación de todos los usos mencionados anteriormente: agricultura, bosque y ganadería en la misma unidad territorial, aunque no siempre de forma simultánea.





Fotografía: Francisco Figueroa

B. Importancia. Esta transición sucede principalmente en los departamentos de Petén, Huehuetenango, Jutiapa y Santa Rosa. En Petén existen zonas ecológicas originales de “pastos naturales” (INAB y UICN, 2016).

La importancia que presentan los Sistemas Silvo-pastoriles dentro del enfoque de restauración del paisaje, es la mejora ambiental del sistema “pastos” con la adición del ingrediente forestal al sistema. Los árboles proporcionan sombra y alimento para el ganado, se fija carbono y nitrógeno al suelo, se produce alimento para las personas, leña y madera, entre otros. Además de la presencia de los animales que proporcionan carne, leche y otros derivados. También se controla la erosión del suelo, especialmente los que presentan un porcentaje alto de inclinación; se fertiliza el suelo y esto mejora el crecimiento de los pastizales; se enriquece la biodiversidad ya que la presencia del componente arbóreo sirve de hábitat para aves nativas y especies migratorias.

Los SS presentan oportunidades económicas, productivas, sociales y ambientales (Iglesias et. al. 2011). En lo económico, la diversificación de la producción posibilita obtener ingresos a corto, mediano y largo plazo y atenuar las fluctuaciones de precios y mercado de los productos, así mismo, genera ingresos adicionales por la producción de madera y derivados.

En lo productivo, tanto las pasturas como los animales se ven beneficiados por los efectos de la sombra y el abrigo. La disminución del estrés calórico en los animales permite mayor ganancia diaria por animal, que en aquellos sin disponibilidad de sombra. A su vez, el abrigo disminuye los requerimientos de energía para el mantenimiento y la evapotranspiración de las pasturas por efecto de la sombra.

En lo social, son menos las referencias encontradas, pero se considera de importancia por incrementar la



calidad de vida de la población rural en límites de pobreza. Este grupo es más vulnerable a las variaciones climáticas, de mercado y a las enfermedades, entre otras.

En lo ambiental, tenemos un espectro amplio de servicios ecosistémicos, pero se destaca la importancia de los Sistemas Silvopastoriles para recuperar áreas degradadas. Sobre todo, considerando las enormes extensiones de áreas y pasturas degradadas en la región Mesoamericana.

Los SS permiten la recuperación de áreas y pasturas degradadas a través de la restitución parcial de la productividad del suelo. Adicionalmente, y gracias al consumo de forrajes con mayor calidad y degradabilidad, se reduce la emisión de gases de efecto invernadero desde el sistema digestivo de los rumiantes hacia la atmosfera.

C. Prácticas en Sistemas Silvopastoriles –SS–. En el Cuadro 24 se presentan algunas prácticas y acciones para implementar la restauración a través de Sistemas Silvopastoriles, partiendo del ecosistema, del objetivo general de restauración y considerando los niveles de degradación.

C.1. El Plan de Manejo Forestal para los Sistemas Silvopastoriles se elabora según los objetivos perseguidos en cuanto al ganado y a los productos maderables. Los arreglos planificados dependerán del tipo de ganado a ingresar en el sistema silvopastoril: a) lechería; b) cría; c)

ceba (engorde carne); d) doble propósito (carne y leche). Para el arreglo silvopastoril se debe considerar la edad, el peso y el tipo de ganado (vacuno, caballar, ovino, caprino), así como el tipo de pasto del sistema.

C.2. Arreglo (1): Plantación de árboles como cercos vivos. Es decir, en el perímetro de cada cuartel o división de potrero. Utilizando un distanciamiento sugerido menor o igual a 2 metros entre planta. Las cercas vivas también cumplen una función de cortinas rompevientos.

C.3. Arreglo (2): Plantaciones en fajas, formando calles entre el pasto mejorado. Se sugieren 6 líneas simples, sembradas de oriente a poniente para que el pasto y los árboles aprovechen la mayor cantidad de luz solar. Se pueden sembrar árboles por línea simple, a una distancia de 2.38 metros entre cada árbol y una separación de 14.28 metros.

C.4. Arreglo (3): Árboles como cercos vivos junto con árboles en fajas que forman calles ente el pasto. Este arreglo permite aumentar la cantidad de árboles, usando los límites del área a restaurar. Si se desea aumentar la intensidad y productividad del sistema, las especies a usar en las fajas internas deben ser árboles y/o arbustos forrajeros, lo cual permite aumentar la carga animal por unidad de área.



Cuadro 24. Acciones y prácticas de restauración para los Sistemas Silvopastoriles (SS) según el nivel de degradación

Ecosistema	Objetivo general	Objetivos e intereses específicos	Tipo de degradación	Acciones y prácticas de restauración
Todos los ecosistemas	Producción	Sistemas Silvopastoriles	Incipiente	No aplica establecer un ss
			Intermedia (bosque degradado)	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Regeneración de tocones (según especie)
				Completación o enriquecimiento con especies forestales de valor comercial o para forraje
				Establecimiento de pastos mejorados
				Curvas a nivel o prácticas de conservación de suelos moderadas
			Severa	Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Cercado
				Establecimiento de pastos mejorados
				Plantación de árboles con especies forestales nativas de valor comercial
				Eliminación de especies invasoras y no deseables
			Extrema	Prácticas de conservación y recuperación de suelo
				Programa de pastoreo según carga animal que pueda soportar el ss
				Vigilancia perimetral
				Rotulación
				Rondas cortafuegos
				Cercado
				Establecimiento de pastos mejorados
			Eliminación de especies invasoras y no deseables	
			Plantación con especies forestales nativas de valor comercial	
Programa de pastoreo según carga animal que pueda soportar el ss				
Intensivas prácticas de conservación y recuperación de suelos				

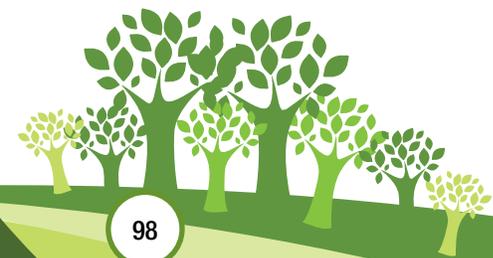
Fuente: Martínez e INAB, 2016.



- C.5. Arreglo (4): Árboles aislados y/o separados entre individuos, con baja densidad para no dificultar el crecimiento del pasto. Si se aumenta la densidad de la especie forestal, los pastos a usar deberán soportar la sombra.
- C.6. Arreglo (5): Bancos forrajeros: Son franjas de árboles forrajeros como *Leucaena leucocephala*, chaya (*Cnidoscolus aconitifolius*; *Cnidoscolus chayamansa*), espino blanco (*Acacia farnesiana*), carbón blanco (*Mimosa platycarpa*) y Brasil (*Caesalpinia velutina*), entre otros. Estos bancos forrajeros se siembran en líneas con una densidad de 10,000 arbus-tos por hectárea.
- C.7. Arreglo (6): Este arreglo es la combinación de cualquiera de los anteriores (1 al 5) con pasto de corte y bancos forrajeros, con el objetivo de producir ganado semi-estabulado.
- C.8. Se deberán establecer rondas cortafuegos en el perímetro del polígono, con un ancho mínimo de tres (03) metros.
- C.9. Realizar un programa de pastoreo de acuerdo a la capacidad de carga del suelo y a las diferentes épocas del año, es decir, si se sabe que la disponibilidad de forraje es mucho mayor en el invierno que en verano, las cargas deben de ser diferenciadas en los dos periodos; además se debe realizar un ajuste constante de acuerdo a las condiciones y características del suelo de cada potrero.
- C.10. Considerar el enfoque de acceso, la infraestructura vial y la cercanía a los mercados para los productos pecuarios y forestales, previo a establecer un sistema silvopastoril, ya que la lejanía, la falta de carreteras o de mercados pueden llevar al fracaso este sistema productivo.
- C.11. Identificar el régimen de pastoreo y la composición de la vegetación que permitirá la sostenibilidad de la producción primaria y del ganado a un determinado nivel de inversión de trabajo y recursos.
- C.12. Considerar la cantidad de árboles por unidad de superficie, el diámetro de las copas y su frondosidad para cuantificar la magnitud de la sombra que se requiere en el sistema.
- C.13. Considerando la economía de escala, mientras mayor sea el área de pastos que se convierte a sistema silvopastoril, mayor será la rentabilidad del sistema. En áreas pequeñas, los costos son muy altos, por lo que para minifundios de producción pecuaria, se recomiendan arreglos silvopastoriles con pastos de corte para ganado semi-estabulado.

D. Recomendaciones en Sistemas Silvopastoriles -SS-

- D.1. Es conveniente distribuir de forma adecuada los árboles y arbustos, para mejorar la productividad de los sistemas y favorecer el valor nutritivo del estrato herbáceo, así como la estructura y fertilidad de los suelos (Rodríguez et. al. 2000).
- D.2. Usar especies nativas recomendadas en el listado por región o ubicación geográfica, elaborado por INAB, priorizadas por modalidad u objetivo de manejo.
- D.3. Si el área del proyecto posee pastos naturales y se quiere aumentar la productividad del sistema, se deben sustituir por pastos mejorados.
- D.4. Para mejorar la alimentación de los animales, se recomienda plantar árboles que puedan ser utilizados como forraje alternativo, por ejemplo *Leucaena* (considerada excelente fuente de proteínas para la alimentación animal).



- D.5. Debido a que el ganado puede pisotear los árboles plantados, no ingresarlo a los potreros donde se han plantado árboles con arreglo en fajas, hasta que dichos árboles posean una altura de 2 metros. El pisoteo del ganado provoca compactación al suelo, lo cual produce los siguientes efectos: impide la aireación, infiltración del agua, merma del crecimiento y desarrollo del pasto y de los árboles, por lo que se recomienda realizar rotación de potreros.
- D.6. Dependiendo de la región en donde se establecerá el SS, se recomienda utilizar arboles con alto valor comercial. En el Cuadro 25 se

presentan algunos arreglos de SS para Guatemala y las especies a utilizar.

- D.7. Previo a establecer un sistema silvopastoril en una zona de pastos con suelos muy compactados por pastoreos previos, se recomienda preparar el terreno con subsolador.
- D.8. Procurar optimizar el SS con pastos mejorados y árboles forrajeros, para aumentar la capacidad de carga animal, pudiendo de esta forma ingresar más cabezas de ganado por unidad de área, reduciendo la necesidad de espacio, aumentando el peso animal y obteniendo más ingresos en menor tiempo.

Cuadro 25. Especies de alto valor y densidades de complementación según tres regiones climáticas de Guatemala

Región	Arreglo con especies de valor comercial	Complementación del sistema (individuos / hectárea)
Sur (Pacífico) y norte de Guatemala (FTN, Izabal y Petén)	Caoba (<i>Swietenia macrophylla</i> o <i>Swietenia mahagoni</i>)	200 individuos de especies maderables de tierra caliente
Zonas templadas	Cedro (<i>Cedrela odorata</i>) o nogal (<i>Juglans regia</i>)	200 árboles de otras especies maderables de la región
Zonas calientes del corredor seco y del Bosque seco subtropical	Caoba de oriente (<i>Swietenia humilis</i>), Conacaste (<i>Enterolobium cyclocarpum</i>) o Flamboyán (<i>Delonix regia</i>)	200 árboles de otras especies maderables de la región.

Fuente: INAB, 2016.



Quinta Sección:

Prácticas ancestrales y tradicionales de restauración

5.1 Descripción conceptual de las prácticas ancestrales



Fotografía: Beatriz Cardona. San Carlos Sija, Quetzaltenango. Agosto de 2016.
(Práctica de conservación de semillas)

Después de la cosecha de maíz algunas comunidades indígenas y campesinas que aún utilizan el conocimiento ancestral, escogen las mejores mazorcas para seleccionar la semilla de la próxima siembra, resguardándolas en un lugar seguro, sin humedad, ni acceso a contaminantes que puedan deteriorar su calidad.

Por conocimientos y prácticas ancestrales, se hace referencia a los procedimientos empleados a través de la historia por las comunidades locales a fin de comprender su entorno y contexto. Estas prácticas están basadas en el conocimiento de las condiciones locales, formado a través de múltiples generaciones y transmitido generalmente, a través de la tradición oral. A diferencia de otras formas de conocimiento, este es culturalmente específico y está basado en las estrategias de vida de las comunidades locales (FAO, 2016).

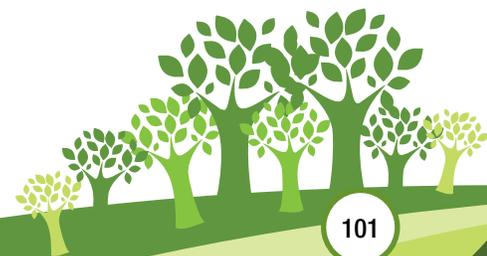
Otras definiciones de prácticas ancestrales se mencionan a continuación:

“Son prácticas que provienen de la sabiduría y conocimientos de los abuelos, se heredan de generación en generación y se implementan en la comunidad, creando medios de subsistencia. Por ejemplo el maíz es un elemento base de la existencia del mundo actual, el cual está relacionado con la Madre Tierra, al tener la trilogía: Maíz, Frijol y Ayote” (Rodríguez, 2016).

“Son prácticas que nuestros padres y los padres de sus padres realizaban, utilizando como guía el calendario maya” (Ortiz J. , 2016).

“Prácticas transmitidas durante pláticas con los abuelos y padres, alrededor del fuego. Nos van enseñando en qué momento sembrar en base a las fases lunares y el calendario Maya. Estos conocimientos se pasan a todas las generaciones, los cuales inician desde que somos pequeños” (Padilla, 2016).

La cosmovisión de los Pueblos Indígenas plantea que todas las acciones a nivel comunitario deben ir enfocadas a prevenir el deterioro de cualquier forma de existencia de vida, si se deterioran o exterminan especies, esto significa el deterioro del todo. Por tanto, la estructura



social, debe estar de acuerdo con la unidad y la estructura de la vida, las relaciones sociales, deben estar sujetas al equilibrio y armonía propios de la vida, de tal manera que también sean consideradas áreas sagradas (Defensoría Indígena Wajxaqib'Noj, 2014).

A continuación se describen algunas prácticas ancestrales que la mayoría de las comunidades Pueblos Indígenas realizan en torno al manejo sostenible, conservación y restauración del paisaje forestal.

5.2 Formas tradicionales de ordenamiento territorial

El ordenamiento tradicional se manifiesta en la adecuada distribución de las diferentes formas de uso del suelo en las comunidades, lo cual permite aprovechar su mayor potencial. Por ejemplo, los suelos de ladera se utilizan principalmente para bosques de protección, mientras que los suelos planos con acceso al agua se aprovechan para cultivos en terrazas. El ordenamiento territorial comunitario tiene la ventaja que las comunidades pueden ordenar el uso de los recursos del territorio en función de

las potencialidades de los mismos y de las necesidades de la población local. (TNC, 2015).

Es importante resaltar que desde la lógica del “Derecho Natural Ancestral Comunitario” que constituyó la práctica y la visión de los ancestros de los Pueblos Indígenas, contemplaron el derecho de relación de cada familia con la Madre Tierra, que es distinto del derecho de propiedad que está vigente en la actualidad

5.3 Prácticas de conservación de suelos

Las familias indígenas y campesinas no solamente han comprendido que la protección de los suelos es necesaria para evitar la erosión, sino que además han constatado las ventajas que tiene en el aumento de la productividad, ya que con ello las plantas agrícolas y forestales de mejor manera los nutrientes y el agua que están presentes en los suelos.

Existe una gran diversidad de prácticas de conservación de suelos que los mismos productores rurales han ido adquiriendo y mejorando de generación en generación y que se transmiten mediante la práctica y la participación de la comunidad sobre todo, de la familia en las labores agrícolas. Es común observar estas prácticas en los departamentos de Sololá, Quetzaltenango y San Marcos en terrenos o parcelas con un alto nivel de pendiente. (TNC, 2015)

5.4 Manejo de la regeneración natural

En las comunidades indígenas y campesinas, tradicionalmente se han implementado técnicas de manejo de la regeneración natural, la cual permite el crecimiento de los árboles aprovechando las condiciones de la sucesión ecológica. Por ejemplo, es frecuente observar el manejo de la regeneración natural del aliso y el encino.

Antiguamente, cuando no se tenían los viveros forestales, los pobladores iban al bosque para extraer algunas plántulas forestales producto de la regeneración natural, para plantarlas en otros lugares. De esa manera, lograron repoblar algunas áreas que carecían de cobertura forestal. (TNC, 2015).



5.5 Recolección de semillas

La producción de plantas está íntimamente relacionada a la semilla, la cual se colecta considerando el día Q'ánil y las fases lunares (luna llena y cuarto creciente). El insumo principal para la producción de plantas en viveros es la semilla y en la cosmovisión maya se encuentran relacionadas con la vida, la fertilidad y la creación.

La mayoría de las comunidades en el occidente del país poseen viveros forestales comunales de especies nativas, algunos manejados únicamente por mujeres, otros con participación de hombres.

Tradicionalmente se recomienda realizar la colecta de semillas en luna llena para obtener una buena producción. Dentro del conocimiento ancestral y tradicional, también existen algunas recomendaciones para elegir los árboles "padre" o árboles semilleros, dentro de las cuales se mencionan las siguientes características: Poseer fustes rectos, gruesos, arboles sanos, con follaje frondoso, y una altura considerable (Padilla y Rodríguez, 2016).

Se recomienda evitar colectar semilla de árboles muy maduros, de crecimiento deficiente y que posean muchas ramas (bifurcados) o estén torcidos. Posteriormente a la recolección, se procede al secado, selección y almacenaje de semillas conservándolas en un ambiente fresco y libre de insectos que pudieran afectarlas (Padilla y Rodríguez, 2016)

Las semillas presentan formas muy diversas: a) varían por su tamaño: desde varios de millones de semillas por kilo hasta semillas de gran tamaño; b) varían por su viabilidad: desde decenas de años hasta pocos días des-

pues de su recolección y c) varían por su forma: semillas carnosas o muy duras, semillas aladas, etc.

Como parte de los conocimientos adquiridos a través de las prácticas ancestrales, se encuentra la identificación de los años en que las especies nativas producen semillas, por ejemplo, para el área de Ixchig'uan, departamento de San Marcos, es en noviembre cuando se puede colectar semilla de los árboles de pinabete (*Abies guatemalensis*), ya que por lo regular alcanzan un 80% de la maduración de los conos. "Cuando el cono empiezan a tornarse de un color blanco indican que están comenzando a madurar, esto comienza el mes de agosto, cuando el color blanco se torna a naranja es idóneo bajarlos para la recolección de las semillas, luego de la recolección de conos, es necesario curarlas", tal actividad consiste en colocar los conos sobre un nylon negro al sol durante un máximo de ocho días, posterior a esta actividad se extraen las semillas (Ortiz J. , 2016).

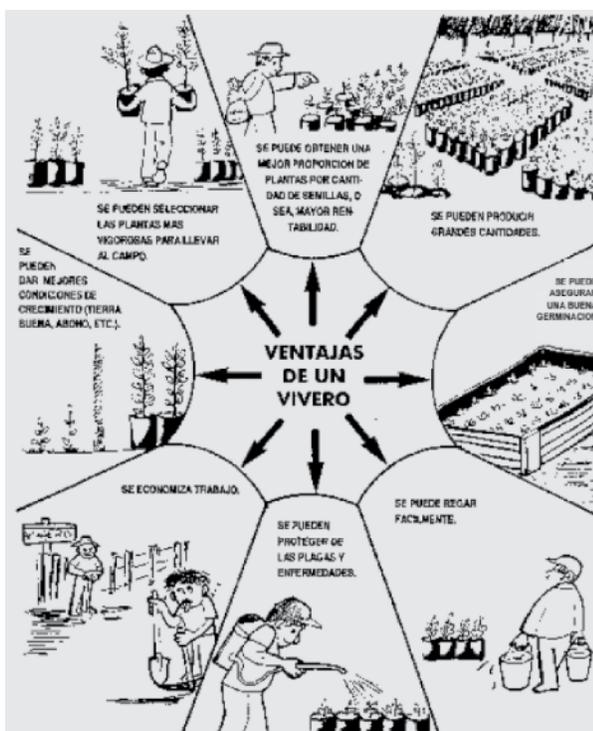
Respecto al almacenamiento de semillas para cultivos agrícolas, el mejor ejemplo que se puede mencionar es el cultivo de maíz, que es una práctica de herencia cultural, en donde las prácticas agrícolas y el conocimiento de producción de las parcelas giran en torno a este cultivo. Se toma en cuenta que las fases de la luna para la siembra (luna nueva) y el día Q'ánil, para realizar la siembra de maíz, con lo cual garantizan una alta productividad. La forma de almacenar la semilla para la producción del siguiente año, tradicionalmente se realiza por medio de piñas o maíz seleccionado para utilizar para la cosecha del siguiente año, la cual se guarda en un lugar con sombra, en donde la humedad no afecte la semilla (Padilla y Rodríguez, 2016).



5.6 Sistema de producción de plantas en viveros

La importancia de los viveros forestales radica en que los costos de producción son bajos al utilizar mano de obra de la comunidad; los árboles sufren menos daños en su traslado al área de siembra y se adaptan mejor al ser plantados en el área definitiva; se producen especies deseadas y con valor cultural para la población; se produce la cantidad deseada y la calidad del material se controla mejor; es un negocio rentable si está bien planificado y se contribuye a mejorar el ambiente con los programas locales de reforestación (TNC, 2015).

Figura 4. Ventajas de un vivero forestal



Fuente: Figura utilizada por ((INTA), 2011), extraída de (CATIE, 1994)

Un sistema de producción de plantas forestales es aquel que permite propagar y manejar con calidad a un costo menor; se utiliza de mejor manera el terreno; la facilidad de transporte del material y el mejor desarrollo de los árboles en el campo. Los sistemas de producción de plántulas forestales más utilizados son: a) a raíz desnuda; b) bolsa plástica; c) pseudoestaca; d) tubo plástico; e) estacas y f) contenedores.

Figura 5. Sistemas de producción de plántulas forestales



Fuente: (ITTO, SERFOR, 2014).

5.6.1 Tratamiento de las semillas para la siembra (tratamientos pre-germinativos)

Muchas semillas no necesitan tratamiento previo para germinar, como es el caso de la mayoría de las semillas “blandas” de baja viabilidad y alto contenido de agua; una mala germinación, aparte del desperdicio de semillas, es un inconveniente en el manejo del vivero, hay dos razones para una mala germinación de semillas viables:

- **Biológica:** hay semillas que tienen un periodo de latencia durante el cual su germinación es baja, a veces necesitan frío o ciertas condiciones para germinar.
- **Mecánico:** la envoltura de la semilla es muy dura y no permite la penetración del agua a la semilla, por lo que si se siembran las semillas sin tratamiento, la germinación será muy irregular y durará semanas o incluso meses. (CATIE, 1994)

Cuando las semillas tardan más de una semana en germinar, es aconsejable efectuar tratamientos previos denominados métodos pre-germinativos o de escarificación de semillas, ya que con estos métodos se ahorrará tiempo y por lo tanto dinero. Existen varios tipos de tra-

tamientos que se usan para mejorar la germinación de las semillas:

- **Tratamiento con agua a temperatura normal:** remoje las semillas en agua fría a temperatura normal por lo menos durante 12 a 48 horas. También puede remojar las semillas durante el día y dejarlas que sequen toda la noche.
- **Periodos alternos de agua y sol:** se remojan las semillas temprano por la mañana y luego se colocan al sol sobre un saco (u otra superficie que no sea la tierra). Por la tarde se guardan las semillas y al día siguiente se repite el proceso de remojarlas y colocarlas nuevamente al sol. Este proceso puede repetirse por varios días. (ITTO, SERFOR, 2014)
- **Tratamiento con agua caliente:** hierva en una olla grande, retire esta del fuego, agregue las semillas y déjelas por dos minutos. Vierta el agua caliente y reemplácela con agua fría. Deje remojar las semillas por un periodo de hasta dos días.

5.6.2 Sustrato para producir plantas forestales en vivero

La calidad de las plantas que se producirán en un vivero depende de la calidad de la semilla que se utilice, por lo cual se le atribuye mucha importancia a la selección y almacenamiento de las semillas. (CATIE, 1994).

El sustrato es la mezcla de tres componentes, suelo (tierra negra), arena y materia orgánica que se usa para llenar las bolsas en el vivero o en los semilleros. Los componentes se deben de tamizar en forma separada para extraer o eliminar las piedras y/o elementos ajenos al componente; también se debe de desinfectar el sustrato utilizando diferentes métodos, el más común es el de

verter agua hirviendo al sustrato, esto se realiza con el objetivo de eliminar huevos y larvas de insectos, matar gusanos, prevenir ataque de hongos, eliminar semillas de malezas, etc.

La mezcla de los componentes tamizados se realiza en función a las necesidades del sustrato. Las proporciones más usadas son 2:1:1/3 (Tierra Negra: Arena: Materia Orgánica), es decir dos carretilladas de tierra negra, una de arena y un tercio de carretillada de abono orgánico; otra es la proporción de 3:2:1, las proporciones varían en función al componente. (ITTO, SERFOR, 2014)



5.6.3 Embolsado

Esta actividad consiste en llenar las bolsas de polietileno con el sustrato formado, labor realizada manualmente, este proceso consiste en llenar la bolsa con el sustrato poco a poco, aplicando golpecitos a la bolsa contra el suelo, para que el sustrato se distribuya sin dejar espacios vacíos, asegurando una buena distribución y lograr la rigidez deseada, compactando la bolsa con la ayuda de una pequeña presión con los dedos, pero sin que esta presión sea demasiado fuerte que la haga demasiado compacta, lo que originaría el rompimiento de la bolsa durante el repique. Por último se

coloca el sustrato embolsado ordenadamente en las camas.

La calidad del sustrato es más importante que el tamaño de las bolsas, las bolsas pequeñas requieren menos sustrato y se trasladan al campo con mayor facilidad; hay que colocarlas sin embargo, bien espaciadas en el vivero. Se deben llenar completamente con sustrato para evitar que sus bordes colapsen dentro de ellas; cuando esto ocurre, el agua de riego no llegará al plantón. (ITTO, SERFOR, 2014).

5.6.4 Producción de planta

La producción de plantas dentro de las comunidades garantiza la provisión de material vegetativo para las iniciativas locales de reforestación. Las comunidades poseen normas para establecer viveros.

Los requerimientos en vivero para cada especie son distintos, por ejemplo en el occidente del país, debido a las bajas temperaturas en algunos departamentos (Huehuetenango, San Marcos, Totonicapán, Quetzal-

tenango) es necesario proteger los viveros con pajón o algún otro material de la localidad para evitar que las condiciones extremas de la región (heladas, granizadas, vientos) dañen a las plantas. Debido a que en ocasiones no se cuenta con material suficiente en la comunidad para proteger los viveros se ha observado que se ha utilizado nylon o malla de sombra (sarán) para la conservación y mejor desarrollo de las plántulas. (TNC, 2015)



Fuente: Producción de planta.

5.6.5 Labores culturales

Las principales labores culturales que se deben de realizar en el cuidado de un vivero son:

- **Riegos:** el cual se recomienda ser aplicado con un regador o equipo de ducha fina, para que el agua caiga de forma suave evitando que el impacto ocasione el lavado del sustrato y con ello se extraiga la semilla fuera del almácigo o esponga la raíz de la planta.
- **Deshierbo:** durante la permanencia de la semilla en las camas de almácigos hasta la germinación de estos y durante el crecimiento de las plantas en la cama de almácigos o en las camas de repique (bolsas), se da la presencia de especies invasoras que compiten por los nutrientes y por agua con la planta deseada, por lo que se debe eliminar esta maleza en forma oportuna. No esperar que se desarrolle mucho ya que ello origina que sus raíces se entrecrucen con las de la plantita y al ser extraídas dañen.
- **Remoción:** La remoción consta en cambiar de lugar las bolsas con plantas en las camas de repique, con la finalidad de que las raíces no penetren en el fondo de la cama, y las plantas se vuelvan suculentas, también se aprovecha de esta labor para separar las bolsas sin plantas, para agrupar las plantas por tamaño, colocando las más grandes al centro de las camas y las más pequeñas a los costados, asimismo, ayudan a lignificar o endurecer las plantas.
- **Agoste:** Permite ir manejando la sombra y el agua, retirando poco a poco de la sombra hasta dejar los plantones expuestos al sol. También se va espaciando el agua de riego, pero no quitándole totalmente, sino darle lo necesario, de este modo se van endureciendo los tejidos de las plantas, se va lignificando los tallos y preparando a la planta para el estrés que sufrirá cuando sea instalado en campo definitivo. Depende de la especie, así serán los requerimientos que necesite de sombra y agua.
- **Manejo y tiempo en vivero:** Los plantones deben permanecer en el vivero hasta alcanzar una altura de

25 a 30 cm. Para evitar que los plantones enraícen en el suelo, se recomienda colocar un plástico en el piso y en caso necesario realizar la poda de raíz. Cuando los plantones alcancen el tamaño adecuado, se debe retirar la malla de sombra y ampliar la frecuencia de riegos, con el propósito de que los plantones se lignifiquen (más leñoso) y se aclimaten a las condiciones ambientales similares a las del sitio de plantación (TNC, 2015).

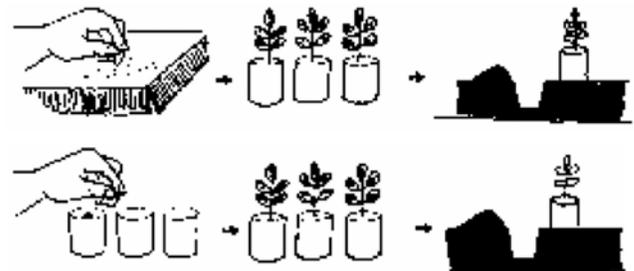
5.6.6 Siembra

Existen dos tipos de siembra: la siembra en almácigos y la siembra directa; para cualquiera de estos dos, el sustrato debe estar humedecido al momento de realizar la siembra, las semillas se colocan y se tapan con el mismo sustrato, quedando como máximo a una profundidad del doble del tamaño de la semilla.

La siembra en almácigos se usa cuando la semilla es muy pequeña o de mala calidad (mal conservada, vieja, etc.) y no se sabe cuántas van germinar. Después de que las plantas tienen cierta altura se deben de trasplantarlas a las bolsas o envases.

En la siembra directa las semillas se colocan directamente en las bolsas o envases, ahorrando el trabajo de trasplante, este tipo de siembra se utiliza cuando la germinación es buena y las especies son delicadas para trasplantar. Para la plantación de las estacas, se deben de enterrar en el mismo sentido que la estaca tenía en el árbol madre, enterrándose por la mitad. ((INTA), 2011)

Figura 6. Siembra de plántulas forestales



Fuente: ((INTA), 2011), extraída de (CATIE, 1994)



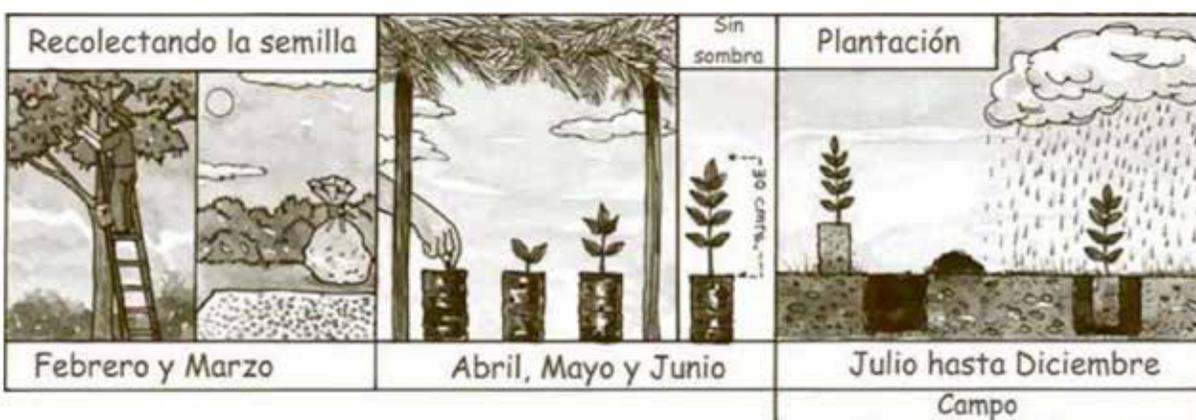
5.7 Establecimiento de plantaciones

Un buen ejemplo de la aplicación del conocimiento ancestral relacionado con el establecimiento de plantaciones es la identificación de la época de “canícula” en donde no se acostumbra a sembrar, debido al período de dos semanas con ausencia de lluvia y aumento de calor, condiciones que no son favorables a la plántula ya que les genera un mayor stress. Previo al establecimiento de plantaciones, generalmente se preparan los terrenos con alta pendiente, construyendo curvas a nivel que ayudan a conservar el suelo y a detener la erosión durante la época de lluvia. En general las comunidades plantan árboles cuando el invierno se establece, de mayo a septiembre,

sin embargo en algunas ocasiones se realizan en octubre, cuando el invierno está por finalizar (FAO, 2016).

Es importante realizar una adecuada planificación de todas las actividades para asegurar el éxito de la plantación, considerando la calidad de la semilla (selección de árboles padre, recolección y almacenamiento de semilla); la producción de las plantas en vivero y el período de siembra adecuado para garantizar que el sistema radicular de los árboles jóvenes tenga las condiciones necesarias para desarrollarse apropiadamente, y al llegar la época seca se encuentren establecidos y puedan sobrevivir.

Figura 7. Cronograma de actividades para el establecimiento de plantaciones



Fuente: (CATIE, 2003)

5.7.1 Plantas nodrizas

Las plantas nodrizas son plantas arbustivas que se utilizan para proteger especies de menor tamaño de las heladas y del viento, la cual una práctica utilizada en varias comunidades con condiciones climáticas extremas. La actividad consiste en establecer o utilizar las plantas arbustivas del lugar con el objetivo de proveer resguardo contra las heladas o el viento a plántulas de especies arbóreas que aun necesitan desarrollarse mejor y a sobrevivir las condiciones climáticas extremas.

Después de tres o cuatro años, los árboles tienen asegurada su sobrevivencia, por lo que se debe de realizar manejo de las plantas arbustivas ya que en algunos casos la competencia puede ser negativa. A estas plantas también se les llama plantas madre (Martínez J. , 2016).

Se deben de seleccionar las plantas nodrizas tomando en cuenta las condiciones climáticas, edáficas y ecológicas de la especie. Las plantas arbustivas más utiliza-

das son: arrayán (*Baccharis vaccinioides* Kunth), Salvia (*Buddleia megalocephala* Donn-Smith.), Mozote (*Acaena elongata* L.), Mora (*Rubus trilobus* Ser.), Malacate (*Symphoricarpos microphyllus* Kunth) y Chicajol (*Stevia polycephala* Bertol.), Pata de gallo (*Lupinus ehrenbergii* Schlecht.), Jubenzal (*Verbesina hypoglauca* Sch. Bip. ex Klatt), Comida de pájaro (*Roldana heterogama* (Benth.) H. Rob. & Brettell), Siete negritos (*Monnina xalapensis* Kunth), Mucan (*Holodiscus argenteus* (L. f.) Maxim.), Racimo amarillo (*Verbesina apleura* S.F. Blake) y Chiltepe (*Cestrum guatemalensis* Francey) (Martínez J. , 2014).

Se pueden encontrar dos escenarios en tierras o bosques degradados en donde las condiciones del clima son extremas (heladas):

- No existe presencia de plantas nodrizas, por lo que es necesario introducir especies arbustivas que se ha producido en vivero o plantas provenientes de regeneración natural en áreas con gran densidad de individuos. Posteriormente se realiza la siembra de las especies de interés y se le da el mantenimiento y seguimiento correspondiente para evitar que entren en competencia con los árboles.
- Existen plantas nodrizas que por su densidad no permiten la regeneración natural del área o es necesario realizar manejo de plantas arbustivas, posteriormente se siembran las especies arbóreas.

5.8 Sistemas Agroforestales tradicionales

El sistema agroforestal tradicional consiste en la combinación de árboles dispersos, generalmente utilizando el asocio entre la especie forestal del pino y el cultivo agrícola del maíz. Los pinos son podados para favorecer su crecimiento vertical, el cual es necesario para aprovecharlos posteriormente como madera.

Las podas dentro de estos sistemas aportan leña para el hogar, pero también permiten el paso de luz solar para el buen desarrollo del cultivo de maíz, los árboles protegen al maíz de las heladas, de los vientos y de las eventuales granizadas, al mismo tiempo que protegen a los suelos de la erosión.

Los comunitarios conocen que pueden llegar a tener pérdidas hasta de un 30% de los granos de maíz durante el almacenamiento, por lo que invierten tiempo y recursos para el secado y correcto almacenamiento del producto. Por ejemplo en Nebaj, El Quiché utilizan la planta denominada “flor de muerto” como repelente, la cual se coloca adentro de las trojas, en la parte superior; en otros casos el maíz se almacena con su respectiva tusa, la cual sirve como capa protectora que evita el ataque de insectos. (TNC, 2015).

Se puede encontrar también otras combinaciones utilizando especies forestales de encinos, salvia, arrayán y otros arbustos asociados a cultivos agrícolas, por ejemplo la papa con el arrayán. (TNC, 2015)

5.9 Sistemas agrosilvopastoriles

Durante la época seca, en muchas regiones de Guatemala es visible una disminución en el crecimiento del pasto, el cual no es suficiente para la alimentación del ganado (pastoreo) y en consecuencia, estos pierden peso y la producción de leche también disminuye. Ante estas dificultades las comunidades y Pueblos Indígenas,

desde el conocimiento tradicional establecen socios entre pastos, especies arbóreas y pecuarias para desollar dentro de un sistema, las condiciones que favorezcan un mejor crecimiento y desarrollo de los animales así como asegurar la producción de leña para la cocción y preparación de sus alimentos (TNC, 2015).



Desde el conocimiento tradicional, el pastoreo se realiza de manera controlada, principalmente utilizando el ganado vacuno para la producción de leche y carne y el ganado ovino, aprovechando además, la lana que ésta produce. Se utilizan las áreas con mayor potencial para la carga animal sin alterar las condiciones del sitio. Algunas de estas áreas son ecosistemas naturales específicos, tales como las ciénagas, que son antiguas lagunas que se aprovechan para el pastoreo.

5.10 Manejo y aprovechamiento de árboles

Las podas de los árboles, sobre todo de coníferas y algunas otras como el aliso, son prácticas de manejo forestal basadas en el conocimiento tradicional, las cuales se realizan con el propósito de aprovechar la leña, ya sea para el consumo en el hogar o para la venta, además de favorecer la formación de los árboles para que se puedan aprovechar como madera y regular la luz para el desarrollo de los cultivos en el caso de los sistemas agroforestales.

La poda de árboles provee beneficios de largo plazo a las familias rurales porque se aprovechan de forma gradual y se logra una buena formación para fines maderables. Las podas de estímulo y de formación se deben de realizar en luna nueva, cuarto creciente y cuarto menguante, para mejorar el desarrollo del árbol (Licerio Camey, 2016); para plantaciones de Pinabete, con fines de producción de árboles navideños, se recomienda realizar las podas de formación en dichas fases lunares.

Una de las principales actividades ligadas al bosque y los conocimientos ancestrales, es el aprovechamiento de madera, que se utiliza principalmente para la construcción de casas. La selección se basa en el criterio de utilización, la cual está asociada con las fases de la luna. El aprovechamiento de leña se realiza durante todo el año,

En ciertas áreas de Totonicapán se hace el pastoreo controlado dentro del bosque, aunque esto no está bien visto por los técnicos forestales que aducen la destrucción de la regeneración natural y se le atribuye como una de las principales causas de la degradación y deforestación de los bosques. Los sistemas agrosilvopastoriles generan beneficios directos por la crianza del ganado que se vende en los mercados locales, además que también aportan abono orgánico para la fertilización de los suelos (TNC, 2015).

procurando la fase de luna llena para obtener un material de mejor calidad.

Esta actividad la realizan especialmente las mujeres y los niños, los cuales prefieren aprovechar la leña de los árboles caídos, enfermos y mal conformados dentro de los bosques naturales, plantaciones o sistemas agroforestales. Por ejemplo, según el conocimiento tradicional la cosecha de leña y madera debe hacerse en luna llena, ya que ésta arderá mejor y si es madera estará sazona, es decir que contribuirá a obtener madera de buena calidad que garantiza durabilidad y la cual no será afectada por la polilla (INAB, 2015).

Antes de iniciar a cortar o aprovechar cualquier parte de un árbol, se debe de pedir permiso al Ajaw, para demostrar el respeto que se le tiene a la madre tierra y a todos los seres vivos, los cuales trabajan y conviven en armonía. (Defensoría Indígena Wajxaqib'Noj, 2014).

Es importante considerar las fases de la luna al momento de realizar los aprovechamientos forestales, por ejemplo, los comunitarios hacen mención que cuando se corta un árbol en la luna pequeña, no sirve la madera, pero cuando se corta el árbol en luna llena la madera dura más tiempo (Padilla, 2016).



5.11 Instituciones locales para el manejo y conservación de bosques comunales

Los Pueblos Indígenas han desarrollado todo un sistema de conocimientos tradicionales que les permite implementar las mejores prácticas de manejo y conservación de árboles y bosques. Sin embargo, la contribución más contable consiste en la creación de instituciones locales para la gestión de los bosques comunales, los cuales está conformados por gobiernos locales, con sus propios sistemas de normas y sanciones, mecanismos de

monitoreo y supervisión, vigilancia (guardabosques), mantenimiento (viveros y reforestaciones), así como la distribución de beneficios del bosque, en función de las contribuciones de los miembros de la comunidad. Las instituciones locales de gestión colectiva aportan al cuidado del bosque y a su mejoramiento, de igual manera regulan los derechos de acceso, uso y control de los recursos (TNC, 2015).

5.12 Las normas comunales en la protección y conservación de bosques

En el cumplimiento de las normas locales o derecho consuetudinario, se involucra a todos los miembros de la comunidad en cuanto a cuidar, proteger y conservar los bosques, las montañas, los ríos, nacimientos de agua, árboles, minerales, piedras, animales, hongos, toda la diversidad biológica, los seres humanos y toda forma de existencia, los cuales deben estar de acuerdo con la unidad y estructura de vida.

Toda la institucionalidad indígena comunal, especialmente las autoridades indígenas, cumplen la función de Chajineles (guardianes): consejos de protección de los bienes naturales, consejos de Ajq'ijab, consejos de agricultura, consejos de la medicina, consejos de mujeres. En efecto a través de las acciones comunitarias y protección del conjunto, se logra prevenir el desequilibrio, la desarmonía y reencauzar en forma permanente la dinámica del Utz K'aslem –Bienvivir.

Las autoridades indígenas que intervienen en la aplicación de las normas y reglamentos locales son aquellas a quienes la comunidad reconoce como tales, debido a

que desde su nacimiento, traen su Nawal de fungir como tales. Sin embargo, el Nawal se complementa con la edad, con el hecho de ser conocido y reconocido por todos; por ser originario del lugar, haber sido ejemplo de vida en la comunidad, tener buena conducta, experiencia y ser respetuoso. Cada uno ocupa su papel de acuerdo a su Nawal. Pueden darse casos en donde una sola persona reúna varias funciones de autoridad. Las autoridades del pueblo Maya que intervienen en la administración de justicia son: Rinimaqtaqwinaq (los ancianos y ancianas), Riajq'ijab' (guía espiritual), Riajiilom (comadronas), Riajkununel (curanderos), Riajk'amalb'ee (conductores de la vida), Richuchtat (los padres de familia), Riikan (los tíos o tías) y los padrinos (INAB, 2013).

Por ejemplo en el occidente del país, en el departamento de Totonicapán, existen territorios que están organizados en parcialidades, las cuales son formas organizativas muy específicas, dependen del linaje familiar, es decir un grupo de personas ligadas por una relación de parentesco que tienen derechos comunes sobre una porción de territorio que se denomina igualmente parcialidad. El tér-



mino parcialidad hace entonces referencia tanto a la forma organizativa como al territorio que es gestionado por dicho grupo. Dentro de cada parcialidad existen normas y regulaciones en torno a los recursos naturales que son diseñadas y puestas en marcha de forma colectiva por los miembros del grupo familiar. Esta forma de organización tiene orígenes muy antiguos ya que las parcialidades que existen hoy en día corresponden a calpules indígenas de la época prehispánica. Los calpules eran áreas de propiedad común administrativa por los linajes familiares

principales y que eran distribuidas entre los miembros de dicho linaje, alguno de estos grupos familiares lograron mantener el control sobre dichas áreas durante y después de la época colonial, convirtiéndose dichos terrenos en las parcialidades que conocen actualmente. La mayoría de las parcialidades que existen en Guatemala están cubiertas de bosque y juegan un papel muy importante la producción de agua y la conservación de la cobertura boscosa (Par, 2016).



Sexta Sección:

Monitoreo, evaluación y aprendizaje de la restauración del paisaje forestal

Un supuesto clave e implícito en todo proyecto de restauración, que se considere exitoso, es que beneficiará la función y estructura de un ecosistema, brindará un beneficio económico o socialmente aceptable (Bradshaw, 2002; Choi, 2007; citados en (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016); (UICN y WRI, 2014).

En otras palabras se busca conseguir un cambio positivo a la situación actual de determinada área. La degradación o transformación de los ecosistemas está motivada por problemas sociales, económicos o políticos, y tiene manifestaciones biológicas (IIRB-Alexander von Humboldt, 2015).

El monitoreo es el seguimiento, vigilancia y control permanente a las actividades previstas en un plan, programa o proyecto. Thompson (1998) define al monitoreo, como la evaluación repetitiva del estatus de una cantidad o atributo en un área por un período específico de tiempo. Hellawell (1991), citado por Aguilar (2015) indica que el monitoreo es un proceso y no una meta por sí misma, el cual permite revelar si ha ocurrido un cambio en un sistema, su dirección e intensidad, logrando detectar si un sistema se mantiene estable, al compararlo de manera continua o periódica con su estado inicial y observar que los resultados no cambian.

Ferraro y Pattanayak (2006), citado por Aguilar (2015), señalan que para el caso de la restauración ecológica, el monitoreo permite evaluar cuánto ha cambiado un sistema con respecto a su condición inicial, y por otro lado si ha cambiado en la dirección esperada hacia un estado

ideal o de referencia y qué tan cerca está de ese estado. Por tanto, en restauración ecológica, el monitoreo es fundamental para determinar si las acciones realizadas han generado los cambios esperados y si estos han ocurrido o están ocurriendo en la dirección deseada y a la velocidad proyectada en el plan original.

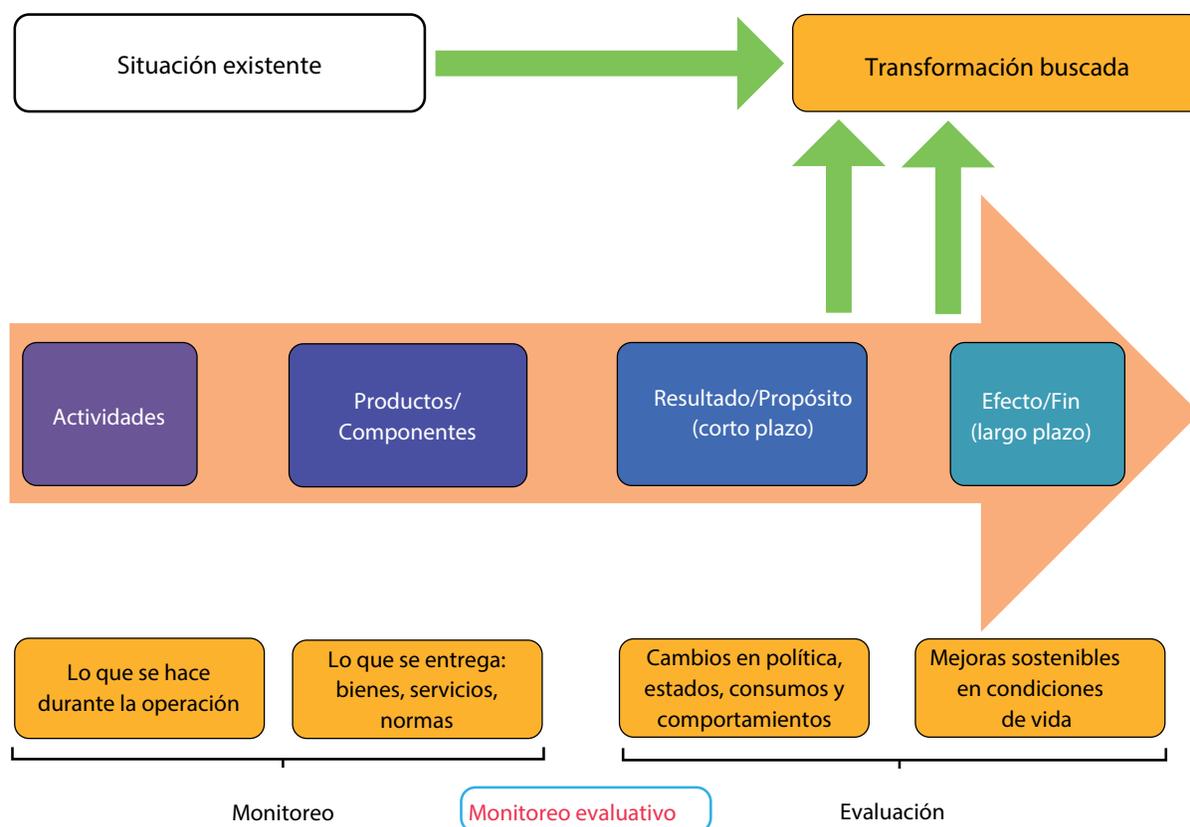
El monitoreo se puede definir como la colecta y análisis de observaciones o medidas repetitivas para evaluar cambios en la condición y progreso hacia un objetivo (Elzinga et. al., 1998, Williams y Nichols 2006). Es claro que el monitoreo busca evaluar el éxito de la toma de decisiones o la elección de una técnica específica (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016).

En restauración, dicho seguimiento puede ser realizado por una institución gubernamental, las organizaciones de la sociedad civil y/o las comunidades. El monitoreo, análisis y evaluación de la restauración genera nuevos conocimientos que pueden ayudar a mejorar el nivel de vida de la humanidad. En otras palabras, a través del seguimiento y la evaluación se puede generar nuevo conocimiento y el aprendizaje significativo.

En la Figura 8 se muestra un esquema donde se parte de una situación existente basada en una necesidad social, ambiental y que afecta la economía; las acciones de restauración se diseñan, se implementan buscando ciertos productos, logrando ciertos cambios denominados “resultados / propósitos” y a largo plazo obteniendo los efectos o fines planteados en los objetivos.



Figura 8. Marco referencial de un modelo de monitoreo y evaluación



Fuente: (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016)

El proceso de implementación de actividades es monitoreado y evaluado, enfocado en los objetivos establecidos. Si posterior al análisis y evaluación, no se logran estos efectos o impactos se debe tomar la decisión de rediseñar las acciones de restauración buscando una nueva estrategia o camino para lograr los objetivos de mejoras sostenibles en el ecosistema trabajado y en las condiciones de vida de las poblaciones humanas.

A través del monitoreo se hace un registro ordenado de los avances de las actividades, los productos y los objetivos planificados. Este registro permite detectar las dificultades en la ejecución para que los actores interesados propongan las medidas necesarias para reencauzar el plan, programa o proyecto. De esta manera, las autoridades competentes y la población beneficiaria tendrán

que proceder a solucionar los problemas detectados con la finalidad de concluir las actividades conforme a los objetivos planificados. Mediante el monitoreo y su correspondiente análisis y evaluación, las personas adquieren conciencia de los avances, retrasos, fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas. El informe y rendición de cuentas a la ciudadanía garantiza el uso transparente de los recursos de las comunidades y del Estado.

Por otro lado, el monitoreo motiva la organización y concienciación de las comunidades al favorecer un espacio de capacitación y coordinación. Fomenta la participación activa en la defensa de sus recursos y, principalmente, por la defensa de sus derechos como seres humanos, como ciudadanos y ciudadanas y como comunidades (URL, 2009).



En el marco de un proyecto de restauración ecológica se pueden desarrollar dos tipos de monitoreo: a) el monitoreo de implementación y b) el monitoreo de efectividad (Block et. al., 2001) (ver Figura 9).

Es importante destacar que la restauración requiere de un compromiso a largo plazo y tiempo para mostrar los resultados esperados. La restauración posee un nivel de incertidumbre, largo plazo y alto costo, características que le confieren un alto nivel de riesgo. El monitoreo puede demostrar la eficiencia, efectividad e impacto de los proyectos, a la vez que brinda transparencia y claridad en

la rendición de cuentas, generando confianza sobre las acciones implementadas.

Es importante indicar que el monitoreo es un proceso que puede ser aplicado a la gestión de un proyecto de restauración (actividades, resultados, efectos e impactos del proyecto) y también al “proceso de restauración del paisaje forestal”, el cual posee también actividades, resultados, efectos e impactos, relacionados pero distintos al proyecto administrativo propiamente (IIRB-Alexander von Humboldt, 2015).

6.1 Valor que agregan las etapas de monitoreo y evaluación al proceso de restauración

- a) Permite que los equipos técnicos de los proyectos tengan una visión general del avance real del proyecto, identificando los componentes que presentan más dificultades y las acciones correctivas acordadas.
- b) Permite incorporar y articular las actividades y productos regionales logrando una visión a mayor escala.
- c) Asegura una coherencia y articulación en el proyecto a través del proceso de monitoreo.
- d) Se mejoran los procesos de conocimiento a través del desarrollo de las actividades y su implicación en la consecución de las metas, medidas a través de los indicadores de productos de una forma estructurada (FAO, 2016).

6.2 Antecedentes del monitoreo de la restauración en Latinoamérica y Guatemala

Guatemala ha tenido algunos avances como: a) la elaboración y socialización del mapa de áreas potenciales de RPF; b) listado de indicadores para la estrategia nacional del paisaje forestal, denominado anexo 3 de la ENRPF; c) inicio de la elaboración de los protocolos de medición de algunos indicadores; d) establecimiento de línea base de indicadores clave en dos regiones de Guatemala como sur oriente de Petén y San Marcos. La Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala propuso un sistema de indicadores basado en los impactos esperados por la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal. Dichos indicado-

res fueron elaborados a partir del Marco Estratégico/ Programático de la ENRPF, construido bajo el enfoque de marco lógico.

La ENRPF propone realizar la implementación en forma escalonada, de acuerdo a una planificación quinquenal, con un número limitado de indicadores, bajo criterios prioritarios y orientadores, sin perder de vista el costo, los procesos ya existentes de levantamiento de información, relevancia para la incidencia política y la opinión pública favorable a la RPF (Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala, 2015).

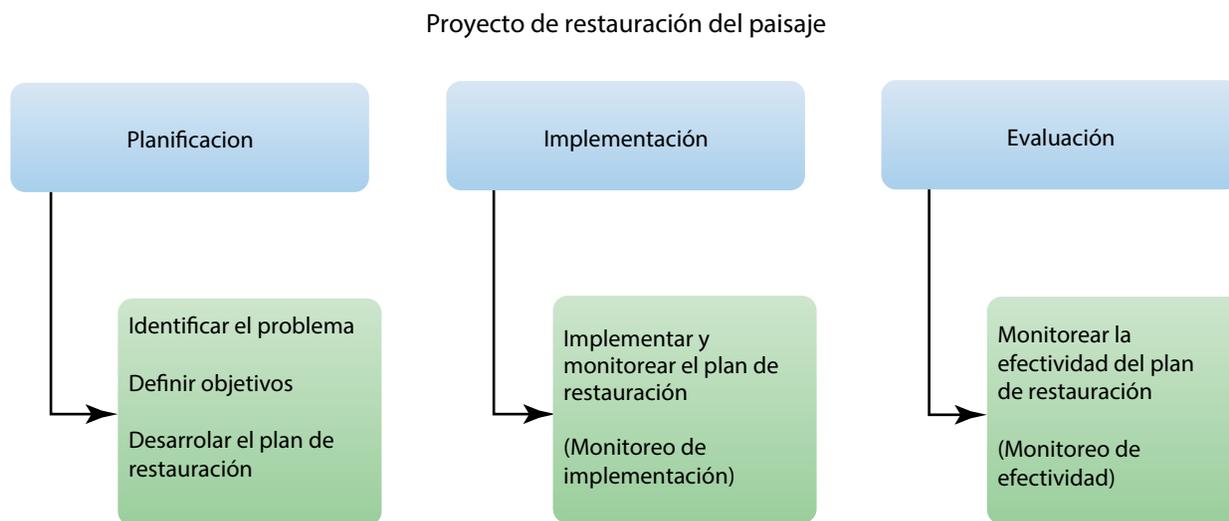


6.2.1. Etapas del monitoreo

El monitoreo de un proyecto de restauración está íntimamente ligado a las etapas de un “proyecto de restauración”. Las etapas generales de un proyecto de restau-

ración del paisaje y de su monitoreo son: planificación, implementación y evaluación, las cuales se presentan en la Figura 9.

Figura 9. Etapas generales del monitoreo para proyectos de restauración del paisaje forestal



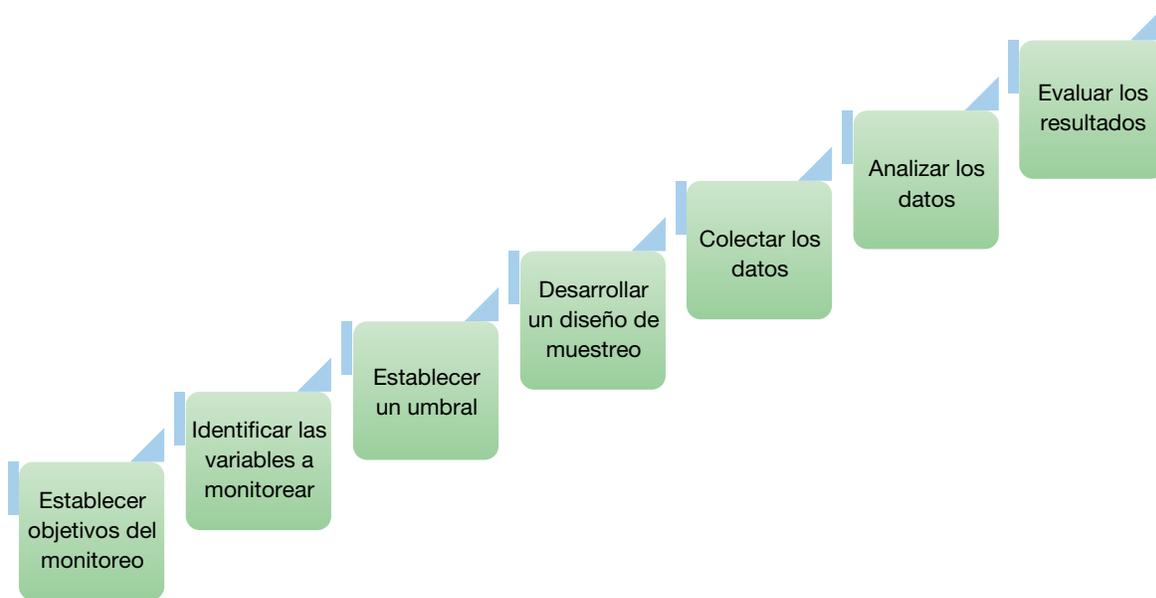
Fuente: (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016)

Las etapas específicas del monitoreo son: 1) establecer los objetivos del monitoreo; 2) identificar las variables a monitorear; 3) establecer un umbral; 4) desarrollar un diseño de muestreo; 5) coleccionar los datos; 6) analizar los datos; 7) evaluar los resultados (ver Figura 10). La evaluación de los resultados del monitoreo

debería responder a la pregunta: ¿Fue la restauración efectiva para el recurso en cuestión o se deben realizar otras acciones de restauración para alcanzar el objetivo previamente identificado? (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016).



Figura 10. Etapas del monitoreo orientado a evaluar la efectividad de las acciones de restauración del paisaje



Fuente: (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016)

Aguilar (IIRB-Alexander von Humboldt, 2015), describe las etapas del monitoreo en los siguientes pasos:

Primero: definir los objetivos, procurando que sean concretos, medibles, alcanzables, realizables y circunscritos a un lapso de tiempo específico. Los objetivos deben nacer de necesidades o intereses de la población local, regional o nacional. Por ejemplo un objetivo es determinar la técnica o práctica más efectiva, la de menor costo y aquella que tenga la combinación de ambas (efectiva a menor costo).

Segundo: seleccionar un “ecosistema sin disturbio” de referencia, para definir la metodología y verificar si las metas en cada etapa de la restauración nos acercan al logro de los objetivos y en qué medida.

Tercero: analizar y evaluar los resultados por medio de un programa de monitoreo.

Cuarto: tomar la decisión para corregir, ajustar, mejorar o complementar algunas técnicas o estrategias.

6.2.2 Indicadores

El monitoreo debe considerar aspectos importantes tales como: a) el estado inicial del área a restaurar (línea base) y b) el ecosistema de referencia, que se considera el estado final o ideal que se quiere lograr mediante las actividades de restauración. En ese sentido, deben escogerse elementos de medición, los cuales se denominan “indicadores” y que servirán para mostrar los cambios que está sufriendo el área original. Los indica-

dores muestran si las acciones de restauración están cambiando el área inicial al estado deseado o al ecosistema de referencia (IIRB-Alexander von Humboldt, 2015). Como ejemplo, en el anexo 3 se presentan diversos indicadores que han sido usados para el monitoreo de la restauración, agrupados en las categorías físicas, ambientales, sociales y económicas (ver Cuadro 29, 30, 31 y 32).



Existen varios tipos de indicadores a usar en la restauración: a) de proceso o actividades; b) de efecto o impacto. Aguilar (2015) menciona que los indicadores que se seleccionen para monitorear la restauración del paisaje dependerán de la escala y de características intrínsecas de dichos indicadores como: alta claridad, disponibilidad, amplios rangos de distribución, métodos fáciles de muestreo, estandarizados, económicos y sensibles a los cambios ambientales. También es importante escoger los indicadores más adecuados para cada tipo de ecosistema, tomando en cuenta las particularidades del sitio a restaurar y el disturbio a tratar.

El indicador más común usado por distintos países es la cantidad de hectáreas plantadas con especies arbóreas. Sin embargo, restauración es más que plantar árboles y por tanto es importante evaluar otros parámetros que midan su efectividad, es decir, el restablecimiento de los ecosistemas degradados o destruidos (IIRB-Alexander von Humboldt, 2015).

Aguilar (2015) indica que en Colombia, las variables usadas más frecuentemente son descriptores de vegetación, desde las más simples (cobertura y riqueza de especies), hasta medianamente elaboradas (por ejemplo, composición de especies, contribución proporcional al ecosistema y distribución en el espacio) (IIRB-Alexander von Humboldt, 2015). Las variables utilizadas para establecer la línea base de proyectos de restauración del paisaje en Colombia son:

- a. Cartografía y geomorfología (ubicación y distribución de parches, fisiografía y geomorfología)
- b. Clima (precipitación y temperatura)
- c. Suelos (geología, caracterización física, nutrientes y erosión)
- d. Agua (caracterización fisicoquímica y contaminación)
- e. Vegetación (composición, estructura y cobertura, presencia de especies invasoras, historia natural de especies de interés)
- f. Fauna (inventario de aves, mamíferos, herpetofauna, insectos y macro invertebrados acuáticos)
- g. Social (caracterización socioeconómica, relación con el sitio a restaurar, mapas de impactos y riesgos, demanda de servicios ambientales)
- h. Otros (estudios ecosistémicos funcionales)

La medición de estas variables dependerá de la escala del paisaje y de los recursos financieros para su monitoreo, entre otras condicionantes.

La Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala posee un listado de 89 indicadores propuestos para la medición de los objetivos. En el Cuadro 26 se presentan los principales impactos esperados por la ENRPF y los indicadores correspondientes a cada impacto.



Cuadro 26. Impactos en la restauración del paisaje forestal según la Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala –ENRPF– y sus correspondientes indicadores

Impacto 1. Aumento de la provisión de bienes y servicios de los ecosistemas al mercado.
Indicador 1.1 Incremento del aporte de los servicios ecosistémicos de las hectáreas restauradas.
Indicador 1.2 Recaudación e inversión municipal por servicios ecosistémicos.
Impacto 2. Aumento, manejo y protección de la cobertura forestal.
Indicador 2.1 Restauración efectiva bajo enfoques productivos.
Indicador 2.2 Restauración funcional de la cobertura forestal bajo enfoque de ecosistemas y medios de vida.
Impacto 3. Empleo e ingreso generado mediante la implementación de los planes de manejo y el desarrollo de modelos de negocio.
Indicador 3.1 Incremento del ingreso y empleo atribuible a los servicios ecosistémicos.
Indicador 3.2 Hectáreas restauradas bajo enfoque funcional de medios de vida en cada categoría.
Impacto 4. Mejora de la conectividad biológica y la preservación de ecosistemas forestales estratégicos.
Indicador 4.1 Incremento del número de especies nativas, en peligro y/o endémicas utilizadas para la restauración del paisaje.
Indicador 4.2 Conectividad forestal en las áreas priorizadas y ecosistemas forestales estratégicos.
Impacto 5. Mejorar los procesos de adaptación al cambio climático mediante una mejor gestión y planificación del territorio.
Indicador 5.1 Implementación de planes de ordenamiento territorial en municipios de áreas priorizadas.
Indicador 5.2 Aplicación de normativas locales e indígenas desarrolladas para la implementación de los planes territoriales.

Entre los 7 ejes estratégicos de la ENRPF, existen 19 metas, las cuales serán monitoreadas por medio de 29 indicadores de impacto.

Tomando como base las etapas del monitoreo descritas por Sanchún et. al. (2015) (ver Figura 10), a continuación

se enlistarán los pasos necesarios, herramientas y algunas experiencias obtenidas en Guatemala para el monitoreo, evaluación y aprendizaje de la restauración del paisaje forestal.



6.3 ¿Cómo se realiza el monitoreo?

A continuación se describen los pasos para realizar el monitoreo de la restauración:

6.3.1 Establecer los objetivos del monitoreo

Los objetivos del monitoreo están ligados a los objetivos de la restauración del paisaje y los objetivos de la restauración están ligados al diagnóstico y priorización de las principales necesidades y problemas de la población humana o de alguna población de fauna o flora específicas. Conociendo en forma clara ¿qué se desea? ó ¿a dónde se quiere llegar?, el monitoreo planteará objetivos que ayuden a medir los cambios y a determinar si se lograron los objetivos de restauración esperados. Dependiendo del tiempo en que se esperan cumplir, los objetivos

pueden ser de: corto, mediano y largo plazo (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016).

En diferentes proyectos de restauración en Colombia, se observa una tendencia a enfocarse en objetivos a corto plazo, con un sesgo hacia variables ecológicas. Se pasan por alto variables que miden metas a largo plazo, en los ámbitos biológico, social, económico y político (IIRB-Alexander von Humboldt, 2015).⁸

6.3.2 Identificar las variables a monitorear

Aguilar (2015) indica que debe existir una relación clara entre las variables que se monitorearán y los objetivos de la restauración. Algunas variables muestran resultados de cumplimiento para los objetivos inmediatos (a corto plazo)⁷; mientras que otras sirven para determinar el cumplimiento de los objetivos a mediano y largo plazo. Existen variables que determinan los efectos del proceso de restauración y otras que determinan los impactos a largo plazo de dicho proceso.

En conclusión, existe una variable específica para cada tipo de medición y es muy importante definir el alcance de dicha

variable. La mala selección de una variable para un objetivo puede conducir a un sesgo o alteración de los resultados.

Identificadas y validadas las variables, se puede realizar un diagnóstico y caracterización de los ecosistemas existentes en el área a restaurar y compararlos con un “ecosistema de referencia”, de tal forma que se puedan describir los niveles de degradación de cada uno de los ecosistemas caracterizados. La caracterización del ecosistema de referencia y de los ecosistemas degradados puede usar variables de los componentes: suelo, agua, vegetación y fauna, entre otros.

⁷ Las variables para medir objetivos a corto plazo, más comunes y frecuentes, es el número de plantas sembradas, la sobrevivencia de las plantas sembradas (en número de plantas o en porcentaje de sobrevivencia) y la cantidad de hectáreas sembradas.



6.3.3 Establecer una meta

La restauración es un proceso a trabajar en ecosistemas degradados, los cuales deben ser medidos cualitativa y cuantitativamente, mediante un diagnóstico de variables o “línea base”. Este será el punto de partida. El punto final de la restauración será un “umbral”, el cual es el objetivo convertido en metas, de forma cualitativa y cuantitativa.

“Establecer un umbral” puede tener dos interpretaciones. La primera interpretación es ambiciosa y consiste en devolver el área al “ecosistema original”. Para ello, deberá ubicarse y caracterizarse un ecosistema original “de referencia”, midiendo cuantitativa y cualitativamente las variables que distinguirán la transformación del ecosistema. Para determinar si se logró llegar al “ecosistema original de referencia”, se deberán medir variables durante el proceso de restauración que cuantifiquen la abundancia, dominancia y frecuencia de las especies del ecosistema original.

La segunda interpretación consiste en establecer un “escenario específico que se desea conseguir”, a través de metas claras y precisas. Este escenario específico puede ser la recuperación de cobertura forestal en el área, la cual se puede cuantificar en metas concretas, como por ejemplo, rehabilitar un área con una densidad de 1,111 árboles por hectárea. Otro escenario específico podría ser la recuperación de cierta especie de coleóptero saprófago, el cual es indicador de un tipo de ecosistema específico. Para ello se realizarán acciones específicas que logren restaurar el ecosistema hasta encontrar la presencia de este coleóptero saprófago y determinar una cantidad específica de ellos por unidad de área.

El mapa de áreas potenciales para implementar categorías de restauración del paisaje forestal es una tentativa de línea base.

6.3.4 Plan de monitoreo y diseño de muestreo preliminar

El plan de monitoreo encierra diferentes actividades. Entre las más importantes se encuentran:

- a) conceptualizar y elaborar el protocolo de medición de un indicador, para una variable. Este protocolo incluye el pronóstico del resultado a obtener y una interpretación inicial de los resultados;
- b) diseño de muestreo preliminar, el cual consiste en una propuesta del modo y cantidad de muestras o lecturas a realizar en campo. Dicha propuesta busca validar el protocolo de medición y de la herramienta con la que se obtendrá una muestra representativa de las áreas de interés a restaurar, ajustando los recursos existentes y el método de colecta de datos. Por ejemplo, si la meta es restaurar la población de una especie forestal endémica, como el rosul (*Dalbergia* sp), el hormigo (*Platimiscium dimorphandrum*) o el pinabete (*Abies guatemalensis*), este paso consistirá en diseñar el formulario con el que se realizará el inventario de la cantidad de individuos de estas especies, el número y tamaño de las parcelas a realizar y periodicidad de dicho inventario;
- c) elaboración y obtención de los instrumentos necesarios. Esta fase consiste en la reproducción de los formatos, formularios o boletas validados en el paso anterior, los cuales deberán llenar los usuarios o comunitarios, los técnicos o los colaboradores del monitoreo. Esta etapa incluye actividades de recolección relacionadas a los protocolos, como la obtención de las muestras y los tipos de análisis físico-químicos del suelo, de agua, la determinación de especies vegetales y el trampeo de fauna, entre otros instrumentos de recolección de información.



Es importante enfatizar que los protocolos y formatos deben estandarizarse a nivel nacional, de tal forma que pueda homogenizarse la forma de obtención de información. Esto reducirá el sesgo y aportará información significativa que contribuirá a un análisis más claro y adecuado de los avances de la estrategia nacional de restauración a través de la implementación de los planes de restauración en todo el país.

6.3.5 Colectar los datos

La colecta de datos es la implementación del diseño de muestreo preliminar. La mayoría de veces, este diseño se ajusta según las condiciones específicas en campo. Los datos colectados mediante los instrumentos previamente diseñados deben vaciarse, colocarse y copiarse en una base de datos. Con esta se podrán realizar diferentes análisis comparativos y de interpretación, mediante tablas y gráficas. Una propuesta es que el Sistema Nacional de Información Climática –SNIC– sea la plataforma de acopio y control de los proyectos de restauración y otros proyectos relacionados que suman a esta iniciativa.

6.3.6 Analizar los datos

Para analizar los datos es necesario desarrollar una metodología que evalúe y compare los datos obtenidos.

6.3.7 Evaluar los resultados

Existen factores que inciden en el área a restaurar, los cuales podrían desviar o limitar los efectos de las acciones de un proyecto. Esta situación no permitiría la obtención de los resultados deseados. Ejemplo de estos factores son: plagas, enfermedades, mala selección de la especie, de la semilla y deficiente supervisión de las actividades, entre otras. La evaluación de los resultados permite detectar estos factores, de tal forma que identificados, puedan corregirse o redireccionarse. En algunas

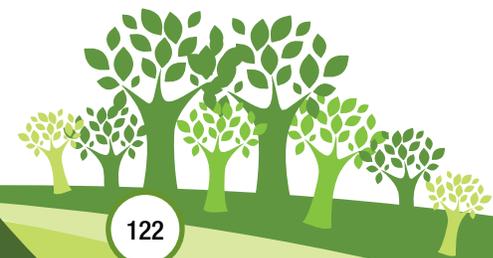
Existen herramientas técnicas muy avanzadas para medir las variables de restauración como: fotografías aéreas con drones, análisis satelitales de la cobertura vegetal, análisis químico de macronutrientes del suelo y análisis químico de calidad del agua, las cuales también se deben validar, homogenizar y planificar para proveer datos relevantes, sin perder la claridad y simpleza que permitan determinar el logro de las metas propuestas.

Una de las tendencias actuales es que el productor o los comunitarios en campo realicen la etapa de colecta de datos. Esta tendencia tiene la ventaja de que los actores locales participan en forma activa y logran un aprendizaje significativo; también consideran las posibles soluciones, al observar el proceso de restauración en campo. Esta tendencia puede ser una excelente solución, media vez las instituciones realicen una validación en campo, por medio de muestreos.

Mediante un correcto análisis de datos, se podrán interpretar correctamente los mismos.

ocasiones se deberán planificar nuevas acciones de restauración dentro de los proyectos para lograr las metas propuestas.

Entre las herramientas para el análisis de resultados se encuentran el método FODA (fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas), con una mirada retrospectiva, usando la experiencia como medio para el llenado de estas variables.



Este paso busca como máxima meta, la gestión del conocimiento y lecciones aprendidas de la restauración. Por lo que los fracasos del proceso de restauración al no llegar al estado final deseado, son contribuciones para la toma de decisiones de las futuras acciones y el aumento de la posibilidad de lograr el éxito en la restauración.

Otra importante herramienta para la evaluación de las acciones de restauración es el análisis costo / beneficio, el cual determina la cantidad de recursos financieros invertidos para lograr los beneficios esperados (metas propuestas). Este análisis permite comparar las técnicas usadas en diferentes lugares, tiempos y proyectos, proveyendo información de respaldo para la toma de decisiones sobre la búsqueda de nuevas técnicas.

El responsable del análisis, interpretación y evaluación de los resultados debería ser la Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal.

La academia podría jugar un papel muy importante en monitoreo y sus etapas. Principalmente sobre el análisis, interpretación y evaluación de resultados, los cuales producirán las lecciones aprendidas basadas en el método científico y ayudarán a mejorar las prácticas y sistemas de restauración en los diferentes tipos de bosque en Guatemala.

La ciencia proveerá los lineamientos técnicos que luego podrían ser transformados en políticas, leyes, reglamentos y manuales de instituciones gubernamentales, organizaciones de productores, empresas privadas y otros actores. Estos lineamientos técnicos contribuirán a la toma de decisiones a nivel local, regional, nacional e inclusive internacional.



Septima sección:

Mecanismos financieros para la restauración del paisaje forestal

7.1 Importancia y justificación de los mecanismos financieros

En las prácticas de restauración del paisaje forestal es mucho más fácil asignar valores a los bienes provenientes de los árboles y de los productos agropecuarios. Esta es una motivación que puede interesarle a las personas o grupos que se dediquen a estas actividades, puesto que la producción puede ser colocada en mercados locales, regionales e internacionales, tal como sucede con la madera, cultivos agrícolas como el cacao, banano, cardamomo, carne, etc. Sin embargo, los servicios de los ecosistemas no se comercializan en los mercados.

Opiniones al respecto justifican esta situación en que aún no se generan las señales apropiadas que podrían contribuir a una eficiente asignación y un uso sostenible de los mismos. Se dice que las personas que proveen los servicios ambientales no son recompensadas por todos los beneficios que otros obtienen de los mismos y las personas que reducen los servicios ambientales no incurrir en los costos que imponen a otros. Este fenómeno se denomina externalidad (Planitzer, 2011).

Las externalidades ocurren si no existe un mercado para algo que le importa a la población. Mercados no existen por una o varias de las razones siguientes: a) costos de transacción altos; b) incertidumbre alta sobre las características del bien o del servicio; c) información asimétrica entre proveedores y consumidores; d) pocos consumidores y proveedores y e) derecho de propiedad no puede ser definido u obligado (Murtough et. al. 2002).

La restauración del paisaje forestal busca que se reconozca la multifuncionalidad de los diferentes ecosistemas, que proveen bienes y servicios esenciales para la vida humana, lleva al reto de crear incentivos económicos para su uso sostenible y con eso de ampliar y diversificar la gama de mecanismos financieros con y sin mercados

para su conservación y manejo sostenible. Derivado del costo de implementar prácticas y sistemas de restauración forestal en tierras forestales degradadas donde las características estructurales y funcionales de los ecosistemas forestales han dejado de cumplir y de generar bienes y servicios, se hace necesario identificar, crear, diseñar e implementar mecanismos financieros que permitan que la restauración de paisajes sea realidad.

En cuanto a la diversidad biológica, para el Banco Mundial los mecanismos financieros son “todos mecanismos financieros o mecanismos de mercado que están utilizados para obtener ingresos, proveer incentivos económicos o soluciones financieras para asegurar la provisión de servicios ambientales” (Sander & Cranford, 2010).

Los esquemas de mecanismos financieros pueden responder a diferentes objetivos y por consecuencia diferentes estrategias relacionadas con los bosques y los otros usos de la tierra en asocio. Entre estas se cuentan: conservar o rehabilitar ecosistemas boscosos, páramos y humedales, implementar prácticas de conservación de suelos, implementar mejores prácticas agrícolas y ganaderas para que se mejore el flujo de servicios ambientales provenientes del ecosistema rehabilitado o establecer plantaciones forestales y sistemas agroforestales para generar bienes y servicios ambientales (Cordero et. al. 2008).

La presente sección busca orientar e identificar los mecanismos financieros que pueden apalancar las actividades de restauración. En ese sentido, se cita a Emerton et. al. (2006) que describen algunos mecanismos financieros con respecto a dos dimensiones, la fuente de los fondos (privada frente a pública) y el mecanismo (organizado con mercado frente a sin mercado):



1. Organización de mercados por actores privados: Este tipo de mecanismos financieros se supone que está implementado para servicios que tienen carácter de bienes privados (por ejemplo madera) y por eso exhiben un alto grado de exclusividad y de rivalidad. El alcance de estos mecanismos financieros puede llegar del local al internacional, dependiendo del mercado. Cuanto mayor el alcance, mayor el papel del gobierno que impone las condiciones institucionales (Meijerink et. al. 2007).
2. Organización de mecanismos financieros sin mercado por actores privados: Este tipo de mecanismos financieros es bastante flexible, porque puede ser aplicado a cualquier servicio ambiental a cualquier nivel gubernamental. Sin embargo, es más probable encontrar un mecanismo así a nivel local, regional o nacional, más que a nivel internacional, ya que los donantes en muchos casos quieren ver cómo sus fondos son usados, por eso invierten en proyectos en su entorno (Meijerink et. al. 2007).
3. Organización de mercados apoyada por el gobierno: Este tipo de mecanismos financieros está apropiado

para todos los servicios ambientales. Por ejemplo, fijación de carbono que está negociada en créditos de carbono y producción de madera, para la que se establece mercados de negocio de madera sostenible. Lo importante en este caso es si los bienes son excluibles, es decir que se tiene asignar derecho de propiedad a ciertos bienes ambientales antes de que se las pueda vender y comprar (Meijerink et. al. 2007).

4. Mecanismos financieros establecidos por el gobierno: Este tipo de mecanismos financieros es típico para servicios ambientales con carácter de bienes públicos, pues exhiben un bajo grado de rivalidad y de ser excluibles. Por lo tanto la creación de mercados para esos servicios ambientales es extremadamente difícil. Los servicios de los ecosistemas con carácter de bienes públicos entran en la categoría de externalidades y típicamente no son recompensadas. Por eso la intervención gubernamental es necesaria, pero puede ser combinada con la creación de mercados (Meijerink et. al. 2007).

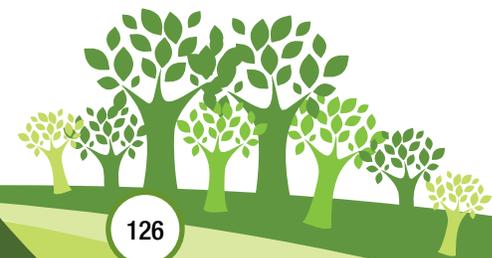
7.2 El alcance de los mecanismos financieros

Es importante determinar el alcance de los mecanismos, ya que determina si el servicio ambiental llega a beneficiarios heterogéneos y distantes o si está limitado a beneficiarios homogéneos y cercanos. Un alcance amplio resulta en costos más altos de toma de decisiones, de establecer mecanismos financieros y de conseguir y difundir informaciones necesarias (costos de transacción). Al mismo instante, se alcanzan más beneficiarios. Un ejemplo para un alcance amplio es la conservación de biodiversidad, que requiere acuerdos internacionales.

- 1) Nivel local: Los regímenes de gobernanza de bienes privados o de propiedad común usualmente se encuentran a nivel local. Eso lo hace más fácil llegar a acuerdos, ya que la comunicación y la observancia

resultan más fáciles. A nivel local se encuentran los siguientes mecanismos financieros: a) organización de mercados por actores privados (por ejemplo, una compañía; hidroeléctrica paga campesinos para que mantengan la cuenca); b) organización de mecanismos financieros voluntarios sin mercado por actores privados (por ejemplo, una comunidad ayuda a mantener un ecosistema en su vecindad).

- 2) Nivel regional: A nivel regional mecanismos financieros similares a los del nivel local pueden ser establecidos, aunque la comunicación y la observancia se hacen más difíciles. El gobierno regional o nacional podría jugar un papel más importante en asuntos de facilitación.



3) Nivel nacional: A nivel nacional les resulta más difícil a los proveedores de servicios ambientales coordinar los mecanismos financieros (es decir comunicarse y lograr observancia). A nivel nacional se encuentran mecanismos financieros como:

- a) Organización de mercados apoyada por el gobierno (por ejemplo, un sistema nacional de derechos negociables del uso de agua);
- b) Mecanismos financieros establecidos por el gobierno (por ejemplo, la creación de un sistema de áreas protegidas financiado por fondos gubernamentales);
- c) En una situación de formas de comunicación mejores y un sistema de observancia que fun-

cione bien, la distancia entre los proveedores y los beneficiarios importa menos. En estos casos se encuentran también mecanismos financieros que normalmente se establecen a nivel local o regional.

- 4) Nivel internacional: La principal dificultad al nivel internacional es la observancia de los acuerdos entre estados diferentes. Mecanismos financieros que requieren un alto nivel de participación y compromiso de gobiernos son difíciles de obligar, ya que no existe un gobierno supranacional que podría implementar y obligar los mecanismos financieros. Acuerdos firmados entre gobiernos pueden servir como: Organización de mercados apoyada por el gobierno (por ejemplo el mecanismo MDL del protocolo Kyoto).

7.3 Organización de mercados por actores privados

- a) Pagos para uso de servicios ambientales “puros”: El cual ha sido definido como un acuerdo voluntario donde un servicio ambiental definido es comprado por al menos un comprador, a por lo menos un proveedor del servicios, sí y sólo si el proveedor suministra efectivamente dicho servicio ambiental.
- b) Eco sellos (o eco etiquetados): Los cuales son mecanismos que facilitan que los consumidores expresen sus preferencias a través de los mercados.
- c) Tasas de usuarios (por ejemplo ecoturismo): Las tasas de usuarios se refieren a un pago de usuarios de un servicio ambiental al proveedor o al gerente del servicio ambiental o de la infraestructura de provisión. Los ejemplos más comunes son tasas de usuarios en el sector de la recreación y de turismo.

7.4 Organización de mecanismos financieros voluntarios sin mercado por actores privados

- a) Fondos privados (por ejemplo donaciones): Fondos privados originan en general de fundaciones filantrópicas que manejan fondos de donaciones provistos por parte de individuales o empresariales, de programas de financiación por empresas a nivel local, regional, nacional o internacional, o membrecías.
- b) Loterías verdes: Estas operan a nivel nacional o sub-nacional y la mayor parte de sus beneficios está distribuida a las organizaciones de la sociedad civil.



7.5 Organización de mercados apoyada por el gobierno

- a) Regímenes de compensación: Son destinados a permitir indemnización por impactos negativos inevitables en ecosistemas causados por proyectos de desarrollo. Uno de los mecanismos de compensación más recientes y prometedores es el mecanismo de reducir las emisiones debidas a la deforestación y la degradación de los bosques (REDD).
- b) Sistemas de límite e intercambio: Establecen un nivel de contaminación permitido y proveen licencias a los emisores contaminantes.

7.6 Mecanismos financieros establecidos por el gobierno

- a) Impuestos y subsidios: Se enfocan en la recaudación para alcanzar metas ambientales, así mismo se influye en el comportamiento de los actores económicos, es decir crear incentivos para el uso de recursos naturales eficiente y para la reducción de la contaminación. Los gobiernos pueden recaudar impuestos sobre actividades extractivas de recursos naturales, que contaminan o hacen daño al medio ambiente e invertirlos en la provisión y la protección de ecosistemas.
- b) Fondos gubernamentales: Son los fondos gubernamentales obtenidos de diferentes formas (presupuesto general de la nación, asistencia internacional, fondos bilaterales y multilaterales) que han sido establecidos a fin de manejar programas y proyectos de conservación y el uso sostenible del medio ambiente.
- c) Pagos gubernamentales directos: Es cuando los gobiernos hacen pagos para el uso de servicios ambientales. Un ejemplo son las inversiones agropecuarias a través de los cuales se hacen pagos a los campesinos para que ellos conserven o restauren vegetación nativa o para que adopten prácticas agrícolas o pecuarias de bajo impacto (de Groot et. al., 2007).
- d) Canjes de deuda por naturaleza: Son mecanismos por los que un tercer organismo (en muchas ocasiones siendo una ONG) compra deudas públicas con descuento que a su vez son cambiadas por compromisos gubernamentales de financiar actividades de conservación, regularmente vía fondos de dotación (Emerton et. al., 2006).
- e) Bioprospección: Se refiere a la búsqueda, conocimiento y selección de organismos con uso actual o potencia en salud, alimentación, industria y medio ambiente y su aprovechamiento sostenible en procesos productivos a escala industrial o artesanal, con aplicación nacional o internacional de los productos o servicios generados (Melgarejo et. al., 2002).
- f) Títulos de renta fija: Existen dos tipos de renta fija que se utilizan para la conservación ambiental y el desarrollo sostenible: a) Bonos, en donde el emisor se compromete a devolver el capital principal junto con los intereses y b) Mecanismo internacional de financiación, en el cual una entidad jurídica independiente financiada por instituciones financieras internacionales, cuyos valores emitidos están respaldados por flujos de dinero futuros de los estados donantes (Gutman y Davidson, 2007).



7.7 Mecanismos financieros nacionales e instrumentos de política pública para la restauración

Guatemala, ha venido realizando esfuerzos en inversión pública desde hace 20 años en montos aproximados de 343,2 millones de dólares, con los cuales se ha fomentado la actividad forestal con el enfoque de protección y producción, mediante los Programas de Incentivos Forestales (PINFOR y PINPEP). De la misma manera la Política Forestal Nacional ha permitido elaborar instrumentos administrativos y económicos de observancia nacional y es así como el Congreso de la República de Guatemala, mediante Decreto 002-2015, aprobó la Ley denominada PROBOSQUE, que busca aumentar la cobertura forestal del país con la creación y aplicación del Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recu-

peración, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques, a través del otorgamiento de incentivos económicos.

La ley PROBOSQUE es un mecanismo financiero contemplado en la estrategia nacional de restauración y constituye una oportunidad para los propietarios y poseedores de tierras de la nación de optar por un financiamiento nacional. Esta ley y su reglamento poseen distintas modalidades de proyectos que apoyan y suman al proceso de restauración del paisaje forestal en Guatemala, conteniendo las mismas categorías del mapa de áreas potenciales.

7.7.1 Ley de Fomento al Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala –PROBOSQUE–

Uno de los aspectos positivos de esta Ley es que reconoce que la restauración forestal es una estrategia que permitirá recuperar tierras forestales degradadas que han perdido la capacidad de generar bienes y servicios provenientes del bosque y de los otros usos de la tierra.

El objetivo principal es contribuir al desarrollo rural del país en armonía con el ambiente, a través del fomento de inversiones públicas y privadas dirigidas al cumplimiento de los objetivos específicos siguientes:

- a) Aumentar la cobertura forestal, mediante el establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques que aseguren la producción de bienes y la generación de servicios ecosistémicos y ambientales y la protección de cuencas hidrográficas.
- b) Dinamizar las economías rurales, a través de inversiones públicas en el sector forestal, orientadas a la generación de empleo en las actividades directas y los servicios que requieren el establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección forestal y agroforestal.
- c) Incrementar la productividad forestal mediante el establecimiento de plantaciones forestales con fines industriales y energéticos y el manejo productivo de bosques naturales, disminuyendo la presión sobre los bosques naturales y otros recursos asociados.
- d) Fomentar la diversificación forestal en tierras de aptitud agrícola y pecuaria y la restauración de tierras forestales degradadas, a través de sistemas agrofo-



restales, plantaciones forestales y otras modalidades que contribuyan a la provisión de leña y madera en el área rural y a la recuperación de la base productiva y protectora en tierras forestales degradadas.

- e) Contribuir a garantizar los medios de vida, la seguridad alimentaria, la seguridad energética, y la mitigación y la reducción de riesgos a desastres naturales asociados a los efectos de la variabilidad y cambio climático y la protección de la infraestructura rural de la población guatemalteca, a través del fomento de actividades de establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques.

La vigencia del Programas es de 30 años y otorgará incentivos a las personas que se dediquen a la ejecución de los proyectos a que se refieren a cinco modalidades, entre ellas la Restauración Forestal. Es de observancia general y su ámbito de aplicación se extiende a todo el territorio nacional.

Dentro de las definiciones de la Ley PROBOSQUE se especifica que la restauración de tierras forestales degradadas es toda actividad dirigida a recuperar las características estructurales y funcionales de los ecosistemas forestales, con fines de uso, protección y manejo sostenible. Los proyectos de restauración de tierras de vocación forestal degradadas, recibirán incentivos definidos en función del propósito específico del proyecto, hasta por diez (10) años (Congreso de la República de Guatemala, 2015).

Así mismo, el Reglamento de PROBOSQUE incluye la definición de tierras forestales degradadas, como aquellas tierras que fueron dañadas por malas prácticas de uso, incendios u otras alteraciones que dañan el suelo, la vegetación y otros componentes de la diversidad biológica; a tal punto que han perdido las características estructurales y funcionales de los ecosistemas forestales (INAB, 2016).

Las modalidades de proyectos a incentivar por esta Ley son las siguientes:

- a. Establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales con fines industriales. Incluye el manejo de plantaciones forestales voluntarias registradas como fuentes semilleras;
- b. Establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales con fines energéticos;
- c. Establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales;
- d. Manejo de bosques naturales con fines de producción. Incluye bosques naturales con fines de producción de semillas forestales;
- e. Manejo de bosques naturales para fines de protección y provisión de servicios ambientales. Esta modalidad incluye proyectos de protección de bosques para fuentes de agua, conservación de diversidad biológica, ecoturismo, conservación de germoplasma, protección de sitios sagrados y otros que sean calificados como bosques de protección por la Junta Directiva del Instituto Nacional de Bosques –INAB–; y,
- f. Restauración de tierras forestales degradadas

Los tipos de proyectos, así como los criterios y parámetros técnicos a evaluar para esta modalidad son los siguientes:

- I. Regeneración Natural y Bosques Riparios: Se aplicarán los mismos criterios y parámetros de la modalidad de plantación.
- II. Bosques Secundarios: Además de las prácticas de protección contra incendios forestales, deberá evaluarse la supervivencia que no debe ser inferior al 80% de la densidad inicial establecida.
- III. Bosque Degradado.
- IV. Bosque Manglar: Deberá evaluarse la correcta ejecución de las prácticas culturales, silviculturales y de protección forestal.



7.7.2 Ley de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierra de Vocación Forestal o Agroforestal –PINPEP–

La presente Ley tiene contribuirá al manejo forestal sostenible de los bosques, mediante el cumplimiento de los objetivos siguientes:

- a) Dar participación a los poseedores de pequeñas extensiones de tierras de vocación forestal o agroforestal, en los beneficios de los incentivos económicos en materia forestal.
- b) Incorporar la modalidad de establecimiento y mantenimiento de sistemas agroforestales a los titulares de proyectos en el programa.
- c) Fomentar la equidad de género priorizando la participación de grupos de mujeres en el manejo de bosques naturales, establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales y sistemas agroforestales.
- d) Generar empleo en el área rural, a través del establecimiento de proyectos de manejo de bosques naturales, de plantaciones forestales y sistemas agroforestales.
- e) Fomentar la biodiversidad forestal.
- f) Propiciar el mejoramiento del nivel de vida de las comunidades, aumentar y asegurar los bienes y servicios provenientes del bosque para satisfacer la necesidad de leña vivienda y alimento.
- g) Contribuir con la gestión socio ambiental y territorial, para la mitigación y adaptación a los efectos de la variabilidad y cambio climático, fortaleciendo la resiliencia de los ecosistemas forestales para apoyar los esfuerzos nacionales en materia de seguridad alimentaria, protección civil, gestión de recursos hídricos, desarrollo rural integral y reducción de riesgos a desastres naturales.

Las modalidades de proyectos a incentivar por esta Ley y que aportan a la restauración son las siguientes:

- a) Manejo de bosque natural con fines de protección
- b) Sistemas agroforestales

Los requisitos, documentación y aspectos técnicos a considerar para acceder a estos programas de incentivos forestales pueden ser consultados en la Ley y Reglamento de PROBOSQUE y PINPEP, los cuales pueden ser descargados de la página Institucional del INAB: www.inab.gob.gt.

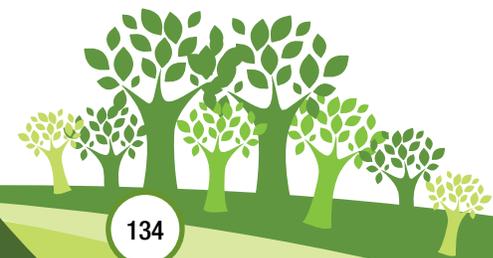


Bibliografía

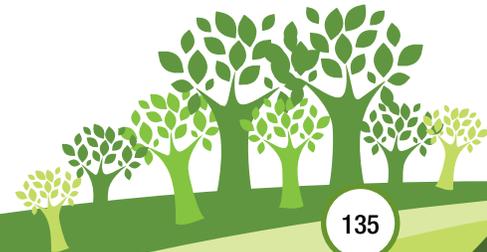
- (INTA), J. M. (2011). *El Vivero Forestal (Guía para el diseño y producción de un vivero forestal de pequeña escala de plantas en envase)*. Santiago del Estero, Argentina.
- ANACAFE. (29 de Julio de 2016). *Asociación Nacional del Café*. Recuperado el 29 de Julio de 2016, de Conservación del suelo como estrategia de producción: www.anacafe.org/glifos/index.php?title=16TEC:Conservacion-de-suelo-produccion
- CATIE. (12 de Enero de 1994). *issuu*. Recuperado el 12 de enero de 2017, de <https://issuu.com/scduag/docs/arbolt11>
- CATIE. (1996). *Experiencias del CATIE en el desarrollo de Sistemas de aprovechamiento forestal de bajo impacto*. Turrialba: CATIE-FAO.
- CATIE. (1 de Octubre de 2003). *Biblioteca Agroecología FUNDESYRAM*. Recuperado el 12 de Enero de 2017, de <http://www.fundesyam.info/biblioteca.php?id=2324>
- CATIE-INAB. (2008). *Guía Práctica para evaluar la vegetación en diferentes etapas sucesionales, para definir la factibilidad del ingreso al PINFOR, según el potencial de la regeneración*. Petén, Guatemala.
- Christensen, B. (26 de Julio de 2016). *Los manglares ¿para qué sirven?* Recuperado el 26 de Julio de 2016, de Depósito de documentos de la Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–: www.fao.org/docrep/q1093s/q1093s01.htm
- Clarke, A., & Johna, L. (08 de Agosto de 2016). *Mangrove Nurseries: construction, propagation and planting; Fisheries Guidelines (FHG 004)*. Recuperado el 08 de Agosto de 2016, de Queensland Fisheries Service: Department of primary industries: www.dpi.qld.gov.au/documents/Fisheries_Habitats/FHG004-Fish-Habitat-Guideline.pdf
- CONCYT; SENACYT; FONACYT; FDN. (2013). *Determinación de especies forestales potenciales para el establecimiento de bosques energéticos en la región semiárida del valle del Motagua*. Sergio René Salguero Portillo, Investigador Principal, Proyecto FODECYT No. 80-2007. Guatemala: Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT–; Secretaría Nacional de Ciencia y Tecnología –SENACYT–; Fondo Nacional de Ciencia y Tecnología –FONACYT–; Fundación Defensores de la Naturaleza –FDN–.
- Congreso de la República de Guatemala. (1989). *Ley de Áreas Protegidas*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Organismo Legislativo; Congreso de la República de Guatemala.
- Congreso de la República de Guatemala. (2015). *Decreto Número 2-2015: Ley de fomento al establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala –PROBOSQUE–*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Congreso de la República de Guatemala, Tipografía Nacional.
- CONRED. (2009). *Programa Nacional de Prevención y Mitigación ante Desastres 2009-2011*. Consejo Nacional y Secretaría Ejecutiva de la Coordinación Nacional para la Reducción de Desastres. Guatemala: CONRED.
- Defensoría Indígena Wajxaqib'Noj. (2013). *Soberanía alimentaria y pueblos indígenas en Guatemala (Segunda edición ed.)*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Defensoría Indígena Wajxaqib'Noj.
- Defensoría Indígena Wajxaqib'Noj. (2014). *Conocimientos ancestrales sobre la biodiversidad de la madre tierra (Segunda edición ed.)*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Defensoría Indígena Wajxaqib'Noj.



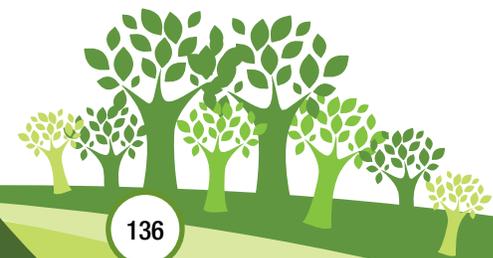
- DRNA. (01 de Mayo de 2007). Siembran mangle rojo en la Bahía de San Juan. (D. d. –DRNA–, Ed.) *Ambiente Natural*(2), 12.
- FAO. (2000). *Manual de prácticas integradas de manejo y conservación de suelos*. Roma: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura.
- FAO. (2002). Plantaciones forestales.
- FAO. (2004). *Inventario forestal nacional. Manual de campo. Modelo* (Vol. Documento de trabajo 94/S). (P. d. Forestales., Ed.) Guatemala, Guatemala, Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura; Departamento de Montes.
- FAO. (2010). *Sistemas agroforestales, seguridad alimentaria y cambio climático en Centroamérica*. (P. E. Centroamérica, Ed.) Tegucigalpa, Distrito Central, Honduras: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–; Agencia Española de Cooperación Internacional y Desarrollo –AECID– y PESA.
- FAO. (2015). Restauración de bosques y paisajes. *unasylya*, 66(245), 116.
- FAO. (Abril de 2015). Restauración de bosques y paisajes: conceptos, enfoques y desafíos que plantea su ejecución. (C. Saboga, C. Besacier, & D. McGuire, Edits.) *Unasylya; revista internacional sobre bosques y actividades e industrias forestales. Restauración de bosques y paisajes*.(245), 3-10.
- FAO. (26 de Julio de 2016). *Depósito de documentos de la FAO*. Recuperado el 26 de Julio de 2016, de Tema 3: Sistemas Agroforestales: <http://www.fao.org/docrep/009/ah647s/AH647S04.htm>
- FAO. (26 de Julio de 2016). *Depósito de documentos de la FAO: Erosión de suelos en América Latina...* Recuperado el 26 de Julio de 2016, de Tema 2: Erosión y pérdida de fertilidad del suelo: <http://www.fao.org/docrep/t2351s/T2351S06.htm>
- FAO. (08 de Agosto de 2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 08 de Agosto de 2016, de Conjunto de herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS): <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forest-restoration-and-rehabilitation/in-more-depth/es/>
- FAO. (08 de Agosto de 2016). *Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura*. Recuperado el 08 de Agosto de 2016, de Conjunto de herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS); Ordenación territorial.: www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/land-use-planning/in-more-depth/es/
- FAO. (29 de Julio de 2016). *Portal de suelos de la FAO*. Recuperado el 29 de Julio de 2016, de Levantamiento del suelo, degradación del suelo y manejo de suelos: <http://www.fao.org/soils-portal/es/>
- FAO. (2016). *Prácticas ancestrales de manejo de recursos naturales*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–, Departamento de Gestión de Recursos Naturales y Medio Ambiente (NRC). La Paz: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO_.
- FAO. (05 de Diciembre de 2016). *Respuestas forestales en casos de desastres causados por la naturaleza y por conflictos humanos*. (O. d. –FAO–, Editor) Recuperado el 05 de Diciembre de 2016, de Conjunto de herramientas para la Gestión Forestal Sostenible (GFS): <http://www.fao.org/sustainable-forest-management/toolbox/modules/forestry-responses-to-natural-and-human-conflict-disasters/basic-knowledge/es/>
- Gottle, A., & Sene, E. (15 de Mayo de 2016). *Funciones protectivas y ambientales de los bosques*. Recuperado el 15 de Mayo de 2016, de <http://www.fao.org/docrep/w6251s/w6251s06.htm>



- GREUNAL. (2012). *Guías técnicas para la restauración ecológica de los ecosistemas de Colombia* (Convenio de Asociación No. 22 ed.). (O. Vargas Ríos, J. E. Díaz Triana, S. P. Reyes Bejarano, & P. A. Gómez Ruiz, Edits.) Bogotá, Distrito Central, Colombia: Grupo de Restauración Ecológica –GREUNAL–; Ministerio de Ambiente y Desarrollo Sostenible de Colombia; Universidad Nacional de Colombia, sede Bogotá; ACCEFYN.
- Guariguata, M. (2000). *Bases ecológicas generales para el seguimiento de proyectos de restauración de bosques*. Fundación Alejandro Ángel Escobar –FESCOL– GTZ, Memorias del Seminario de Restauración Ecológica y Reforestación, Bogotá.
- IARNA-URL. (2003). *Plantaciones forestales: oportunidades para el desarrollo sostenible* (Vol. VI). Guatemala, Guatemala, Guatemala: Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente –IARNA–; Universidad Rafael Landívar –URL–.
- IARNA. (2005). Amenazas al ambiente y vulnerabilidad social en Guatemala. En IARNA, *Documento técnico del Perfil Ambiental de Guatemala. Serie 1*. (pág. 32). Guatemala: Universidad Rafael Landívar; Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas; Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente; Instituto de Incidencia Ambiental.
- IARNA. (26 de Julio de 2016). *Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente –IARNA–*. Recuperado el 26 de Julio de 2016, de Situación Ambiental de Guatemala, Bosque: www.infoiarna.org.gt/index.php/situacion-ambiental-de-guatemala/bosque
- IIRB-Alexander von Humboldt. (2015). *Monitoreo a procesos de restauración ecológica, aplicado a ecosistemas terrestres* (Primra ed.). (M. Aguilar-Garavito, & W. Ramirez, Edits.) Bogotá, Distrito Central, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt.
- INAB & FAO. (2016). *Establecer modelos, criterios y parámetros para la evaluación y certificación de proyectos de restauración en tierras forestales degradadas*. Instituto Nacional de Bosques –INAB– y Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–. Guatemala: INAB & FAO.
- INAB / CONAP. (2007). *Lineamientos técnicos de manejo forestal sostenible*. Guatemala, Guatemala, Guatemala : Instituto Nacional de Bosques –INAB–; Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP–.
- INAB. (2013). *Estrategia Institucional para la Atención de los Pueblos Indígenas en el Sector Forestal de Guatemala*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Instituto Nacional de Bosques –INAB–.
- INAB. (2013). *Manual didáctico para capacitadores. Sistemas agroforestales y plantaciones energéticas*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Instituto Nacional de Bosques –INAB–.
- INAB. (2015). *Estrategia nacional de producción sostenible y uso eficiente de leña 2013-2024*. (S. I. ES-002, Ed.) Guatemala, Guatemala, Guatemala: Instituto Nacional de Bosques.
- INAB. (2015). *Guía para capacitación de lineamientos para el manejo integral de los bosques comunitarios*. Guatemala: Instituto Nacional de Bosques –INAB–.
- INAB. (29 de Junio de 2016). Criterios y parámetros técnicos para modalidad de restauración de tierras forestales degradadas por tipo de proyectos. *Borrador de lineamientos técnicos*, 20. (B. Arias, & N. Ramírez, Edits.) Guatemala, Guatemala, Guatemala: Instituto Nacional de Bosques, Departamento de manejo forestal y conservación de bosques.
- INAB. (2016). *Reglamento de la ley PROBOSQUE; Resolución No. JD.02.12.2016*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Instituto Nacional de Bosques; Junta Directiva.
- INAB y UICN. (29 de Junio de 2016). *Compilación de lineamientos técnicos para restauración del paisaje forestal a partir de las discusiones sobre el análisis económico-financiero de las transiciones de las*



- categorías de restauración del paisaje forestal en Guatemala. *Compilación de ayudas de memoria*, 16. (F. Figueroa, Ed., & F. A. Santiago, Recopilador) Guatemala, Guatemala, Guatemala: Instituto Nacional de Bosques.
- INAB; IARNA-URL; FAO/GCP. (2012). *Oferta y demanda de leña en la República de Guatemala/ Woodfuel Integrated Supply / Demand Overview Mapping*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: FAO/GCP/ Facility.
- ITTO, SERFOR. (1 de Septiembre de 2014). Manual Vivero Forestal para producción de plántones de especies forestales nativas: Experiencias en Molinopampa, Amazonas. *Manual Vivero Forestal para producción de plántones de especies forestales nativas*, 20. Amazonas, Amazonas, Perú.
- ITTO-UICN. (2005). *Restaurando el paisaje forestal. Introducción al arte y ciencias de la restauración de paisajes forestales*. Yokohama, Japón: OIMT-UICN.
- Manzanero, M., Rodas, A., & Madrid, H. (2008). *Guía práctica para evaluar la vegetación en diferentes etapas sucesionales para definir la factibilidad del ingreso al PINFOR, según potencial de la regeneración*. Flores, Petén, Petén: CATIE-INAB. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza; Instituto Nacional de Bosques.
- Martínez, J. (2014). *Caracterización y evaluación de las condiciones ecológicas para un proceso de restauración de ecosistemas en bosques de pinabete (Abies guatemalensis Rehder) en el departamento de San Marcos*. Consejo Nacional de Ciencia y Tecnología –CONCYT–, Fondo Nacional para el Desarrollo Científico y Tecnológico –FONDECYT–. Guatemala: FONDECYT.
- Martínez, J. (2016). *Guía de buenas prácticas de establecimiento de pinabete (Abies guatemalensis Rehder) en áreas de restauración del paisaje forestal*. Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–.
- Martínez, V. (2016). *Establecimiento de modelos, criterios y parámetros para la evaluación y certificación de proyectos de restauración en tierras forestales degradadas*. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–, Guatemala. Guatemala: Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura –FAO–.
- Mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala. (2014). *Guía de conceptos básicos de restauración del paisaje forestal*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Programa Forestal Nacional –PFN– del Instituto Nacional de Bosques –INAB– y UICN.
- Mesa nacional de restauración del paisaje forestal de Guatemala. (2015). *Estrategia nacional de restauración del paisaje forestal: mecanismo para el desarrollo rural sostenible de Guatemala 2015-2045*. (MAGA, MARN, CONAP, & INAB, Edits.) Guatemala, Guatemala, Guatemala: Programa Forestal Nacional del INAB y UICN.
- Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala. (2015). *Estrategia Nacional de Restauración del Paisaje Forestal: mecanismo para el desarrollo rural sostenible de Guatemala 2015-2045*. (MAGA, MARN, CONAP, & INAB, Edits.) Guatemala, Guatemala, Guatemala: Programa Forestal Nacional del INAB y UICN.
- Ministerio de Producción del Gobierno de la Provincia del Chaco. (2000). *Manual para el manejo forestal sustentable de los bosques nativos de la provincia del Chaco*. (P. D. Chaqueño, Ed.) Resistencia, Chaco, Argentina: Unique Forestry Consultants; Dirección de Bosques del Gobierno de la Provincia del Chaco; Entidad de Programación del Desarrollo Agropecuario (E.P.D.A.).
- Morse, N. B. (20 de Febrero de 2014). *Ecology and Society*. Recuperado el 20 de Febrero de 2017, de Novel ecosystems in the Anthropocene: a revision of the novel ecosystem concept for pragmatic



applications: <http://www.ecologyandsociety.org/vol19/iss2/art12/>

OIMT & UICN. (Noviembre de 2002). Directrices de la OIMT para la restauración, ordenación y rehabilitación de bosques tropicales secundarios y degradados. *OIMT-Serie de Políticas Forestales*(13), 89.

Ortiz, J. (3 de Julio de 2016). Prácticas de restauración en la microcuenca Ricardo Chávez. (S. García, Entrevistador) Ixchiguán, San Marcos, Guatemala.

Ortiz, L. (2007). *Guía Metodológica Para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino. Formación de micrositios para el establecimiento.*

OTCA. (26 de Julio de 2016). *Organización del Tratado de Cooperación Amazónica.* Recuperado el 26 de Julio de 2016, de Bosques secundarios: origen, definición, extensión y potencial: http://www.otca.info/portal/admin/_upload/publicacoes/SPT-TCA-PER-SN-propuesta-pucallpa.pdf

Padilla, L. (06 de Octubre de 2016). Prácticas ancestrales en Cooperativa de Desarrollo Integral Aguateco, Aguacatán. 7. (M. B. Cardona, Entrevistador) Aguacatán, Huehuetenango, Guatemala: PFN-INAB.

Par, P. (24 de Noviembre de 2016). *utzchecomunitaria.org.* Recuperado el 2016 de Noviembre de 2016, de <http://www.utzchecomunitaria.org/index.php/es/region-occidente/27-asociacion-parcialidad-baquiux>

Planitzer, A. (2011). *Los mecanismos financieros para la conservación de la biodiversidad en América del Sur.* Quito, Ecuador: Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza –UICN–.

Rodríguez, F. (04 de Octubre de 2016). Prácticas ancestrales en Cooperativa para el Desarrollo Integral Aguacateco –CDIA–, Aguacatán. 4. (M. B. Cardona, Entrevistador) Aguacatán, Huehuetenango, Guatemala.

Sanchún, A., Botero, R., Morera, A., Obando, G., Russo, R., Scholz, C., y otros. (2016). *Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas.* (A. C.

Oficina Regional para México, Ed.) San José, Costa Rica: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN).

Sanchún, A., Botero, R., Morera, A., Obando, G., Russo, R., Scholz, C., y otros. (2016). *Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas.* (A. C. Oficina Regional para México, Ed.) San José, Costa Rica: Unión Internacional para la Conservación de la Naturaleza y de los Recursos Naturales (UICN).

SEMARNAT. (2010). *Manual de Sanidad Forestal.* México: SEMARNAT.

SIFGUA. (26 de Julio de 2016). *Sistema de Información Forestal de Guatemala.* Recuperado el 26 de Julio de 2016, de Incendios Forestales: <http://www.sifgua.org.gt/Incendio.aspx>

SIFGUA. (26 de Julio de 2016). *Sistema de Información Forestal de Guatemala –SIFGUA–.* Recuperado el 26 de Julio de 2016, de Plagas Forestales: <http://www.sifgua.org.gt/Plaga.aspx>

The World Bank y otros. (2015). *Estimación de los costos de oportunidad de REDD+; Manual de capacitación.* Washington D.C., Distrito de Columbi, Estados Unidos: World Bank Institute.

TNC. (2015). *Conocimientos Tradicionales para la Adaptación al Cambio Climático en el Altiplano Occidental de Guatemala.* Guatemala.

Trujillo, E. (s.f.). *Plantación forestal: planeación para el éxito.* Recuperado el 23 de Noviembre de 2016, de Revista M & M: el mueble y la madera: www.revista-MM.com

UICN y WRI. (2014). *Guía sobre la metodología de evaluación de oportunidades de restauración (ROAM): Evaluación de las oportunidades de restauración del paisaje forestal a nivel nacional o subnacional.* Gland, Suiza: Unión Mundial para la Conservación de la Naturaleza (UICN).

USDA Forest Service –International Programs– Guatemala. (Abril 2016). Trip report: Preliminary



assessment of 2015 Guatemalan National Restoration Strategy and Probosque Law. - Technical Assessment of Landscape Restoration in the regions of Western Highlands and South Coast. Gritzner, J. & Brendecke, W. United States Forest Service.

USDA Forest Service –International Programs– Guatemala. (Noviembre 2016). Trip report: Technical Assessment of Landscape Restoration in the regions of Petén and Izabal. Gritzner, J. United States Forest Service.

USDA Forest Service. (2006). Ecosystem restoration: a framework for restoring and maintaining the national forests and grasslands. Washington D.C., USA: United States Department of Agriculture Forest Service.

USDA Forest Service. (2011). A Framework for Assessing and Tracking Changes to Watershed Condition. USA: United States Department of Agriculture Forest Service. FS-977, 34.

URL. (1 de Enero de 2009). *Curso de Gestión Pública Territorial*. Recuperado el 24 de Noviembre de 2016, de Módulo 205: <http://courseware.url.edu.gt/Facultades/Facultad%20de%20Ciencias%20Pol%C3%ADticas%20y%20Sociales/>

Gesti%C3%B3n%20P%C3%BAblica%20Territorial/Modulo%205/Tema3/tema3/buscando_el_significado_del_monitoreo.html

Vargas, O. (2007). *Guía Metodológica Para la Restauración Ecológica del Bosque Altoandino*.

Vargas, O. (26 de Mayo de 2014). *reserchgate.net*. Recuperado el 22 de Noviembre de 2016, de *reserchgate.net*: https://www.researchgate.net/publication/262568331_LA_DISPERSION_POR_AVES_Y_LA_RESTAURACION_DE_LOS_ECOSISTEMAS_ALTOANDINOS

WRI & UICN. (2015). *The restoration diagnostic. version 1.0. A method for developing forest landscape restoration strategies by rapidly assessing the status of key success factores*. (C. Hanson, K. Buckingham, S. Dewitt, & L. Laestadius, Edits.) Washington, D.C., District of Columbia, Estados Unidos: World Resources Institute –WRI–.

Zamora, R. (15 de Julio de 2016). Diagnóstico para la restauración en la práctica. *Diagnóstico para la restauración en la práctica*. (W. R. –WRI–, Ed., & R. Z. Cristales, Trad.) Washington D.C., Distrito de Columbi, Estados Unidos.



Anexo 1. Relación entre los objetivos de la restauración y los tipos de bosques en Guatemala

Existen dos objetivos generales para la restauración: protección y producción. Estos objetivos persiguen intereses o fines específicos. Ejemplos del objetivo de protección son: la recarga hídrica, rehabilitar la estructura arbórea de los bosques nativos, fomentar la biodiversidad ó la recuperación, formación y/o protección del suelo. Ejemplos del objetivo de producción son: producir leña y alimentos (SAF con cultivos anuales), producir madera para construcción, producir madera y alimento para ganado (Sistemas silvopastoriles) y producir madera de bosques naturales en forma sostenible, entre otros.

Las prácticas y sistemas de restauración variarán según su objetivo y el área donde se implementen. En Guatemala existen 14 zonas de vida según la metodología de Holdridge (ver Cuadro 10). Las zonas de vida varían según su geología (material edáfico y pendientes), temperatura, régimen de precipitación (cantidad de agua y cantidad de meses del año en que llueve), latitud y altitud. Para proporcionar un mayor entendimiento, las zonas de vida se pueden agrupar en 7 tipos de bosque, los cuales se enumeran en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Extensión y porcentaje relativo en la república de Guatemala de los tipos de bosque.

No.	Tipo de bosque	Extensión (km ²)	Porcentaje (%)
1	Latifoliado cálido (selva húmeda y muy húmeda)	70,770.28	64.99%
2	Coníferas húmedo (<i>Pinus maximinoii</i>)	2,661.47	2.44%
3	Coníferas seco (<i>Pinus oocarpa</i>)	9,758.21	8.96%
4	Nuboso	926.28	0.85%
5	Pino-encino (bosques templados)	18,066.79	16.59%
6	Seco frío (<i>Juniperus standleyi</i>)	1,198.39	1.10%
7	Seco cálido (espinoso)	5,222.00	4.80%
8	Agua-manglar-humedal	285.58	0.26%
		108,889.00	

Fuente: INAB, 2016.



Según el objetivo seleccionado, las prácticas de restauración pueden ser similares en todos los tipos de bosque. Sin embargo, en zonas con temperaturas o humedades extremas (mucho frío o mucho calor; muy húmedo o muy seco), se deben realizar algunas prácticas específicas para lograr con éxito la restauración de los bosques. Por ejemplo, el manglar es un tipo de vegetación muy

específica que puede tener el objetivo de producción de leña o el objetivo de protección del litoral contra la erosión costera derivada del oleaje. En forma similar, una práctica de restauración con sistemas silvopastoriles no implementará las mismas acciones en zonas templadas con pino-encino que en zonas con vegetación latifoliada cálida.

1. Diferencias entre tipos de bosques primario, bosque secundario, tierra forestal degradada y plantación forestal

Los bosques poseen una estructura⁸ y una composición de especies, las cuales le dan una funcionalidad⁹ específica; la integración de estos factores se conjuga en la diversidad biológica la cual puede producir bienes y servicios ecosistémicos. Un bosque degradado es aquel que ha perdido la capacidad original de producir bienes y servicios; proporciona un nivel reducido de productos y servicios, debido a una diversidad biológica limitada. El bosque degradado ha perdido, la estructura, función, composición de especies y/o productividad normalmente asociadas con el tipo de bosque natural que se espera en ese sitio.

Un bosque puede tener distintos niveles de degradación. En este documento se definen cuatro niveles: incipiente, intermedia, severa y extrema (ver sección 1.3. Clasificación del tipo de degradación del bosque).

En un mismo paisaje, los diferentes tipos de bosque (latifoliados cálidos, coníferas, pino-encino, etc.) pueden presentar cualquiera de los cuatro niveles de degradación.

Por tanto, para entender la diferencia entre un bosque primario, un bosque secundario y un bosque degradado, a continuación se presentan las definiciones de estos niveles de degradación de la cobertura boscosa según la clasificación según la Organización Internacional de las Maderas Tropicales –OIMT– (2002). De igual forma, en el anexo 4, se presenta la Figura 12, la cual ilustra las transiciones desde el bosque nativo sin disturbio a los bosques degradados y el cambio a otros usos de la tierra y en el anexo 5, se presenta el Cuadro 33, el cual compara los distintos tipos de bosque con los cuatro niveles de degradación y las prácticas generales que se necesitan para restaurarlos.

A. Bosque primario

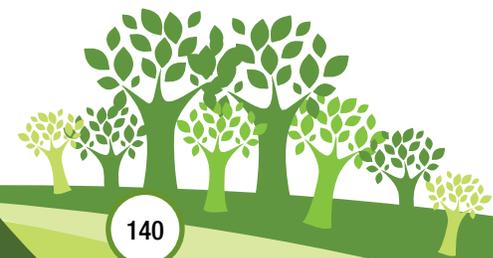
Según su nivel de intervención, podemos dividir al bosque primario en: a) original, no disturbado o protegido; b) manejado; c) degradado.

El bosque primario no disturbado es aquel que nunca ha sido alterado por el hombre o que ha sido tan poco afectado por la caza, la recolección de productos y la tala de árboles, que su estructura, sus funciones y su dinámica natural no han sufrido cambios que excedan la capacidad elástica del ecosistema para recuperarse.

El bosque primario manejado es aquel que ha sido explotado para la producción de madera y/o productos forestales no maderables, fauna silvestre u otros fines.

⁸ Se define como estructura de un bosque a los diferentes estratos o pisos que posee un bosque. En forma general existe el estrato superior o dosel del bosque constituido por los árboles más grandes; el estrato medio, conformado por árboles de baja altura y arbustos y el estrato bajo, constituido por hierbas, umbrófilas, musgos y hojas.

⁹ Entre las funciones o servicios ecosistémicos que un bosque brinda al ser humano y al equilibrio ecológico se encuentran: a) recarga hídrica y regulación del ciclo hidrológico; b) banco de germoplasma; c) producción de bienes maderables; d) producción de bienes no maderables (alimentos, medicinas); e) soporte y hábitat para la fauna y diversidad biológica; f) captura y fijación de carbono; g) protección del suelo; h) estabilización del ciclo de nutrientes del suelo; i) protección a zonas agrícolas contra los vientos; j) regulación del microclima; k) regulación de plagas y enfermedades agrícolas; l) soporte de la identidad y valores culturales de poblaciones locales.



Cuanto más intensivo es el uso, mayor es la alteración de la estructura y composición del bosque primario (OIMT & UICN, 2002). En el bosque primario manejado se mantienen la mayoría de productos y servicios principales ecológicamente, la alteración suele representar una regresión a una etapa sucesional anterior, debido al aprovechamiento de los individuos del dosel superior (OIMT & UICN, 2002).

El bosque primario degradado es aquel cuya cobertura boscosa inicial se ha visto afectada por la explotación insostenible de madera y/o productos forestales no maderables de tal modo que se ha alterado su estructura, procesos, funciones y dinámica más allá de la resistencia a corto plazo del ecosistema, afectando la capacidad del bosque para recuperarse plenamente de la explotación en el corto o mediano plazo (OIMT & UICN, 2002).

B. Bosque secundario

Similar al bosque primario, el bosque secundario se puede dividir en tres tipos según su nivel de intervención: a) no disturbado o protegido; b) manejado y c) degradado.

a. El bosque secundario no disturbado o protegido es una vegetación boscosa que ha vuelto a crecer en tierra donde la cobertura boscosa original fue en su mayor parte desmontada (con menos del 10% de la cobertura boscosa original). Los bosques secundarios por lo general se desarrollan naturalmente en tierras abandonadas después de los cultivos anuales, migratorios, asentamiento de agricultura o pastizales, o después de plantaciones forestales fallidas. Es producto de la sucesión vegetal natural. Su característica predominante son los diámetros menores a 30 centímetros de DAP, alturas menores, dominancia de latizales y brinzales, así como la menor diversidad de especies con respecto al bosque primario de ese mismo tipo de bosque.

b. El bosque secundario manejado es aquel que es usado para la extracción de productos foresta-

les maderables y no maderables de diámetros menores (leña principalmente). Según la intensidad de explotación, así será la alteración de su estructura y composición; sin embargo, dicha alteración no es tan visible como en el bosque primario debido a lo homogéneo de la composición y estructura.

c. El bosque secundario degradado es aquel cuya cobertura vegetal se ha visto afectada por la explotación insostenible, alterándose su estructura, procesos, funciones y dinámica más allá de la resistencia al corto y mediano plazo (OIMT & UICN, 2002).

C. Tierras forestales degradadas

Tierras previamente boscosas (cubiertas con bosque primario o secundario), que fueron severamente dañadas por la extracción excesiva de productos forestales maderables y/o no maderables, prácticas deficientes de manejo, incendios reiterados, el pastoreo u otras alteraciones o usos de la tierra que dañan el suelo y la vegetación en tal grado que se inhibe o retrasa seriamente el restablecimiento del bosque posterior al abandono (OIMT & UICN, 2002).

D. Plantación forestal o bosque plantado

Es una masa forestal establecida mediante la plantación o la siembra de árboles. Entre sus variantes tenemos:

- **Forestación:** Establecimiento de plantaciones forestales en tierras donde el uso de la tierra original no era bosque o donde hace mucho tiempo existieron bosques;
- **Reforestación:** Reposición de árboles y plantas de la cubierta inferior del bosque en un área determinada inmediatamente después de la extracción de la cobertura boscosa natural;
- **Plantación de enriquecimiento (regeneración asistida, regeneración complementaria):** Plantación de especies de árboles deseadas en un bosque



natural modificado (primario o secundario), o en un área arbolada con el objetivo de crear un bosque alto dominado por las especies deseadas (locales y/o de alto valor).

Los bosques primario y secundario pueden presentar los cuatro niveles de degradación (incipiente, intermedia, severa y extrema), los cuales son presentados en el Anexo 4 del presente documento. Entre los aspectos más relevantes se consideran los siguientes:

- a. El nivel de degradación incipiente está representado por los bosques primarios no disturbados. Si existe un disturbio natural o antrópico, su capacidad de regeneración es muy alta y de corto plazo. Este bosque es susceptible a ser ordenado en forma sostenible con una baja intensidad de aprovechamiento.
- b. Los tipos de bosque que se categorizan con degradación intermedia son: el bosque primario manejado, el bosque secundario no disturbado, el bosque secundario manejado y la plantación de enriquecimiento. Existe una extracción de bienes más fuerte que en la degradación incipiente, pero el bosque aún conserva la estructura y funcionalidad del bosque original. La recuperación en zonas con degradación intermedia es a mediano plazo, regenerándose con especies de la estructura original debido a la disponibilidad de árboles semilleros.

- c. El tipo de ordenamiento forestal que requieren estas zonas se realiza con nivel de degradación severa se encuentra en los bosques primarios y secundarios degradados. La recuperación de este nivel de degradación es a largo plazo, apareciendo especies pioneras distintas a las especies que poseían los bosques en su composición original. Entre los tipos de ordenación usados para este nivel se encuentran la restauración y rehabilitación, así como la reforestación (bosques plantados), debido a la dificultad de encontrar árboles semilleros que devuelvan la estructura original.

La funcionalidad ecosistémica en los extremos está representada por las tierras forestales degradadas, donde el suelo y la cubierta vegetal han desaparecido. Su recuperación es a muy largo plazo, requiriendo prácticas de recuperación y conservación de suelos. Las especies pioneras que ayudarán a recuperar las características deseables del suelo son pioneras y distintas a la estructura y composición de los bosques primarios y secundarios de la localidad. Su función será proveer de materia orgánica para iniciar los procesos de sucesión vegetal. Para este nivel se requiere un establecimiento intensivo y cuidadoso de plantaciones, previo a una ordenación sostenible y la recuperación del suelo.



Anexo 2. Prácticas de restauración

1. Regeneración natural

Es un proceso natural que se realiza como una sucesión forestal (sucesión vegetal), en donde el ser humano proporciona ayuda indirecta para que se realice el proceso, a través de la aplicación de tratamiento o sistemas Silviculturales.

La importancia de esta práctica es que actúa como mecanismo natural en la renovación de la vegetación en un sitio determinado, provocando la aparición de vegetación nueva, muchas veces con especies que colonizan y se extienden en el ecosistema. Es necesario elegir el proceso de regeneración más adecuado, o la combinación de procesos, para asegurar el establecimiento de bosques saludables y vigorosos, o si el objetivo fuera fomentar la regeneración de especies herbáceas o arbustivas, se debe de conocer la forma de propagación de estas para generar las condiciones necesarias para la regeneración.

Las prácticas Silviculturales deben orientarse hacia las siguientes acciones:

- La producción de madera y otros productos de interés comercial.
- La conservación del bosque en el marco de la lucha contra la erosión, la desertificación y el empobrecimiento del suelo, de la flora y fauna y de proteger el entorno ecológico y paisajístico de una zona.

Los tratamientos silvícolas aplicados en beneficio de la regeneración natural normalmente van acompañados de operaciones técnicas que provocan cambios en el ecosistema, entre ellos se puede mencionar: cortas de liberación, cortas de lianas y cortas de saneamiento.

1.1 Tratamientos silviculturales

Los tratamientos Silviculturales son modificaciones que se quieren lograr en el entorno ecológico donde crecen los árboles y el cual debe ser favorable. La finalidad es provocar variaciones en la estructura del bosque, con miras a fortalecer el establecimiento de la regeneración natural e incrementar el crecimiento de los individuos de especies comerciales en conjunto con las demás especies vegetales.

De esta manera los tratamientos silviculturales, que se puedan emplear en el manejo del bosque secundario serían los siguientes:

- Liberación: Favorecer la posibilidad de que un individuo de una especie comercial reciba luz, se

hace a través del anillamiento de individuo que da competencia.

- Corta de regeneración: Tratamiento dirigido a rodales dominados por una o dos especies.
- Corta de bejucos: Eliminación de bejucos que están sobre los árboles y que afectan el crecimiento.

Esta práctica se puede aplicar cuando el deterioro de la tierra presenta un porcentaje bajo, el periodo de tiempo de recuperación es alto, pero la inversión económica es baja. Dependiendo el objetivo con el que se realice esta práctica así será la retribución económica.



2. Enriquecimiento

Tratamiento silvicultural orientado a recuperar mediante la siembra de especies de alto valor comercial en claros o áreas disturbadas a consecuencia de aprovechamiento forestal en bosques naturales (CONAP, 2012)

Es una técnica empleada por el hombre en aquellos bosques que han disminuido su capacidad y calidad productiva y su potencial de repoblación, como consecuencia de las continuas y severas explotaciones a las que fueron sometidas. (Pérez, V., 1998)

2.1 Selección de especies

La selección de las especies se realiza en función de los objetivos de la restauración (producción y protección). Se debe tomar en cuenta el valor comercial y/o ambiental de las especies; aspectos ecológicos como la tolerancia a la sombra, la resistencia a plagas y enfermedades, requerimientos de humedad, competitividad, así como la adaptación a características edáficas, climáticas y fisiográficas.

Para diversificar la producción y reducir el riesgo es conveniente usar de 2 a 4 especies diferentes para el enriquecimiento. En el diseño del enriquecimiento de un

La importancia del enriquecimiento en bosques degradados es la de implementar especies nativas o exóticas que permitan mantener la biodiversidad del área, recuperando gradualmente el ecosistema forestal. Las especies nativas pueden poseer valor comercial o social, pero también tienen la ventaja que se adaptan de mejor manera al ecosistema local.

área, se recomienda plantar hasta un 50% de especies de rápido crecimiento.

Esta práctica se debe aplicar cuando el objetivo de restauración busca realizar aprovechamientos, mejorar la producción del suelo/bosque y proteger áreas generadoras de servicios ecosistémicos, para formar corredores biológicos, aumentando biodiversidad.

En la Figura 11 se muestran tres tipos de arreglos o métodos de enriquecimiento, describiendo sus características de distanciamiento y densidad por unidad de área.



Figura 11. Diseños de tres métodos de enriquecimiento y sus características

MÉTODOS DE ENRIQUECIMIENTOS		
Enriquecimientos en líneas:	Enriquecimiento en bosquete:	Enriquecimiento en fajas:
		
Apertura del bosque y densidad de plantación		
-Apertura de líneas de 3-4 m de ancho 15 a 25m -Densidad de plantación 100-250 plantas/ha	-Plantación de “bosquetes” en claros -Densidad de plantación: 100-250 plantas/ha	-Apertura de fajas de 20 m de ancho cada 20 m -Densidad de plantación: 300-1250 plantas/ha
Función de los árboles plantados		
Complemento a la producción del bosque nativo restante	Complemento a la producción del bosque nativo restante	Concentración de la producción en los árboles plantados
Función del bosque restante		
Producción de madera y servicios ambientales	Producción de madera y servicios ambientales	De apoyo a los árboles plantados; servicios ambientales
Recomendación		
No aplica	Aplicar solamente en superficies relativamente pequeñas cuando se pueda asegurar un mantenimiento continuo	Recomendable en caso de bosques fuertemente degradados

Fuente: (Ministerio de Producción del Gobierno de la Provincia del Chaco, 2000)

El método de enriquecimiento se determina dependiendo del rol futuro que desempeñe el bosque nativo inicial:

- Si el grado de degradación es tan fuerte, que no se puede asegurar una producción en el mediano plazo a partir del bosque nativo restante, se debe enriquecer de manera intensa. El método adecuado en este caso es el enriquecimiento en fajas.

- Si el grado de degradación no es tan fuerte como en el caso anterior, se cuenta con árboles futuros pero no en número suficiente, el enriquecimiento se realizará puntualmente como un complemento a la producción futura del bosque. El método adecuado es el enriquecimiento en línea o en bosquetes. (Ministerio de Producción del Gobierno de la Provincia del Chaco, 2000)

3. Plantaciones forestales

Una plantación forestal es un tipo de bosque especial. En comparación con muchos bosques naturales, en particular los tropicales, la plantación forestal es simple y uniforme en cuanto a su estructura, la composición de especies y en su capacidad para aprovechar la energía

solar y el reciclaje del agua y de los nutrientes. En estas condiciones, el ser humano puede controlar la genética, el crecimiento, la fertilidad, las relaciones hídricas y en general, el desarrollo de los árboles (Richter y Calvo, 1995).



Según la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación (2002), las plantaciones forestales se definen como aquellas formaciones forestales sembradas en el contexto de un proceso de forestación o reforestación. Estas pueden ser especies

introducidas o nativa que cumplen con los requisitos de una superficie mínima de 0.5 ha; una cubierta de copa de al menos el 10% de la cubierta de la tierra, y una altura total de los árboles adultos por encima de los 5 m.

3.1 Clasificación de plantaciones

- **Plantación en pleno:** La plantación en pleno es el sistema de reforestación más utilizado a nivel mundial. Se trata de la siembra de árboles en un sitio que carece de cobertura vegetal y arbustiva. Los individuos de las especies plantadas se convierten en la especie dominante.
- **Plantación agroforestal:** plantación cuyo objetivo principal es la producción forestal, e incorpora a la plantación un cultivo agrícola o pecuario. Posee la ventaja que durante el turno de cosecha de los árboles, el propietario puede percibir ingresos de la cosecha de los productos agropecuarios y además las actividades culturales del cultivo contribuyen al mejor crecimiento de los árboles plantados.
- **Plantación pura o mono específica:** las plantaciones puras o mono específicas son las que se realizan con una sola especie. Es el sistema de plantaciones de mayor frecuencia a nivel nacional. Este método obedece al traslado tecnológico de la silvicultura clásica, originaria de Europa. En los países tropicales la teca (*Tectona grandis*); la caoba; (*Swietenia spp.*) y el palo rosa (*Dalbergia spp.*) son las principales especies de madera dura provenientes de plantaciones (FAO, 2002)
- **Plantación mixta:** las plantaciones mixtas, incluyen dos o más especies combinadas en un mismo espacio geográfico, con el objeto de proveer diferentes productos forestales e ingresos escalonados en el tiempo. Esto le permite al propietario poseer retribuciones más o menos continuas, hasta la cosecha final de la especie con el turno más largo.
- **Plantación nativa:** son las plantaciones que utilizan especies nativas, es decir pertenecen al sistema natural donde se establecen.
- **Plantación exótica:** son las plantaciones realizadas con especies exóticas, las cuales no pertenecen al sistema natural en el cual se establecen.
- **Plantación combinada:** son plantaciones que utilizan en el mismo espacio geográfico especies nativas y exóticas
- **Plantación industrial:** son las plantaciones cuyos productos están dirigidos a abastecer la industria.
- **Plantación energética:** son las plantaciones cuyos productos están dirigidos a ser utilizados como combustibles.
- **Plantación de uso múltiple:** son las plantaciones cuyos productos están dirigidos a satisfacer múltiples propósitos.



3.2 Establecimiento de plantaciones forestales

Al momento de establecer una plantación se deben de tomar en cuenta los siguientes pasos:

- a) Definir objetivos de la plantación:** Definir los objetivos de la plantación que queremos establecer significa elegir el tipo de producto que queremos producir y vender, tales como leña, carbón, madera industrial, plantas ornamentales, cortinas rompevientos, cercas vivas, forraje etc.
- b) Selección del sitio:** Para elegir el sitio adecuado debemos conocer sus características, es decir si son pobres en nutrientes, compactados, arcillosos, arenosos, con poca agua. Debemos además conocer su relieve, si están expuestos al viento, su estado y tipo de vegetación que crece dentro o cerca del sitio, en fin conocer todos sus detalles. Esto nos permitirá tomar una decisión más acertada sobre la preparación y las especies que debemos plantar. Si no existe información se recomienda realizar los estudios de suelo y otros.

- c) Selección de las especies a plantas:** para elegir las especies que se quieren plantar, es necesario conocer el objetivo de la plantación, el sitio o área en donde se va a sembrar e información general del lugar (experiencias de plantaciones por ejemplo)
- d) Plántulas de calidad para la siembra:** se debe de asegurar que la semilla o árboles que se plantarán sea sanos, de fuste recto y robusto, para asegurar una plantación de calidad. Se debe de tomar en cuenta las siguientes características de las plantas a sembrar:
 - Origen de la semilla
 - Tamaño de la planta
 - Raíces bien formadas
 - Tallo duro, leñoso y recto
 - Sin presencia de plagas.

Existen distintos sistemas de producción de plántulas:

Cuadro 28. Ventajas y desventajas de los sistemas de producción de plántulas

Sistema de producción	Ventajas	Desventajas
Bolsa plástica	Planta vigorosa, con sistema radicular bien desarrollado.	Altos costos de transporte y mano de obra.
Bandejas	Fácil de transportar y sembrar. Altos rendimientos por hectárea.	El suelo debe de estar bien preparado para una buena sobrevivencia.
Estacas	Bajos costos de manejo, transporte y mantenimiento.	Pocas especies se pueden producir por estacas. Susceptible a enfermedades y plagas.
Pseudoestacas	Bajo costo de transporte y semilla sencilla	Baja sobrevivencia y pocas especies se reproducen por este sistema. Susceptible a plagas.

Fuente: (Guariguata, 2000)



e) Preparación del sitio: Para garantizar que la plantación se desarrolle sin problemas, se debe hacer una buena preparación del sitio, para esto se recomienda realizar las siguientes actividades:

1. Cercarlo para que los animales no se metan.
2. Limpieza del terreno (basura, piedras, troncos, matorrales, etc.)

3. Aplicar insecticidas de bajo impacto ambiental para eliminar focos de insectos como hormigas.
4. Arar, gradear o subsolar la tierra para facilitar la siembra.
5. Realizar obras de conservación de suelos
6. Aplicar fertilizantes para que la planta se desarrolle mejor.

4. Aprovechamiento de bajo impacto

En América Central, casi dos tercios de los bosques han sido eliminados (Pedroni y Flores 1992; citado por (CATIE, 1996)) y en consecuencia el diseño e implementación de operaciones forestales que protejan el medio ambiente debe de considerar la múltiple variedad de recursos de los bosques. Existen cuatro elementos esenciales en relación con los sistemas de aprovechamiento forestal de bajo impacto: una planificación detallada, una implementación y control eficaz de las operaciones, una completa evaluación post-aprovechamiento, y una buena capacitación al personal de campo (Dykstra D. P. 1994). Las operaciones de manejo protectoras del medio y de bajo costo son indispensables para reducir la conversión de bosques a otros usos de las tierras. Las técnicas de aprovechamiento de bajo impacto con fines industriales, utilizadas por el CATIE en varios sitios, se dividen en tres fases (CATIE, 1996):

a) Pre-aprovechamiento

- Inventario preliminar de la unidad de manejo
- Plan general de manejo
- Inventario de planificación de la unidad de aprovechamiento
- Plan de aprovechamiento
- Capacitación de los obreros

b) Aprovechamiento

- Construcción de caminos forestales
- Tala dirigida
- Arrastre
- Troceo, carga y transporte
- Control

c) Post-aprovechamiento

- Aprovechamiento de madera residual
- Operaciones de mantenimiento

5. Saneamiento Forestal

El saneamiento forestal es de gran importancia para reducir la incidencia de plagas y enfermedades que se transforman en pérdidas económicas, afectando también negativamente el ecosistema y en gran parte los aspectos sociales de una región, es por ello que es importante realizar a tiempo, prácticas de saneamiento forestal, con el

objetivo de prevenir los daños de los gusanos descortezadores, plantas parásitas y barrenadores de meliáceas, entre otras plagas; y así evitar daños a mayor escala.

A continuación se describen algunos tratamientos de saneamiento forestal.



5.1 Tratamiento contra descortezadores

Los descortezadores son un grupo de insectos de gran importancia forestal. Los daños causados a las masas forestales pueden ser desde un pequeño grupo de árboles hasta cientos o miles de hectáreas. Son organismos que se desarrollan debajo de la corteza de los árboles, debilitándolos y provocándoles la muerte. Para identificar la presencia de descortezadores por el tipo de daño, se observa la presencia de grumos de resina en el fuste y/o ramas, tornándose duros y de coloración rojiza, cambio de coloración del follaje de verde a rojizo y presencia de galerías en la corteza interna. Para iniciar las acciones de saneamiento, se deben de realizar lo siguiente.

- Ubicar las áreas en tratamiento de conformidad con la notificación correspondiente

- Detectar que el arbolado señalado para saneamiento presente la sintomatología del daño ocasionado por insectos descortezadores
- Elegir el tratamiento de acuerdo a la especie de descortezador.

Los tratamientos que se pueden utilizar son: a) Control mecánico-físico, consiste en el derribo, troceo, descortezado y quema o enterrado de la corteza, trozas, tocónes y ramas con evidencias de daño. b) Derribo de los individuos afectados y extracción inmediata del área. Y c) Control químico.

5.2 Tratamiento contra plantas parásitas y epífitas

Las plantas parásitas son aquellas que poseen estructuras especializadas para obtener de sus hospederos el soporte y los nutrientes necesarios para su desarrollo. Así, provocan la reducción del crecimiento de sus hospederos y su debilitamiento. Pueden ocasionar infestaciones severas y hasta la muerte.

Las plantas epífitas aunque no toman del hospedero agua ni nutrientes y que solo lo utilizan como soporte, su sistema radicular es externo y muy primitivo anclarse o sostenerse y se alimenta a través de las hojas que están cubiertas de tricomas o pelos especializa-

dos para coleccionar agua y nutrientes del ambiente por lo que se les consideran dentro de las plantas parásitas ya que provocan la asfixia de ramas y muerte de los árboles.

Se debe de realizar una evaluación del área y de los individuos afectados, posteriormente se realiza el control mecánico dirigido a epífitas, el cual comprende poda total de las ramas afectadas, desprendimiento mecánico de la planta epífita tanto del fuste como de las ramas basales, los productos de la poda deberán de incinerarse hasta su extinción.

5.3 Tratamiento contra insectos defoliadores

La defoliación es la pérdida parcial o total de las hojas del árbol. La forma de reconocer el daño por defoliadores es la pérdida de más del 25 por ciento del follaje, cambio del color de la copa, presencia de gran cantidad

de insectos o larvas alimentándose de las hojas. El control tanto químico como mecánico dependerá del tipo de plaga, etapa del ciclo en que se encuentra y superficie afectada.



5.4 Tratamiento contra el barrenador de brotes

Insectos de gran importancia forestal y económica, por el tipo de daño que causan, son el factor limitante en el establecimiento de plantaciones forestales de cedro y caoba. La mejor manera de evitar los daños por los barrenadores de los brotes es seleccionar el sitio de la plantación en

terrenos fértiles y bien drenados, mezclar especies para promover los enemigos naturales, control de malezas y programas de fertilización, todo esto con el fin de promover el rápido crecimiento del árbol hasta el umbral de altura que de los 3.5 a los 7 metros (SEMARNAT, 2010)

6. Mangle: Rehabilitación hidrológica

El objetivo es el de facilitar la regeneración natural de especies de mangle, por medio de propágulos de áreas de manglar cercanas. Para disminuir costos por el manejo de propágulos. La rehabilitación hidrológica va dirigida a recuperar el hidroperíodo y reducir la salinidad de los sedimentos, por medio de la construcción o mantenimiento de estructuras en el ecosistema.

Los métodos más comunes de restauración hidrológica comprenden:

- Ruptura estratégica (brechas) de muros y diques
- Relleno de canales artificiales de desagüe
- Excavación de canales de marea de tamaño apropiado
- Acumulación de tierra para crear parches elevados

- Reacondicionamiento de los suelos existentes
- Colocación y acondicionamiento de nuevo suelo
- Colocación de dispositivos rompeolas (Lewis y Brown, 2014).

Los costos deben calcularse, en base a los trabajos realizados y tomando en cuenta si se realizaron manualmente o mecánicamente; también se debe de considerar si la regeneración se dará de forma natural o se realizaran actividades de manejo.

A partir del segundo año se deben realizar monitoreo de cómo se están comportando las características acuáticas del área. Para esto se debe tomar como línea base la primera caracterización y correcciones realizadas y verificar que se realicen las correcciones del caso (Clarke & Johna, 2016).

6.1 Prácticas de restauración de Manglar, por medio del establecimiento de plantas/propágulos

El método más utilizado para restaurar áreas degradadas de manglar, es el manejo de restauración natural por propágulos y/o el establecimiento de plántulas de vivero.

Se debe de tomar en cuenta que se deben de recolectar y sembrar diferentes especies de mangle, de acuerdo a sus condiciones ecológicas.



6.2 Establecimiento de mangle a partir del manejo de la regeneración natural

- Técnica de restauración Bauzá. Consiste en la siembra de una estaca de un largo determinado, que depende de la profundidad del agua del área, a su alrededor se amarran con cinta biodegradable cuatro plántulas de mangle rojo (*Rhizophora mangle*) que quedan al nivel del agua; esto ayuda a que las plántulas se mantengan firmes en lo que generan las raíces suficientes para establecerse, el objetivo de colorar 4 plántulas en lugar de una es para que las raíces de estas se entrelacen y se anclen más fácilmente al terreno.
- El método de restauración de Riley que consiste en colocar tubos de PVC, bambú u otro material dentro de la cual se siembra la planta al nivel del agua, con el objetivo de protegerlas del impacto de las olas, la escorrentía y el contacto con material flotante hasta que las raíces estén suficientemente desarrolladas para poder sostenerse por sí mismas (DRNA, 2007). Labores: Recolección y selección de propágulos (agua o de la planta), trazo, establecimiento de materiales para colocar propágulos (1.5-2 m), siembra. Seguimiento y evaluación.

6.3 Siembra directa de propágulos

Es la práctica de restauración de mangle menos costosa, con buenos resultados. Los propágulos se siembran a una profundidad de $\frac{1}{4}$ a $\frac{1}{3}$ de altura. La supervivencia

de los propágulos es mayor si son plantados en áreas protegidas con oleajes de baja energía, esta técnica solo funciona con mangle rojo (*Rhizophora mangle*).

6.4 Restauración a partir de plantas de vivero

En la mayoría de experiencias de reforestación y restauración de áreas de mangle, poner la propagación a partir de vivero como la última opción, ya que aumenta los costos del inicio de la restauración, esta práctica se utiliza principalmente cuando la regeneración natural no se puede establecer por falta de propágulos o las condiciones del suelo.

Para esta técnica es necesario tomar en consideración los mecanismos que permitan inundaciones periódicas, acceso a agua salada y dulce de buena calidad, bombas para la aeración y circulación del agua a través de los estanques, fuentes de energía, sombra y reservas de propágulos de buena calidad. El vivero debe estar localizado cerca de las mareas y también al lugar de la restauración para reducir los costos de transporte (Martínez V. , 2016).

6.5 Replantación de diferentes especies de mangle

Consiste en hacer replantación en aquellos puntos donde las plantas establecidas estén muertas o ya no existen. Se debe de autorizar y realizar una replantación cuando hay un mínimo del 60% de establecimiento. Se permiten hasta dos

replantaciones por área. En esta parte también se debe calificar la repoblación natural, ya que en estos ecosistemas una vez las condiciones hidrológicas son adecuadas, los propágulos son llevados por las mareas (DRNA, 2007).



7. Árboles perchas para aves dispersoras de semillas

Las aves son un componente importante en los ecosistemas. Son fundamentales en la dispersión de una proporción importante de plantas por el transporte de semillas hasta lugares donde éstas puedan germinar, manteniendo la diversidad de los bosques (Stiles, 1985, citado por (Vargas O. , 2014)). En áreas intervenidas esta dispersión puede verse limitada por la ausencia de plantas con frutos y de aves frugívoras que dispersen las semillas por tanto se disminuyen los desplazamientos de las aves por la distancia desde los bordes de bosque hasta el interior del pastizal. La dispersión de semillas del bosque dentro de los pastizales suele ser muy baja, en particular en aquellos que cubren grandes extensiones de tierra y que están rodeados por paisajes compuestos por ecosistemas muy alterados o que no posean árboles remanentes que atraigan animales dispersores. La instalación de perchas para aves es un método para po-

tenciar la llegadas de semillas de plantas (Luken 1990; McClanahan & Wolfe 1993; Guariguata 2000; Holl et. al. 2000, citados por (Vargas O. , 2014)) y como técnica ha sido utilizada eficazmente en potreros de ecosistemas fragmentados (Holl 1998, Fonseca 2001; Velasco-Linares 2004, citados por (Vargas O. , 2014)) y en áreas de sucesión secundaria (McClanahan & Wolfe 1993; Shieds & Walker 2003, citados por (Vargas O. , 2014)), ya que con ellas se produce un aumento en la tasa de deposición de semillas en el suelo y a la vez permite enriquecer el banco de semillas.

Para conocer el potencial de regeneración de la vegetación dentro de las zonas potrerizadas a través de la dispersión, se debe estudiar cuál es la oferta de frutos, las semillas que son dispersadas y las especies de aves importantes para realizar esta acción (Vargas O. , 2014).

7.1 Plantación dispersa de árboles

El objetivo de este método es acelerar la sucesión aumentando la complejidad estructural que atrae fauna dispersora de semillas o frutos de los bosques intactos cercanos al paisaje degradado. El método consiste en plantar un número limitado de árboles dispersos, individuos aislados o grupos o hileras de árboles, que forman perchas para las aves. Las plántulas se producen a partir de semillas caídas debajo de estos árboles remanentes que sirven de percha para las aves y posteriormente estos núcleos de plántulas crecen para formar también otras perchas.

Otra variante de este método es utilizar espaciamientos más estrechos con un número limitado de especies conocidas como “especies marco” que proporcionan recursos tales como néctar, frutos o perchas para atraer a las aves y murciélagos dispersores de semillas. Las especies deben ser de rápido crecimiento, con una copa densa para eliminar las malezas con su sombra, las semillas deben de ser fáciles de recolectar y con la capacidad de reproducirse en vivero (ITTO-UICN, 2005).

8. Nucleación

El objetivo principal es la formación de micro hábitats como núcleos facilitadores para la llegada de especies animales y vegetales que, en un proceso sucesional, aumentan la probabilidad de la ocurrencia de interacciones interespecíficas. Se enfoca en los modelos de manejo de a biofuncio-

nalidad de los ecosistemas que buscan la integración con el paisaje natural. Es decir, es una técnica que permite por medio de la formación de micro hábitats, el establecimiento de regeneración natural (Sanchún, y otros, Restauración funcional del paisaje rural: manual de técnicas, 2016).



Anexo 3. Guía de indicadores para diagnóstico del área a restaurar

Cuadro 29. Indicadores geofísicos propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal

Aspectos geofísicos del área de estudio		
No.	Indicador	Unidad de medida
1	País(es)	Nombre (texto)
2	Departamento(s)	Nombre (texto)
3	Municipio(s)	Nombre (texto)
4	Región y material geológico predominante	Nombre (texto)
5	Región fisiográfica	Nombre (texto)
6	Unidad fisiográfica	Nombre (texto)
7	Vertiente hidrográfica	Nombre (texto)
8	Cuenca hidrográfica	Nombre (texto)
9	Microcuenca hidrográfica	Nombre (texto)
10	Ríos permanentes (Nombre(s))	Nombres (texto)
11	Cantidad de ríos permanentes	Cantidad
12	Ríos efímeros o intermitentes (Nombre(s))	Nombres (texto)
13	Cantidad de ríos efímeros o intermitentes	Cantidad
14	Nacimientos u ojos de agua (Nombre(s) donde nacen)	Nombres (texto)
15	Cantidad de nacimientos u ojos de agua	Cantidad
16	Extensión superficial del área de estudio	Hectáreas (ha)
17	% del área de estudio / total del área de la microcuenca	Porcentaje (%)
18	Tipo de suelo (según clasificación FAO u otras clasificaciones USDA, Costa Rica, etc.)	Nombre (texto)
19	Tipo de topografía (plano, inclinado, quebrada)	Nombre (texto)
20	Pendiente promedio del terreno	Porcentaje (%)
21	Material geológico a partir del cual se forma el suelo	Nombre (texto)
22	Textura predominante del suelo (horizonte A)	Nombre (texto)
23	Pedregosidad superficial (nula, escasa, media, abundante, muy abundante)	Nombre (texto)
24	Pedregosidad horizontes A y B (nula, escasa, media, abundante, muy abundante)	Nombre (texto)
25	Profundidad efectiva del suelo	Centímetros (cm)
26	Erosión del suelo (nula, ligera, mediana (surcos), severa (cárcavas))	Nombre (texto)
27	Causas de la degradación o erosión del suelo	Nombre (texto) y descripción



Cuadro 30. Indicadores ambientales propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal

Aspectos ambientales		
No.	Indicador	Unidad de medida
1	Precipitación pluvial	Milímetros (mm) / año
2	Meses de lluvia	Nombre de los meses
3	Cantidad de meses de lluvia	Cantidad de meses
4	Meses secos (sin lluvia)	Nombre de los meses
5	Cantidad de meses secos	Cantidad de meses
6	Temperatura máxima	Grados centígrados (oC)
7	Temperatura promedio	Grados centígrados (oC)
8	Temperatura mínima	Grados centígrados (oC)
9	Altitud sobre el nivel del mar	Metros sobre el nivel del mar
10	Meses de los vientos más fuertes	Nombre (texto)
11	Meses de neblina	Nombre (texto)
12	Zona(s) de vida	Nombre (texto)
13	1.1 Centros urbanos (año más reciente)	Hectáreas (ha)
14	2.1 Agricultura anual (granos básicos y hortalizas) (año más reciente)	Hectáreas (ha)
15	2.2 Agricultura permanente (café, caña de azúcar, tallos herbáceos, arbustivos, arbóreos-frutales, hule, cacao, etc.) (año más reciente)	Hectáreas (ha)
16	2.3 Pastos (año más reciente)	Hectáreas (ha)
17	2.4 Zonas agrícolas heterogéneas (año más reciente)	Hectáreas (ha)
18	3.1 Bosques naturales (año más reciente)	Hectáreas (ha)
19	3.2 Vegetación arbustiva y/o herbácea (sabanas, guamiles y árboles dispersos) (año más reciente)	Hectáreas (ha)
20	3.3 Espacios abiertos sin o con poca vegetación (año más reciente)	Hectáreas (ha)
21	4 Humedales (año más reciente)	Hectáreas (ha)
22	5 Cuerpos de agua (año más reciente)	Hectáreas (ha)
23	Dinámica de la cobertura forestal (del año más antiguo al año más reciente) (polígonos en mapa y cantidad de hectáreas)	Mapa y Hectáreas (ha)
24	% de pérdida; % de ganancia y % de déficit de cobertura forestal	Porcentaje (%)
25	Tipo de vegetación	Tipo



Cuadro 31. Indicadores sociales propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal.

Aspectos sociales		
No.	Indicador	Unidad de medida
1	Idioma(s) local(es) (Comunidad lingüística)	Nombre (texto)
2	Etnias (Pertinencia cultural)	Nombre (texto)
3	Alfabetismo	% de alfabetización
4	Nivel educativo predominante (primario, básicos, diversificado, universitario)	Nivel (texto)*
5	Cantidad de Capacitaciones sobre forestería (manejo forestal sostenible, silvicultura, viveros, labores culturales)	Cantidad de capacitaciones o charlas
6	Cantidad de Capacitaciones sobre restauración del paisaje forestal	Cantidad de capacitaciones o charlas
7	Asistencia médica: Lugar o persona a la que asisten si están enfermos.	Nombre (texto)
8	Farmacias	Cantidad
9	Tubería de agua potable (existencia o no existencia)	Existe / No existe
10	Lugar de donde se abastecen de agua (pozo, nacimiento, río, agua pluvial, servicio municipal)	Nombre (texto)
11	Tubería y sistema de drenaje (existencia o no existencia)	Existe / No existe
12	Alumbrado eléctrico público, postes (existencia o no)	Existe / No existe
13	Servicio de recolección de basura (existencia o no)	Existe / No existe
14	Material del piso de la mayoría de casas (tierra, cemento, ladrillo, loza, granito, cerámico)	Nombre (texto)*
15	Material de las paredes de la mayoría de casas (cañas, barro-bajareque, piedra, lámina, madera, block)	Nombre (texto)
16	Material del techo de la mayoría de casas (paja, teja, guano o palma, lámina galvanizada, terraza fundida)	Nombre (texto)
17	Fuente o combustible para cocción de alimentos (leña, gas propano, electricidad, energía solar) (si se puede estimar un % de hogares que tienen cada tipo de fuente)	Nombre (texto) o Porcentaje (%)*
18	Presencia de estufas mejoradas (si se puede estimar un % de hogares con estufas mejoradas)	Presencia o ausencia / Porcentaje (%)*
19	Cantidad de leña que usa la familia (leños por día)	Leños por día; tareas por mes o por año.
20	Costo de la leña (costo por leño, por tarea, carga o por pickupada)	Quetzales por leño (o Quetzales por otra medida)
21	Cantidad estimada de metros cúbicos que consume una familia por año	Metros cúbicos (m ³)
22	Distancia del centroide del área de estudio a la cabecera municipal más cercana	Kilómetros (Km)
23	Distancia del centroide del área de estudio a la cabecera departamental	Kilómetros (Km)
24	Tipo o material de la mayoría de carreteras (veredas, camino de herradura, terracería rústica, terracería fina, pavimento, asfalto)	Nombre (texto)
25	Escuelas preprimaria, escuela primaria, institutos básicos, institutos diversificado, universidades (nombre y cantidad)	Nombre (texto) y cantidad
26	Centros de formación o capacitación de educación no formal u oficios (nombre y cantidad)	Nombre (texto) y cantidad
27	Organizaciones locales (COCODE, Cooperativa, Asociación)	Nombre (texto)

Continúa...



Aspectos sociales		
No.	Indicador	Unidad de medida
28	Proyectos de instituciones gubernamentales (nombre del proyecto, institución implementadora, año de implementación)	Nombre (texto)
29	Proyectos de la cooperación internacional (nombre del proyecto, organización implementadora, año de implementación)	Nombre (texto)
30	Presencia de prácticas de conservación de suelos (nula, ligera, mediana, abundantes)	Nombre (texto)
31	Tipo de prácticas de conservación de suelos (acequias, curvas a nivel, terrazas, barreras vivas, barreras muertas, abonos verdes)	Nombre (texto)
32	Tipo de tenencia de los lotes de vivienda de la mayoría de hogares o porcentaje por tipo de tenencia (tipo o %)	Nombre (texto) o Porcentajes (%)
33	Tipo de tenencia de las parcelas agrícolas de la mayoría de hogares o porcentaje por tipo de tenencia (tipo o %)	Nombre (texto) o Porcentajes (%)
34	Formas de participación de la mujer en temas forestales	Descripción (texto)
35	Ayuda que ha recibido de la municipalidad local (proyectos, insumos, capacitaciones, asistencia técnica)	Descripción (texto)
36	Cantidad total de hombres en el área de estudio (suma de la cantidad de hombres de cada comunidad)	Cantidad
37	Cantidad total de mujeres en el área de estudio (suma de la cantidad de mujeres de cada comunidad)	Cantidad
38	Cantidad total de niñas y niños en el área de estudio (suma de la cantidad de niñas y niños (menores de 18 años) de cada comunidad)	Cantidad
39	Existencia y descripción de prácticas ancestrales para el manejo de los recursos naturales (bosque, agua, suelo, madera, leña)	Descripción (texto)



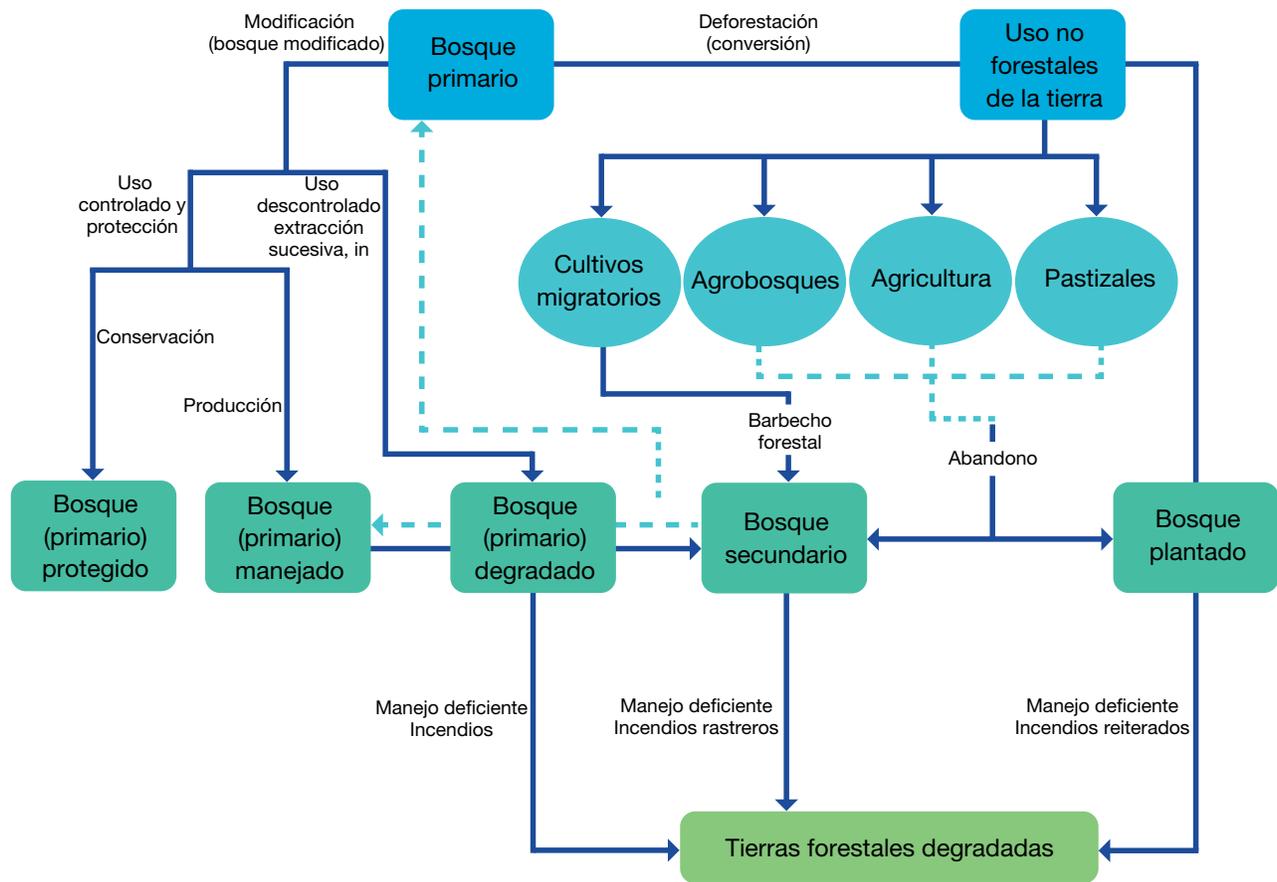
Cuadro 32. Indicadores económicos propuestos para monitoreo de restauración del paisaje forestal

Aspectos económicos		
No.	Indicador	Unidad de medida
1	Actividades económicas predominantes (agricultores, artesanos, obreros, comerciantes, académicos)	Nombre (texto)*
2	Principales actividades que realizan los hombres	Nombre (texto)*
3	Principales actividades que realizan las mujeres	Nombre (texto)*
4	Migración por venta de mano de obra al resto de la república de Guatemala (%: cantidad de personas que migran / total de la población local muestreada)	Porcentaje (%)*
5	Migración por venta de mano de obra a otros países (México, Estados Unidos, El Salvador, Honduras, Belice) (%: cantidad de personas que migran / total de población local muestreada)	Porcentaje (%)*
6	Costo del agua potable y/o medida (ej. Q. 100 / mes; Q. 1.00 / metro cúbico)	Nombre (texto)
7	Otras fuentes de obtención de agua potable	Nombre (texto)
8	Principales cultivos agrícolas	Nombre (texto)
9	Formas de venta de la producción: agrícola, industrial-artesanal o comercial (venta directa a consumidor final, intermediarios (coyotes), mercado local, mercado municipal, mercado departamental, mercado nacional, mercado internacional, internet).	Nombre (texto)
10	Formas de venta de la producción forestal, maderable o no maderable (consumidor final, intermediarios, mercado)	Nombre (texto)
11	Proyectos de reforestación voluntarios (sin inscribir en INAB-Registro Nacional Forestal)	Hectáreas (ha)
12	Proyectos de reforestación voluntarios (inscritos en INAB-Registro Nacional Forestal; incluyen compromisos por planes de manejo)	Hectáreas (ha)
13	Proyectos de reforestación PINFOR	Hectáreas (ha)
14	Proyectos de reforestación PINPEP	Hectáreas (ha)
15	Proyectos o parcelas implementadas de Sistemas Agroforestales (SAF) o Sistemas Silvopastoriles (SS)	Hectáreas (ha)
16	Proyectos de reforestación para protección de fuentes de agua, orillas de cauces (bosques riparios) o protección de suelos	Hectáreas (ha)
17	Proyectos de reforestación de bosques energéticos para obtención de leña doméstica o industrial	Hectáreas (ha)
18	Existencia de prácticas de restauración o planes de manejo que usan la regeneración natural	Existencia o no existencia
19	Tipos de transporte que usan los pobladores (a pie, caballo, bicicleta, motocicleta, lancha, pickup propio, pickup público, microbús, bus, taxi) (si se puede estimar un % de cada uno)	Nombre (texto)*
20	Tipo de comunicación que poseen los pobladores (sólo verbal, cartas-telegramas, celular, radio local, internet, otros)	Nombre (texto)
21	Tipo de ganadería que existe en el área (ganado ovino, caprino, porcino, vacuno, caballar) (estimado de cabezas de ganado por familia o por comunidad)	Nombre (texto)
22	Tipo y cantidad de pago de impuestos municipales o gubernamentales que pagan los pobladores	Nombre (texto) y cantidad en quetzales por año
23	VARIABLES DE RIESGO POR DESLAVES, INUNDACIONES.	
24	Población Económicamente Activa –PEA–	Cantidad de personas que constituyen la PEA
25	% Población Económicamente Activa –PEA– de la localidad con respecto a la totalidad de la nación	% PEA local / PEA nacional
26	Cantidad de viveros forestales existentes en el municipio	Cantidad
27	Capacidad de producción anual de todos los viveros enumerados anteriormente	Cantidad de plántulas potencial a producir



Anexo 4. Bosques primarios, secundarios y degradación

Figura 12. Esquema de las transiciones de degradación desde el bosque primario, bosque secundario y plantaciones



Fuente: (GREUNAL, 2012)

Anexo 5. Comparación de los niveles de degradación de los bosques primario, secundario y plantaciones forestales

Cuadro 33. Comparación entre el nivel de degradación y el tipo de bosque

Nivel de degradación	Tipo de bosque	Tipo de ordenación	Rebote o regeneración	Recuperación
Incipiente	Primario original (protegido)	Ordenación sostenible	Alta regeneración	Corto plazo
INTERMEDIA	Primario manejado	Restauración y Rehabilitación	Regeneración con especies de la composición original	Mediano plazo
	Secundario no disturbado (protegido)			
	Secundario manejado			
	Plantación de enriquecimiento			
SEVERA	Primario degradado	Restauración y Rehabilitación	Especies pioneras que aparecen en forma individual o grupos pequeños	Largo plazo
	Secundario degradado			
	Plantación reforestación			
EXTREMA	Tierras forestales degradadas	Establecimiento de plantaciones y ordenación sostenible	Especies pioneras difíciles de establecerse	Muy largo plazo. Requiere prácticas de recuperación y conservación de suelos

Fuente: INAB, 2017



Anexo 6. Estructura Para El Plan De Restauración

Un plan de acción típico de restauración debe incluir por lo menos las siguientes categorías (Estructura adaptada de (United States Forest Service, 2011)):

1. Resumen Ejecutivo

- a. Nombre del área (paisaje)
- b. Ubicación General
- c. Comunidades con las que se trabajará
- d. Tenencia de la tierra
- e. Fisiografía general
- f. Uso del suelo
- g. Problemas claves
- h. Origen del disturbio
- i. Oportunidades / Prioridades de Restauración

2. Contexto General del área (paisaje)

- a. Características sociales
- b. Características económicas
- c. Características ambientales, fisiográficas, etc.
- d. Otras características del área

3. Objetivos y Oportunidades de Restauración

- a. Identificación de la meta y condición deseada
- b. Objetivos, Condición Existentes y Posteriores en el área del Proyecto
- c. Oportunidades
- d. Actividades Específicas del Proyecto (Proyectos Esenciales)
- e. Costos
- f. Líneas de tiempo y programación del proyecto
- g. Socios claves

4. Seguimiento y Evaluación del Proyecto de Restauración

- a. Identificación de indicadores de evaluación
- b. Definición de los indicadores de restauración a evaluar
- c. Evaluación del proceso de restauración



Instituto Nacional de Bosques
Más bosques. Más vida

Instituto Nacional de Bosques
7ª. Avenida 12-90, zona 13, Guatemala
Teléfono: +(502) 2321-2626
www.inab.gob.gt

