



Manual para la restauración de bosques mixtos de Guatemala

Mesa Nacional de Restauración del Paisaje Forestal de Guatemala



Manual para la Restauración de Bosques Mixtos de Guatemala

**MESA NACIONAL DE RESTAURACIÓN DEL
PAISAJE FORESTAL DE GUATEMALA**

El presente documento ha sido generado gracias al apoyo del Instituto Global para el Crecimiento Verde (GGGI) en el marco del Proyecto de Cooperación Triangular entre Corea-México-Tres Países Centroamericanos para el Fortalecimiento de Capacidades para la Restauración del Paisaje Forestal en Respuesta al Cambio Climático, financiado por la Agencia de Cooperación Internacional de Corea (KOICA), en coordinación técnica con el Departamento de Restauración Forestal del Instituto de Bosques (INAB), Guatemala.



Consultor: Ing. Joel Nicolás Eliézer Cutzal Chavajay.

Con el apoyo técnico de: Ing. Jorge Arturo Javier de Paz García, Jefe de Restauración Forestal -INAB-; Ing. José David Mérida de la Roca, Encargado de Restauración -INAB-; Ing. Álvaro Samayoa Tercero, Coordinador para Guatemala del Proyecto de Restauración -GGGI-.

Mediador: Ing. Agr. Jonathan Daniel Caxún Sontay.

Diagramadora: Lcda. Sandy Eugenia Revolorio Coloma

Citar este documento como:

MESA NACIONAL DE RESTAURACIÓN DEL PAISAJE FORESTAL DE GUATEMALA. (2025). Manual para la restauración de bosques mixtos de Guatemala. 172 p.

Contenido

1.	PRESENTACIÓN.....	11
2.	CONTEXTO DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	13
3.	EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE VEGETACIÓN ARBÓREA EN BOSQUES MIXTOS.....	15
3.1.	METODOLOGÍA.....	16
3.1.1.	PASO 1: MEDICIÓN Y ESTRATIFICACIÓN DE ÁREAS.....	16
3.1.2.	PASO 2: MUESTRAS Y VARIABLES DE MEDICIÓN	17
3.1.2.1.	NÚMERO DE MUESTRAS	17
3.1.2.2.	DISTRIBUCIÓN DE LAS MUESTRAS.....	18
3.1.2.3.	UNIDADES DE MUESTREO Y VARIABLES DE MEDICIÓN	19
3.2.	RELACIÓN ENTRE LA ESTRATIFICACIÓN Y DILIGENCIAMIENTO DE FICHAS.....	20
3.3.	IDENTIFICACIÓN DE FACTORES DETERMINANTES EN LA VALUACIÓN	21
3.3.1.	DISTURBIOS ANTROPOGÉNICOS	21
3.3.1.1.	APROVECHAMIENTOS FORESTALES NO REGULADOS	22
3.3.1.2.	INCENDIOS FORESTALES.....	22
3.3.2.	DISTURBIOS NATURALES.....	22
3.3.2.1.	PLAGAS Y ENFERMEDADES.....	23
3.3.2.2.	OTROS DISTURBIOS NATURALES.....	23
3.3.3.	COMPONENTES DE ESTRUCTURA.....	24
3.3.3.1.	ESTRUCTURA VERTICAL	24
3.3.3.2.	CLASES DIAMÉTRICAS.....	25
3.3.3.3.	ABUNDANCIA DE ESPECIES ARBÓREAS.....	26
3.3.3.4.	COBERTURA DE COPAS.....	26
3.4.	IDENTIFICACIÓN DE FACTORES SECUNDARIOS DE LA VALUACIÓN	27
3.4.1.	DEGRADACIÓN DEL SUELO.....	27
3.4.1.1.	EROSIÓN HÍDRICA	27
3.4.1.2.	PEDREGOSIDAD	28
3.4.1.3.	DRENAJE.....	28
3.4.1.4.	PENDIENTE	28
3.4.1.5.	PROFUNDIDAD EFECTIVA.....	29
3.4.2.	CONDICIONES DEL ENTORNO.....	29
3.4.2.1.	RUTAS DE ACCESO.....	29
3.4.2.2.	PASTOREO	30
3.4.2.3.	ENTORNO DEL TERRENO	30

3.5.	FICHA PARA EVALUAR LA DEGRADACIÓN DEL ECOSISTEMA DEL BOSQUE MIXTO	31
3.5.1.	FICHA Y PONDERACIÓN DE FACTORES PARA EL “ESTRATO 1”	31
3.5.2.	FICHA Y PONDERACIÓN DE FACTORES PARA EL “ESTRATO 2”	31
3.6.	NIVELES DE DEGRADACIÓN DEL BOSQUE Y SUELOS PARA EL ECOSISTEMA DEL BOSQUE MIXTO	31
4.	TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN ADECUADAS PARA BOSQUE MIXTO DE GUATEMALA.....	33
4.1	.SELECCIÓN Y TIPO DE ESPECIES	34
4.1.1.	CRITERIOS PARA LA SELECCIÓN DE ESPECIES	34
4.1.1.1.	CRITERIO BASADO EN “INFORMACIÓN SECUNDARIA”	34
4.1.1.2.	CRITERIO BASADO EN “PRESENCIA DEL NATURAL”	35
4.1.2.	CLASIFICACIÓN DE ESPECIES PARA LA RESTAURACIÓN ACTIVA CON FINES REPRODUCTIVOS	36
4.1.2.1.	ESPECIES MADERABLES	36
4.1.2.2.	ESPECIES CON FINES ENERGÉTICOS	37
4.1.2.3.	ESPECIES CON FINES DE PRODUCCIÓN DE SERVICIOS.....	38
4.1.3.	CLASIFICACIÓN DE ESPECIES PARA RESTAURACIÓN ACTIVA CON FINES DE CONSERVACIÓN.....	39
4.1.3.1.	ESPECIES PIONERAS	39
4.1.3.2.	ESPECIES SECUNDARIAS.....	41
4.1.3.3.	ESPECIES CLÍMAX.....	42
4.1.4.	ESPECIES ADAPTADAS A CONDICIONES ADVERSAS PARA RESTAURACIÓN ACTIVA CON FINES PRODUCTIVOS O DE CONSERVACIÓN	43
4.1.5.	NÚMERO DE ESPECIES PARA LA RESTAURACIÓN.....	44
4.1.5.1.	NÚMERO DE ESPECIES PARA RESTAURACIÓN ACTIVA CON FINES PRODUCTIVOS.....	44
4.1.5.2.	NÚMERO DE ESPECIES PARA RESTAURACIÓN ACTIVA CON FINES ECOSISTÉMICOS..	45
4.2.	MANEJO GENERALIZADO EN LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN DEL BOSQUE MIXTO.....	45
4.2.1.	ACCIONES QUE REDUCEN LOS FACTORES DE DEGRADACIÓN.....	45
4.2.1.1.	APERTURA DE RONDAS.....	45
4.2.1.2.	CIERRE DE CAMINOS SECUNDARIOS.....	46
4.2.1.3.	MONITOREO FORESTAL.....	47
4.2.2.	ACTIVIDADES DE MANEJO TRADICIONALES EN PROYECTOS DE RESTAURACIÓN.....	48
4.2.2.1.	CUIDADOS CULTURALES.....	48
4.2.2.1.1.	CHAPEO EN FRANJAS	48
4.2.2.1.2.	PLATEOS.....	49
4.2.2.1.3.	PODAS DE LIMPIEZA.....	51
4.3.	TÉCNICAS DE REFORESTACIÓN FORESTAL.....	51

4.3.1.	MODELOS DE RESTAURACIÓN CON FINES PRODUCTIVOS EN EL ESTRATO NO. 1.....	51
4.3.1.1.	MODELO DE REFORESTACIÓN/PLANTACIÓN MIXTA.....	52
4.3.1.1.1.	SELECCIÓN DE LA PLANTA Y CANTIDAD:.....	52
4.3.1.1.2.	HABILITACIÓN DEL SITIO	52
4.3.1.1.3.	TRAZO, DISEÑO Y ESTAQUILLADO.....	52
4.3.1.1.4.	PLANTACIÓN	53
4.3.1.1.5.	REPLANTEO	53
4.3.1.1.6.	ARREGLO ESPACIAL.....	54
4.3.1.2.	MODELO DE RESTAURACIÓN SUCESIONAL DIVERSA.....	56
4.3.1.2.1.	CLASIFICACIÓN DE ESPECIES.....	57
4.3.1.2.2.	ACTIVIDADES GENERALES.....	57
4.3.1.2.3.	ARREGLO ESPACIAL DEL MODELO DE RESTAURACIÓN SUCESIONAL DIVERSA.....	58
4.3.2.	MODELO DE REGENERACIÓN NATURAL CON FINES PRODUCTIVOS EL ESTRATO NO. 2.	58
4.3.2.1.	SUBMODELO DE MANEJO DE REGENERACIÓN NATURAL POR DISPERSIÓN DE SEMILLAS	58
4.3.2.1.1.	EDAD DE MANEJO	59
4.3.2.1.2.	SELECCIÓN DE LA PLANTA.....	59
4.3.2.1.3.	ARREGLO ESPACIAL.....	59
4.3.2.1.4.	ELIMINACIÓN DE ESPECIES NO DESEADAS	62
4.3.2.2.	SUBMODELO DE MANEJO DE REBROTOS DE TOCONES	63
4.3.2.2.1.	ÉPOCA DE MANEJO	63
4.3.2.2.2.	EDAD DE MANEJO.....	63
4.3.2.2.3.	SELECCIÓN DE REBROTOS.....	63
4.3.2.2.4.	.NÚMERO DE REBROTOS.....	63
4.3.2.3.	SUBMODELO DE COMPLETACIÓN.....	63
4.3.2.3.1.	DISTANCIAMIENTO CON RESPECTO A ÁRBOLES NATURALES.....	64
4.3.2.3.2.	ACTIVIDADES GENERALES.....	64
4.3.2.3.3.	PORCENTAJE DE ESPECIES.....	64
4.3.2.4.	SUBMODELO DE ENRIQUECIMIENTO	64
4.3.2.4.1.	SELECCIÓN DE LA ESPECIE	64
4.3.2.4.2.	DISTANCIAMIENTO CON RESPECTO A ÁRBOLES NATURALES.....	65
4.3.2.4.3.	ACTIVIDADES GENERALES.....	65
4.3.2.4.4.	PORCENTAJE DE ESPECIES.....	65
4.4.	TÉCNICAS DE RESTAURACIÓN ASOCIADAS AL SUELO	65
4.4.1.	PRÁCTICAS DE CONSERVACIÓN DE SUELO EN BOSQUE MIXTO DE GUATEMALA.....	66
4.4.1.1.	CURVAS A NIVEL.....	66
4.4.1.2.	TERRAZA INDIVIDUAL	67
4.4.1.3.	BARRERA VIVA.....	68
4.4.1.4.	BARRERA MUERTA	68

4.4.1.5.	ACEQUIA DE LADERA.....	69
4.4.1.6.	POZOS DE ABSORCIÓN.....	70
4.4.1.7.	DIQUE DE CONTENCIÓN	71
5.	FICHAS TÉCNICAS PARA LA IDENTIFICACIÓN DE ESPECIES FORESTALES	
	PRIORIZADAS	73
5.1.	CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN DE ESPECIES PARA RESTAURACIÓN.....	73
6.	BIBLIOGRAFÍA.....	155
7.	ANEXOS.....	159

Figuras

FIGURA 1.	DEPARTAMENTOS CON MÁS DE 10,000 HECTÁREAS DE SUPERFICIE DE BOSQUE MIXTO EN GUATEMALA.....	13
FIGURA 2.	ESQUEMA DE LOS FACTORES Y SUBFACTORES QUE CONFORMAN LOS CRITERIOS DETERMINANTES Y SECUNDARIOS DE LA EVALUACIÓN DE DEGRADACIÓN EN EL ECOSISTEMA “BOSQUE MIXTO” DE GUATEMALA.....	15
FIGURA 3.	DISTRIBUCIÓN DISPERSA DE LAS MUESTRAS POR CADA ESTRATO, UTILIZANDO EL CRITERIO DE COBERTURA GEOGRÁFICA BASADO EN LA FRECUENCIA, COMPOSICIÓN Y ESTRUCTURA DEL COMPONENTE ARBÓREO.....	18
FIGURA 4.	UNIDAD DE MUESTREO PARA ÁREAS DEGRADADAS EN EL ESTRATO 1 Y ESTRATO 2.	19
FIGURA 5.	DIAGRAMA DE LOS COMPONENTES QUE CONFORMAN EL PROCESO DE RESTAURACIÓN DEL BOSQUE MIXTO.....	33
FIGURA 6.	CLASIFICACIÓN DE LAS ESPECIES SEGÚN EL TIPO DE RESTAURACIÓN ACTIVA A IMPLEMENTAR.....	35
FIGURA 7.	PROCESO DE ELABORACIÓN DE RONDAS.....	46
FIGURA 8.	ACTIVIDADES QUE SE RESTRINGEN CON EL CIERRE DE CAMINOS SECUNDARIOS. ...	47
FIGURA 9.	LIMPIEZA EN CALLEJONES PREVIO A REALIZAR ACCIONES DE RESTAURACIÓN.....	49
FIGURA 10.	EJEMPLO DE LA APLICACIÓN DE PLATEOS EN PLANTAS ENTRE 1 Y 2 AÑOS.....	50
FIGURA 11.	ARREGLO ESPACIAL DE LAS ESPECIES MADERABLES, ENERGÉTICAS Y ECOSISTÉMICAS EN PROYECTOS DE RESTAURACIÓN ACTIVA.....	54
FIGURA 12.	ARREGLO ESPACIAL DE LAS ESPECIES MADERABLES, ENERGÉTICAS Y “NUCLEACIÓN DE ESPECIES CON FINES ECOSISTÉMICOS” EN PROYECTOS DE RESTAURACIÓN ACTIVA.....	55
FIGURA 13.	ARREGLO ESPACIAL Y DISTRIBUCIÓN DE LAS ESPECIES EN EL MODELO DE RESTAURACIÓN SUCESIONAL DIVERSA.....	56
FIGURA 14.	ARREGLO ESPACIAL DE UN ÁREA EN PROCESO DE SUCESIÓN ECOLÓGICA Y EL ENFOQUE PARA EL DISEÑO PRODUCTIVO EN FRANJAS.....	60
FIGURA 15.	ARREGLO ESPACIAL DE UN ÁREA EN PROCESO DE SUCESIÓN ECOLÓGICA Y EL ENFOQUE PARA EL DISEÑO PRODUCTIVO EN PARCHES O CLAROS.....	61

FIGURA 16.	ESQUEMA DEL TRAZO DE CURVAS A NIVEL A (GRADO DE INCLINACIÓN Y DIRECCIÓN), B (TRAZO DE LÍNEA BASE), C (TRAZO DE CURVAS A NIVEL), D (CORRECCIÓN DE CURVAS A NIVEL).	66
FIGURA 17.	ESQUEMA DE LA FORMA Y DISEÑO DE UNA TERRAZA INDIVIDUAL CON FINES DE CONSERVACIÓN DE SUELOS.....	68
FIGURA 18.	CRITERIOS DE PRIORIZACIÓN DE ESPECIES FORESTALES PARA LA RESTAURACIÓN DEL ECOSISTEMA DE BOSQUE MIXTO.	73

Tablas

TABLA 1.	DESCRIPCIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS DE LOS DOS ESTRATOS POSIBLES DURANTE LA FASE DE “MEDICIÓN DE ÁREAS”.....	16
TABLA 2.	NÚMERO DE UNIDADES DE MUESTREO NECESARIAS PARA LA EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE DEGRADACIÓN EN EL “ESTRATO 1” Y “ESTRATO 2”.....	17
TABLA 3.	DIFERENCIAS EN LA PONDERACIÓN DE FACTORES Y SUBFACTORES EN EL ESTRATO 1 Y ESTRATO 2.	20
TABLA 4.	NIVELES DE CLASIFICACIÓN DEL ESTADO DE DEGRADACIÓN ARBÓREA Y DE SUELO PARA EL ECOSISTEMA DE BOSQUE MIXTO EN GUATEMALA.....	31
TABLA 5.	FUENTES DE INFORMACIÓN SECUNDARIA PARA ORIENTAR LA CORRECTA SELECCIÓN DE ESPECIES A RESTAURAR.	34
TABLA 6.	LISTADO DE ESPECIES CONSIDERADAS CON “FINES MADERABLES” PARA LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL ACTIVA.	36
TABLA 7.	LISTADO DE ESPECIES CONSIDERADAS CON “FINES ENERGÉTICOS” PARA LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL ACTIVA.	37
TABLA 8.	LISTADO DE ESPECIES CONSIDERADAS CON “FINES DE PRODUCCIÓN DE SERVICIOS” PARA LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL ACTIVA.....	38
TABLA 9.	LISTADO DE ESPECIES PIONERAS EN EL PROCESO DE SUCESIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE MIXTO.	40
TABLA 10.	LISTADO DE ESPECIES SECUNDARIAS EN EL PROCESO DE SUCESIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE MIXTO.....	41
TABLA 11.	LISTADO DE ESPECIES CLÍMAX EN EL PROCESO DE SUCESIÓN ECOLÓGICA DEL BOSQUE MIXTO.....	42
TABLA 12.	LISTADO DE ESPECIES POTENCIALES “ADAPTADAS A CONDICIONES LIMITANTES” PARA LOS PROCESOS DE RESTAURACIÓN FORESTAL ACTIVA.....	43
TABLA 13.	COSTOS Y CALENDARIZACIÓN DE LAS LIMPIAS EN CALLEJONES.....	49
TABLA 14.	COSTOS Y RENDIMIENTO DE ACTIVIDADES DE PLANTACIÓN	53
TABLA 15.	DISTANCIAMIENTO PARA EL ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES EN EL MODELO DE RESTAURACIÓN SUCESIONAL DIVERSA.....	58

TABLA 16.	CARACTERÍSTICAS DEL DISTANCIAMIENTO ENTRE PLANTA Y SURCO DE LAS ESPECIES MADERABLES, ENERGÉTICAS Y CON FINES ECOSISTÉMICOS.	62
TABLA 17.	DISTANCIA DE SEPARACIÓN DE CURVAS A NIVEL EN FUNCIÓN DE LA PENDIENTE DEL TERRENO PARA PROYECTOS CON FINES DE RESTAURACIÓN.	66
TABLA 18.	COSTOS Y RENDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE TERRAZAS INDIVIDUALES EN FINCA LOS PLANES, ALDEA CONCEPCIÓN PINULA, SAN JOSÉ PINULA, GUATEMALA.	67
TABLA 19.	COSTOS Y RENDIMIENTO PARA LA ELABORACIÓN DE BARRERAS MUERTAS.	69
TABLA 20.	COSTOS Y RENDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE ACEQUIAS DE LADERA.	70
TABLA 21.	COSTOS Y RENDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE POZOS DE ABSORCIÓN	70
TABLA 22.	COSTOS Y RENDIMIENTOS PARA LA ELABORACIÓN DE DIQUES DE CONTENCIÓN	71

Anexos

ANEXO 1.	FORMATO DE BOLETAS PARA RECOLECTAR INFORMACIÓN DE LAS PARCELAS TEMPORALES DE MUESTREO EN BOSQUE MIXTO DE GUATEMALA.	159
ANEXO 2.	FICHA PARA DETERMINAR EL ESTADO DE DEGRADACIÓN DEL ECOSISTEMA DE BOSQUE MIXTO PARA EL ESTRATO 1.	162
ANEXO 3.	FICHA PARA DETERMINAR EL ESTADO DE DEGRADACIÓN DEL ECOSISTEMA DE BOSQUE MIXTO PARA EL ESTRATO 2.	166

1. PRESENTACIÓN

La superficie de cobertura de bosque para Guatemala para el año 2012 es de 3,574,244 hectáreas, equivalente al 33% del territorio nacional, abarcando diferentes tipos y subtipos de bosque, dentro de los cuales se mencionan; bosque conífero, bosque latifoliado, bosque seco, manglares y bosque mixto. Se reporta una superficie de 522,028 hectáreas de bosque mixto a nivel de país, aportando 4.84% de cobertura en el territorio nacional y distribuido en 21 departamentos de Guatemala (INAB, CONAP, UVG, URL, 2012).

La restauración forestal tiene su origen derivado de los efectos de disturbios naturales y acciones antropogénicas dentro de áreas con bosques, afectando puntualmente a la reducción de la cobertura forestal y las pérdidas de las propiedades físicas y químicas del suelo, disminuyendo la funcionalidad ecosistémica de un área determinada. Dentro de los principales factores de degradación se pueden mencionar los deslaves, viento, plagas y enfermedades forestales, inundaciones, la erosión hídrica y los incendios forestales.

En Guatemala, por medio del programa de incentivos para el establecimiento, recuperación, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala -PROBOSQUE-, a partir del año 2015 se ha incluido y fomentado la modalidad de Restauración de Tierras Forestales Degradadas a nivel nacional, paralelamente establece que el Instituto Nacional de Bosques es el responsable de generar los manuales técnicos por tipo de ecosistema para determinar el nivel de degradación de los ecosistemas identificados en el país.

Realizar actividades de restauración requiere de la integración de distintas metodologías y herramientas para alcanzar resultados exitosos orientados al fomento de la restauración de los bosques mixtos en Guatemala, donde la planificación, la sistematización de experiencias, la generación de modelos económicos y la aplicación adecuada de criterios técnicos asumen un papel fundamental para el éxito de los proyectos de restauración.

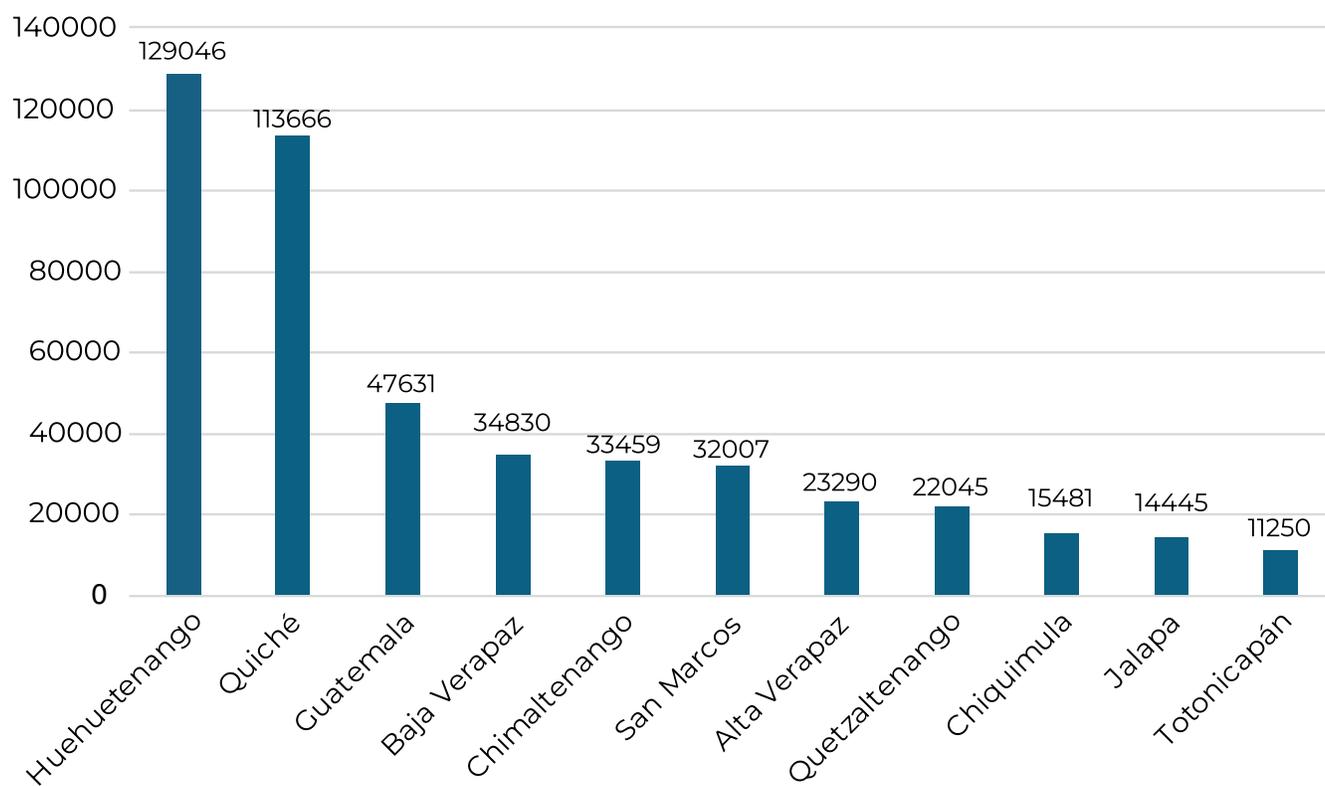
El presente documento integra una serie de actividades que actualmente se implementan en Guatemala, basado en la combinación de fuentes de información secundaria y fuentes de información primaria, que en conjunto han permitido generar tres productos principales que se exponen en el presente documento, los cuales son: a) Metodología para la generación del documento técnico para la evaluación de la degradación de la vegetación arbórea y suelos en bosques mixtos; b) Documento técnico que incluya las actividades o técnicas de restauración adecuadas para bosque mixto; y c) Documento técnico que contenga la guía de especies priorizadas para la restauración de bosques mixtos.



2. CONTEXTO DEL ÁREA DE ESTUDIO

De acuerdo con el mapa de cobertura forestal de densidades por tipo de bosque para la República de Guatemala, se estima que el universo de la población en términos de área de estudio asciende a 522,088 hectáreas del subtipo de bosque mixto. El subtipo de bosque mixto equivale a 14.5% de la cobertura forestal nacional estimada para el año 2012 (INAB, CONAP, UVG, URL, 2012).

Figura 1. Departamentos con más de 10,000 hectáreas de superficie de bosque mixto en Guatemala.



Fuente: con base a la información registrada por (INAB, CONAP, UVG, URL, 2012).

Los departamentos con mayor área potencial son: Huehuetenango, Quiché, Guatemala, Baja Verapaz, Chimaltenango, San Marcos y Alta Verapaz, Quetzaltenango, Chiquimula, Jalapa y Totonicapán, tales departamentos abarcan 477,150 hectáreas del subtipo de “Bosque Mixto” existente en la república de Guatemala, que a su vez equivale al 91.40% del ecosistema en términos porcentuales.



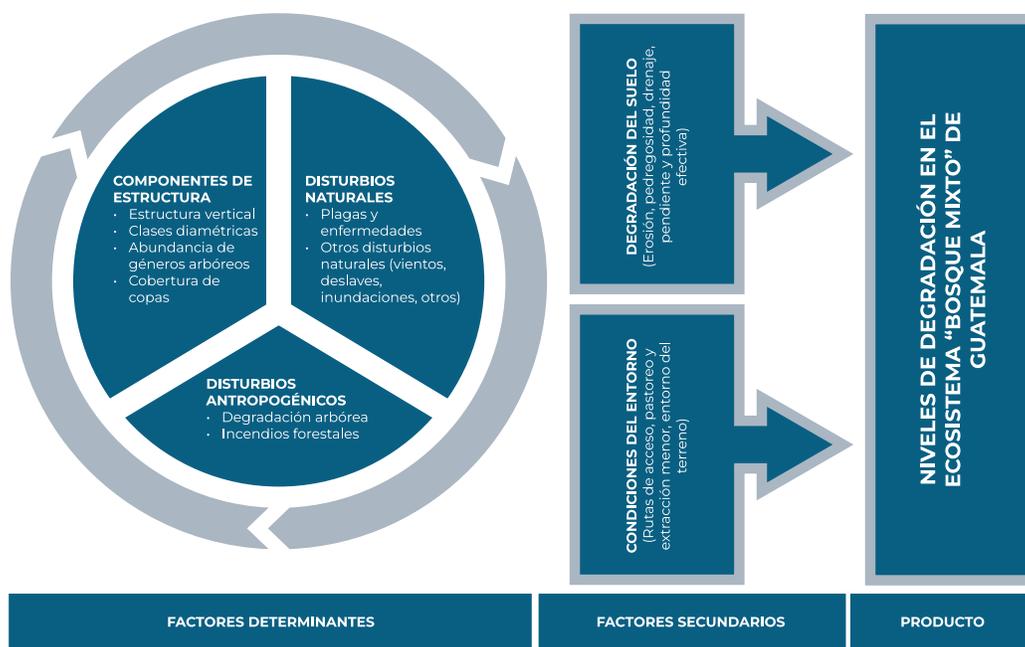
3. EVALUACIÓN DE LA DEGRADACIÓN DE VEGETACIÓN ARBÓREA EN BOSQUES MIXTOS

La metodología busca establecer una ponderación que indique el nivel de degradación de un sitio, evaluando una serie de parámetros cualitativos y cuantitativos que influyen significativamente en el área. El nivel de degradación se expresará en una escala de 1 a 100.

Es importante señalar que la metodología de campo propone la clasificación de dos estratos según el tipo de cobertura de un escenario degradado (ESTRATO No. 1 y ESTRATO No. 2), utilizando una ficha para cada uno de los estratos. Independientemente de la cantidad de estratos presentes, los factores, subfactores y categorías son las mismas para ambos estratos. La diferencia radica en la “ponderación asignada en la ficha”.

El objetivo principal de la ficha es proporcionar un valor cuantitativo a una serie de variables cualitativas relacionadas con el sitio, la estructura y el suelo, que han sido afectadas por algún tipo de disturbio, ya sea natural o antropogénico. En otras palabras, permite asignar un valor numérico a un diagnóstico.

Figura 2. Esquema de los factores y subfactores que conforman los criterios determinantes y secundarios de la evaluación de degradación en el ecosistema “bosque mixto” de Guatemala.



Fuente: Joel Cutzal (año 2024)

3.1. Metodología

Para evaluar la degradación, se consideran tres factores determinantes, que a su vez se dividen en ocho subfactores. Asimismo, se tienen en cuenta dos factores secundarios, compuestos por nueve subfactores que permiten detallar las características específicas de un sitio.

3.1.1. Paso 1: Medición y estratificación de áreas

Se trata de la medición de polígonos afectados por condiciones naturales, antropogénicas o estructurales que requieren acciones de restauración. Los polígonos deben georreferenciarse utilizando el sistema de proyección GTM (Guatemala Transversa de Mercator) y Datum WGS 1984. Este es el primer paso del proceso y se debe considerar la posibilidad de estratificar el área.

La estratificación es fundamental para clasificar el nivel de degradación en función del estado actual del sitio. Las áreas pueden haber sido recientemente afectadas por algún disturbio natural o antropogénico y, al momento de la evaluación, encontrarse desprovistas de cobertura (ESTRATO 1). Además, también pueden existir áreas que sufrieron degradación en un periodo anterior y, actualmente, se hallan en una etapa de sucesión ecológica (ESTRATO 2).

Tabla 1. Descripción de las características de los dos estratos posibles durante la fase de “medición de áreas”.

Estrato 1	<p>Existe alta evidencia de las causas que provocaron la degradación, en las áreas afectadas predominan los pastos, hiervas, gramíneas, sotobosque en formación (etapa 1 de la sucesión ecológica). El área está totalmente desprovista de cobertura forestal.</p> <hr/> <p>Se observan muy pocos árboles remanentes, sin embargo, empieza a notarse el desarrollo de regeneración natural del tipo brinzal, latizal bajo o latizal alto de forma dispersa o baja densidad.</p>
Estrato 2	<p>Son áreas en el cuál el factor que provocó la degradación no es tan evidente en el momento de la evaluación (etapa 2 de la sucesión ecológica); el estado del sitio indica que ya existen procesos sucesionales en los cuales puede notarse un estrato vertical en crecimiento. El área no está totalmente desprovista de cobertura forestal.</p> <hr/> <p>Existe alta densidad de latizal bajo y latizal alto, pocos árboles remanentes o semilleros; es notorio que la prioridad será manejar la regeneración natural o manejo de rebrotes de tocones y que las actividades de repoblación forestal serán en franjas, parches o claros que conllevan altas labores de limpieza.</p>

Fuente: Joel Cutzal (año 2024)

Información a considerar:

- Cuando un área evaluada presenta dos estratos, es esencial registrar una ficha de evaluación de niveles de degradación del bosque mixto para cada estrato identificado. Cada ficha se interpreta de manera independiente, ya que cada estrato requiere acciones de restauración particulares.
- Debido a la heterogeneidad de los escenarios, la metodología no contempla la distribución aleatoria de las muestras. El criterio para distribuir las unidades de muestreo se basa en la “cobertura geográfica de las muestras”.
- La metodología no incluye la estimación del volumen por hectárea con un nivel de confianza y error de muestreo determinado. Esto se debe a que la variable principal de estudio es la ponderación del estado de degradación para proponer acciones de restauración, y no para determinar variables de rendimiento.
- La metodología es aplicable a áreas de bosque mixto, tomando en cuenta los criterios determinantes y secundarios descritos, así como las métricas de evaluación en áreas de transición del bosque estacionalmente seco, suelos en formación, áreas ribereñas y otras características atípicas fuera de la estructura, frecuencia y composición del bosque mixto tradicional. En estos casos, se deberá emplear criterio técnico.

3.1.2. Paso 2: Muestras y variables de medición

Los factores y subfactores a evaluar son distintos según el estrato identificado en el área estudiada, debido a que cada estrato presenta características particulares, se ha definido distintas unidades de muestreo y variables a evaluar por cada estrato. Los detalles de la recolección de información por cada estrato se describen a continuación:

3.1.2.1. Número de muestras

El siguiente cuadro no pretende brindar estimación de precisión y confianza estadística, debido a que los indicadores de rendimiento como el área basal [m^2/ha] y volumen [m^3/ha] no son la variable de estudio principal, sino el interés principal es caracterizar o diagnosticar el estado actual del área de estudio con fines de orientar las técnicas de restauración y medir objetivamente los niveles de degradación del ecosistema de bosque mixto.

Tabla 2. Número de unidades de muestreo necesarias para la evaluación de los niveles de degradación en el “ESTRATO 1” y “ESTRATO 2”.

Área (hectáreas)	Número de muestras
< 1 hectárea	3
≥ 1 hectárea hasta 2 hectáreas	4
> a 2 hectáreas hasta 5 hectáreas	6
> a 5 hectáreas hasta 15 hectáreas	8
> a 15 hectáreas	8 muestras + 1 por cada 5 ha adicionales

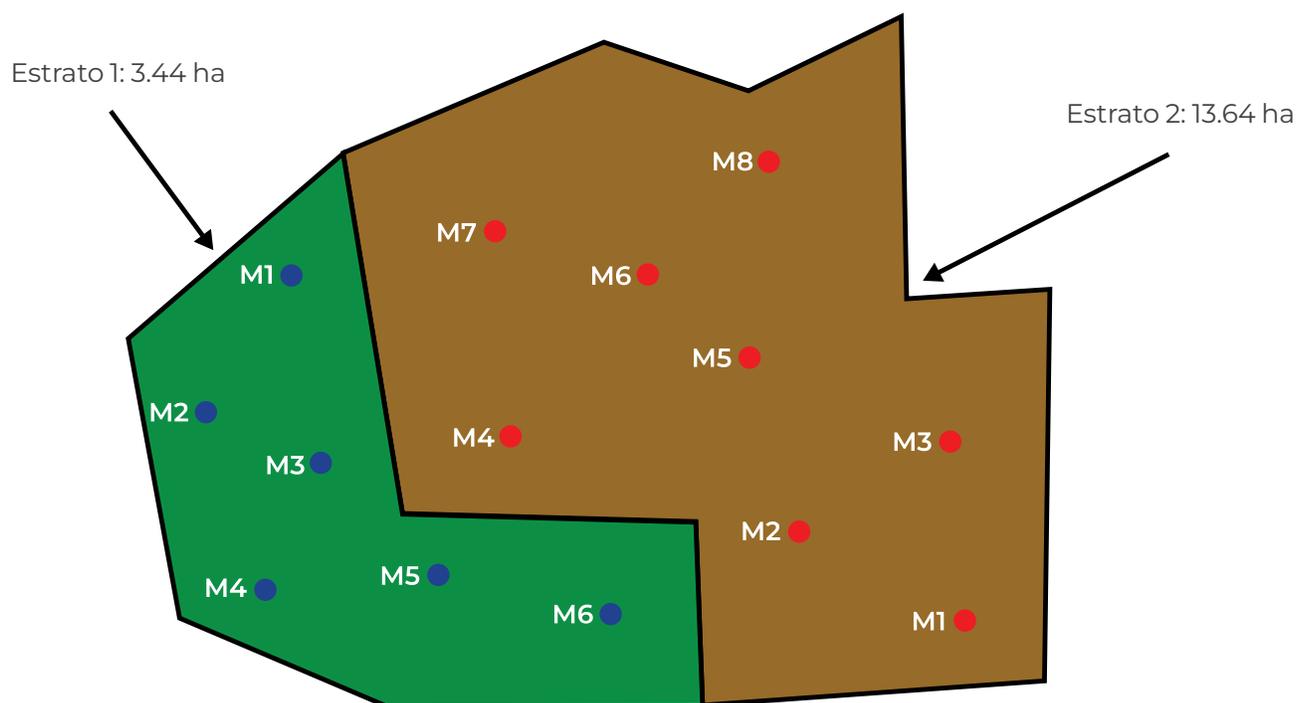
IMPORTANTE: En proyectos donde exista presencia de ambos estratos, se debe considerar el cuadro anterior para cada estrato identificado. Fuente: Joel Cutzal (año 2024)

3.1.2.2. Distribución de las muestras

Las muestras deben ser aleatorias y representar las condiciones del campo, ya que los resultados del inventario forestal serán determinantes para los factores “componentes de estructura” y “degradación del suelo” al utilizar la ficha para medir el nivel de degradación del bosque mixto. Algunos criterios para la aleatorización de las unidades de muestreo son:

- Cobertura geográfica: Las muestras deben estar ampliamente distribuidas en el área de estudio, asegurando que no se concentre un grupo de muestras en una sola área, sino que estén dispersas en cada estrato.
- Composición: Se refiere a la asociación vegetal que conforma el bosque. Las muestras deben representar la composición florística de las especies arbóreas presentes en el sitio.
- Estructura: Considera la forma en que las plantas se organizan en el espacio, teniendo en cuenta la distribución y variación en las dimensiones de los individuos (densidad arbórea o área basal).

Figura 3. Distribución dispersa de las muestras por cada estrato, utilizando el criterio de cobertura geográfica basado en la frecuencia, composición y estructura del componente arbóreo.



Fuente: Joel Cutzal (año 2024)

En la figura anterior se presenta un ejemplo del uso del criterio de distribución al azar de muestras, cumpliendo con los requisitos de cobertura geográfica, composición y estructura. A continuación, se describe un caso práctico de distribución de muestras:

Paso 1: Se midió el polígono de interés y se identificaron dos estratos, según el criterio de la tabla 1. El ESTRATO 1 abarca un área de 3.44 hectáreas y el ESTRATO 2, un área de 13.64 hectáreas.

Paso 2: Según el criterio del número de muestras (tabla 5), se deben distribuir 6 unidades de muestreo en el ESTRATO 1 y 8 unidades de muestreo en el ESTRATO 2.

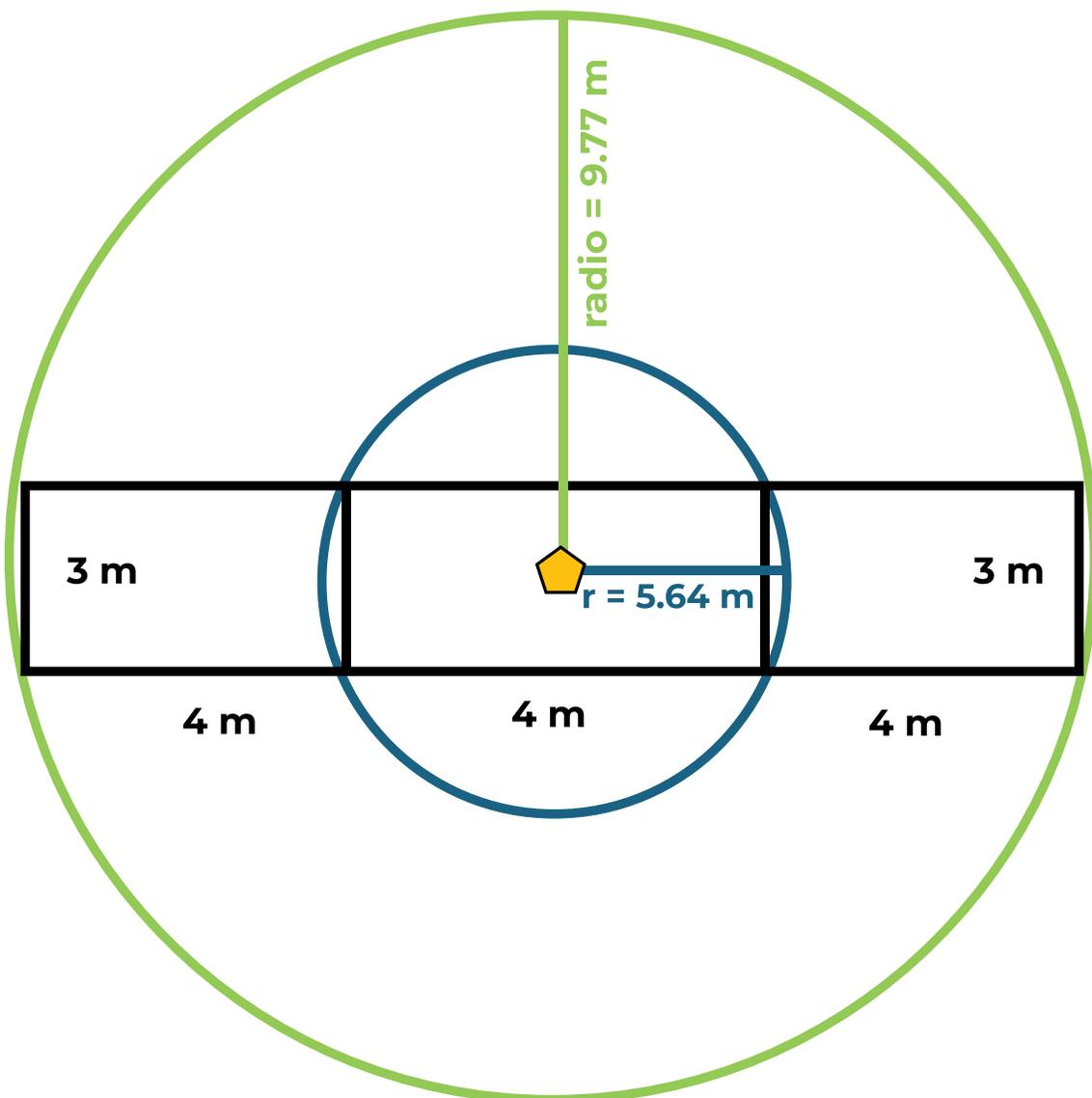
Paso 3: Con los dos polígonos que constituyen el ESTRATO 1 y el ESTRATO 2, se procede a distribuir las muestras de forma dispersa en toda el área de estudio. Esta distribución debe basarse en la frecuencia, composición y estructura del componente arbóreo, evitando sitios preferenciales.

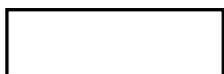
3.1.2.3. Unidades de muestreo y variables de medición

Las unidades de muestreo y las variables de medición son las mismas para cada estrato identificado en campo, tal como se describe a continuación:

UNIDAD DE MUESTREO PARA EL ESTRATO No. 1 y 2. las unidades de muestreo o parcelas serán de forma circular, de 9.77 metros de radio (parcelas de 300 m²) y subparcelas de 5.64 metros de radio (100 m²).

Figura 4. Unidad de muestreo para áreas degradadas en el ESTRATO 1 y ESTRATO 2.





En cada segmento se mide de forma separada la pedregosidad y el drenaje, posteriormente se obtiene el promedio para registrarlo en la libreta de campo.



En el centro de la parcela, se toma una muestra de la profundidad efectiva y de la pendiente del terreno, registrando estos valores en la libreta de campo.



Parcelas de 100 m², con un radio de 5.64 metros, en ella se registra lo siguiente:
 Conteo y especie de regeneración natural (plántulas < 1.5 m de altura)
 Conteo y especie del rebrote de tocones (brotes < 1.5 m de altura)
 Se selecciona una sección que represente al estrato y se toma una fotografía de la cobertura de copas, para posteriormente ingresarla a la aplicación HabitApp®.



Parcelas de 300 m², con un radio de 9.77 metros, en ella se registra lo siguiente:
 DAP (cm) de cada árbol ≥ 5 cm
 Altura total (m) de cada árbol con DAP ≥ 5 cm
 Cada árbol con DAP ≥ 5 cm se numera con orden correlativo y sin que el número se repita dentro de la misma parcela
 Se registran las especies presentes anotando el nombre común y científico.
 Se realiza el conteo por especie de latizales bajos, ≥ 1.5 m de altura y DAP < 5 cm, la información se anota en la boleta de campo

Fuente: Joel Cutzal (2024).

3.2. Relación entre la estratificación y diligenciamiento de fichas

La diferencia entre la estratificación y diligenciamiento de fichas según cada estrato se basa en la “ponderación asignada”, cada estrato conlleva el análisis de los mismos factores y subfactores, sin embargo, debido a las diferencias en estructura vertical de los estratos y al grado de perturbación, a cada estrato se asigna una ponderación distinta.

Tabla 3. Diferencias en la ponderación de factores y subfactores en el ESTRATO 1 y ESTRATO 2.

Ponderación de factores de evaluación					
Factores	Subfactores	Estrato 1		Estrato 2	
		Ponderación	Subtotal	Ponderación	Subtotal
1. DISTURBIOS ANTROPOGÉNICOS	1.1. DEGRADACIÓN ARBÓREA	25	25	10	10
	1.2 INCENDIOS FORESTALES				
2. DISTURBIOS NATURALES	2.1. PLAGAS Y ENFERMEDADES	12	12	8	8
	2.2. OTROS DISTURBIOS NATURALES				

3. COMPONENTES DE ESTRUCTURA	3.1. ESTRUCTURA VERTICAL	6	24	9	37
	3.2. CLASES DIAMÉTRICAS	3		10	
	3.3. ABUNDANCIA DE ESPECIES ARBÓREAS	6		9	
	3.4. COBERTURA DE COPAS	3		11	
4. DEGRADACIÓN DEL SUELO	4.1. EROSIÓN HÍDRICA	4	24	4	24
	4.2. PEDREGOSIDAD	4		4	
	4.3. DRENAJE	4		4	
	4.4. PENDIENTE	6		6	
	4.5. PROFUNDIDAD EFECTIVA	6		6	
5. CONDICIONES DEL ENTORNO	5.1. RUTAS DE ACCESO	5	21	5	21
	5.2. PASTOREO	5		5	
	5.3. EXTRACCIÓN MENOR	5		2	
	5.4. ENTORNO DEL TERRENO	6		6	
TOTAL=		----	100	----	100

Fuente: Joel Cutzal (año 2024)

3.3. Identificación de factores determinantes en la valuación

Son aquellos que han influenciado significativamente en la reducción de área, ya sea por causas naturales o por orígenes antropogénicos, así mismo, aquellos factores que conllevan una degradación en los componentes de estructura del bosque original.

Engloba los factores que han afectado la funcionalidad original del ecosistema. A continuación, se realiza la definición de los factores y subfactores determinantes en la valuación, los criterios y métodos para medir el grado de afectación de cada uno:

3.3.1. Disturbios antropogénicos

Son aquellos sitios en dónde el bosque ha sido alterado o perturbado por acciones de las poblaciones o personas, ya sea por evidencia directa como degradación arbórea. O bien, por acciones provocadas como incendios forestales. Para el efecto, se han definido dos subfactores de degradación que conforman el factor de “disturbios antropogénicos”.

3.3.1.1. Aprovechamientos forestales no regulados

Se trata de la eliminación parcial o total de la cobertura forestal, formando áreas sin bosque (bloques) o discontinuas como parches, claros y franjas. Se definen cuatro categorías para evaluar los niveles de degradación:

SIN EVIDENCIA: No hay reducción de la cobertura forestal por acciones humanas, se cumple cuando ya existe una sucesión ecológica o cuando las causas son naturales.

BAJO: Áreas con poca o ninguna presencia de tocones, con abundante regeneración natural o bosque secundario debido al abandono de tierras previamente usadas para otros fines o sitios con suelos malos.

MODERADO: Evidencia de tocones o rebrotes en etapa de emergencia, pérdida focalizada o dispersa de cobertura dentro del bosque (“entresaque selectivo”), con parches degradados a lo largo del área de estudio, sin perder la conectividad de los remanentes.

EXTREMO: Alta presencia de tocones o rebrotes en emergencia, con eliminación continua de cobertura forestal en el área estudiada, perdiendo la conectividad entre los árboles remanentes.

3.3.1.2. Incendios forestales

Los incendios forestales alteran los ecosistemas forestales, provocando su degradación. Para evaluar los niveles de degradación causados por incendios forestales, se utilizan dos criterios: el área afectada (hectáreas) y la severidad del incendio en relación con la vegetación remanente. Se han establecido cuatro categorías para medir dicha degradación:

SIN EVIDENCIA: No hay indicios de incendios forestales recientes, lo que implica que la degradación se debe a factores distintos a los incendios forestales.

BAJO: Hay evidencia de incendios forestales rastreros en toda el área de estudio, afectando el desarrollo de sotobosques, brinzales y latizales; existe la posibilidad de rediseñar prácticas de restauración para maximizar la recuperación ordenada del bosque degradado. Las copas de los árboles están soflamadas en menos de un tercio ($<1/3$) de su altura.

MODERADO: Se observan incendios forestales rastreros en toda el área de estudio, junto con áreas dañadas por incendios de copa, donde el soflamado afecta desde un tercio ($1/3$) hasta menos de dos tercios ($<2/3$) de la copa de los árboles. Estas condiciones aumentan el riesgo de plagas, afectando entre el 50% y el 80% del sotobosque, brinzales y latizales.

EXTREMO: Los incendios forestales han afectado severamente más del 80% del área. Las copas de los árboles muestran soflamado entre el 66% y el 90%, indicando un daño extenso. El sotobosque, brinzales y latizales han perdido más del 80% de su cobertura, lo que revela el grave impacto de estos incendios en el ecosistema forestal.

3.3.2. Disturbios naturales

Son aquellos sitios en los cuales han sido afectados por algún fenómeno atmosférico o biológico, teniendo efectos de degradación en la funcionalidad del ecosistema, dentro de las causas de este tipo de disturbios no influye el factor antropogénico. Los subfactores que conforman el factor de “disturbios naturales” son:

3.3.2.1. Plagas y enfermedades

La degradación de un bosque por la afectación de plagas, especialmente del gorgojo del pino (*Dendroctonus* spp.) que provoca degradación en claros/parches o en áreas continuas (> 500 m² sin cobertura), reduciendo la funcionalidad del ecosistema. La unidad práctica para representar dichos disturbios es el área afectada, expresado en hectáreas. Se han definido cuatro categorías para categorizar su impacto.

SIN EVIDENCIA: No hay evidencia de efectos de plagas o enfermedades, esto significa que la degradación se debe a otro tipo de disturbio natural o antropogénico.

BAJO: Si existe evidencia de árboles infectados, en caso específico del gorgojo de pino (*Dendroctonus* spp.) existe evidencia de la fase 1¹ y fase 2² del desarrollo de la plaga; se caracteriza por ser brotes activos que necesitan un tratamiento de intervención inmediato por medio de planes sanitarios³ en áreas mayores a 36 m² de afectación.

MODERADO: Existe evidencia de la fase 1, fase 2 y fase 3 del desarrollo del gorgojo del pino (*Dendroctonus* spp.); existe mayor urgencia de intervención mediante planes sanitarios, las áreas afectadas se representan en parches o claros entre > 36 m² hasta 500 m².

EXTREMO: Existe evidencia del efecto de la fase 3⁴ del desarrollo del gorgojo del pino (*Dendroctonus* spp.), puede existir evidencia de falta de cobertura total por plagas, árboles muertos en pie o una combinación de árboles muertos en pie con árboles derribados parcial o totalmente por el viento escenarios de parches o claros, franjas o áreas continuas mayores a 36 m². En tales escenarios es prudente gestionar licencias forestales con fines de salvamento.⁵

3.3.2.2. Otros disturbios naturales

El efecto del viento o corrientes de aire en temporadas adversas de clima, provocan el derribo de árboles y por lo tanto la perturbación del ecosistema. Los deslaves son producto del deslizamiento de tierra, pueden ser ocasionados por sobresaturación del suelo en áreas desprovistas de bosque, esto causa derribo de árboles y sepulta la vegetación existente en un área. Asimismo, las inundaciones son producto del desbordamiento de una fuente de agua o exceso de escorrentía, como producto de dicho fenómeno, existe perturbación del ecosistema. También pueden existir otro tipo de disturbios, como ceniza volcánica, heladas u otras más específicas del sitio. Se han identificado ocho categorías para la evaluación.

En el caso de las inundaciones y deslaves, puede ser de utilidad apoyarse de entrevistas con el propietario o con revisión de las imágenes satelitales de forma retrospectiva.

¹ Fase 1: Grupo de árboles con grumos frescos de resina y con follaje verde, indicando que existen árboles bajo ataque o recién colonizados y con follaje verde.

² Fase 2: Grupo de árboles adyacentes a dónde se desarrolla la fase 1, consiste en un arbolado con follaje amarillento o verde limón, en dónde ya hay un desarrollo de larvas, pupas o adultos nuevos, con poca presencia de orificios de salida (emergencia).

³ Planes sanitarios: Instrumento técnico que contiene las medidas fitosanitarias a ejecutar con carácter de urgencia, con el objetivo de manejar las plagas y enfermedades forestales que afecten los bosques.

⁴ Fase 3: Conjunto de árboles con follaje rojo y que presentan gran cantidad de orificios de salida, la corteza de los árboles se desprende con facilidad.

⁵ Licencias con fines de salvamento: Es la facultad que el INAB otorga a personas individuales o jurídicas para que por su cuenta y riesgo realicen actividades silviculturales, con la finalidad de controlar o erradicar las plagas o enfermedades que afecten los bosques.

SIN EVIDENCIA DE VIENTOS: No existen árboles derribados por el viento o perturbación causada por dicho fenómeno atmosférico.

CON EVIDENCIA DE VIENTOS: Existe pérdida de cobertura forestal en forma de parches, claros, franjas, o áreas continuas sin cobertura debido al derribo de árboles por fuertes vientos, estas áreas se forman a partir de 100 m² en adelante.

SIN EVIDENCIA DE DESLAVES: No hay presencia de derrumbes o deslaves en el área del proyecto, significa que no hay pérdida de cobertura debido a ese factor.

CON EVIDENCIA DE DESLAVES: Se observan derrumbes o deslaves en el área por consecuencia de una combinación de factores como la erosión del suelo, el desmonte excesivo y las lluvias intensas que sobresaturan el suelo, todo esto provocando pérdida de cobertura forestal en áreas mayores a 100 m².

SIN EVIDENCIA DE INUNDACIONES: No existe evidencia de áreas inundadas, debido a que no existen fuentes de agua que puedan perjudicar el área de interés. Por lo tanto, no se evidencia degradación por dicho factor natural.

CON EVIDENCIA DE INUNDACIONES: Se ha observado evidencia del arrastre de material y la pérdida de cobertura en los márgenes de los ríos y riachuelos, extendiéndose desde el talud de la fuente de agua hasta distancias que pueden superar los 25 metros en cualquiera de las orillas.

SIN EVIDENCIA DE OTROS DISTURBIOS: No existen árboles derribados o áreas degradadas por otro tipo de disturbio natural como el viento, deslaves o inundaciones.

CON EVIDENCIA DE OTROS DISTURBIOS: Existe otro tipo de disturbio natural distinto al viento, deslaves e inundaciones que está provocando perturbación focalizada dentro del ecosistema.

3.3.3. Componentes de estructura

El objetivo es evaluar el estado actual de la sucesión forestal en áreas con crecimiento de bosques, formando uno o más estratos verticales. Esto se evalúa mediante los subfactores “estructura vertical” y “cobertura de copas”, que tienen como fin evidenciar la viabilidad de realizar acciones de manejo o incrementar la cobertura forestal.

Asimismo, se mide la “abundancia de especies arbóreas” y el “número de clases diamétricas” para comprender la estructura horizontal del componente arbóreo y orientar la necesidad de tratamientos silviculturales con el fin de mejorar la estructura y condiciones de competencia de los rodales.

3.3.3.1. Estructura vertical

El análisis de los estratos que conforman el componente vertical, actualmente en etapa de crecimiento, se enfoca en sus fases primarias o secundarias de sucesión ecológica. Para evaluar su efecto, se utiliza el promedio de la altura de los árboles presentes.

La parcela circular de 300 m² o 500 m² sirve como unidad de muestreo, en la cual se miden todos los árboles cuyo diámetro a la altura del pecho (DAP) supera los 5 cm, utilizando métodos indirectos como el clinómetro o el hipsómetro. Se han definido cinco categorías que determinan la estructura del componente arbóreo:

Estrato I: Presencia de plantas herbáceas, con o sin regeneración natural. Las plantas forestales están entre 0.10 m y 1.50 m de altura, incluyendo plántulas (0.10 m a <0.30 m) y brinzales (0.30 m a <1.50 m).

Estrato II: Presencia de plantas herbáceas, plántulas, y latizales bajos (individuos con altura superior a 1.5 m). Caracterizado por la regeneración natural o rebrotes, las especies arbóreas tienen alturas entre 1.5 m y 6 m.

Estrato III: Formación evidente de un bosque secundario, resultado del crecimiento y desarrollo de la regeneración natural. Cobertura forestal con una altura promedio de 6 m a 9 m en al menos el 60% de los árboles. Incluye latizales altos (DAP entre 5 cm y <10 cm) y fustales (10 cm a 15 cm).

Estrato IV: Condición de árboles dispersos por cortas selectivas, con árboles remanentes y claros de al menos 150 m² debido a perturbaciones. Puede existir regeneración natural o rebrote de tocones en áreas afectadas.

Estrato V: Abundancia de árboles con una altura promedio superior a 9 m, donde más del 60% de los árboles superan esta altura. Densidad arbórea alta, sin métodos de repoblación viables bajo el dosel. Comprende clases de desarrollo desde C2 hasta C4⁶, lo cual es típico de un escenario restaurado cuyas intervenciones serían orientadas a un “manejo de bosque natural con fines de producción” y no a un proyecto con fines de restauración.

3.3.3.2. Clases diamétricas

Es el parámetro que indica la estructura horizontal del bosque, permite diagnosticar el estado de la regeneración natural, el estado de los rebrotes, de los latizales y los fustales que conforman el bosque. Para evaluar su efecto, es necesario registrar el diámetro a la altura del pecho [DAP] de los individuos dentro de la unidad de muestreo.

ESTRUCTURA INICIAL: Se caracteriza por presentar individuos dentro de la clase diamétrica entre 5 cm hasta 10 cm de diámetro a la altura del pecho; es típico de escenarios que están en la primera fase de sucesión forestal con presencia de regeneración natural, crecimiento de rebrotes y sotobosque. La presencia de árboles remanentes y de individuos de otras clases diamétricas es de baja densidad de plantas por hectárea que no comprometen el desarrollo de plantas nuevas

ESTRUCTURA POCO DESARROLLADA: Las plantas están concentradas en clases diamétricas de 5 cm a 10 cm de DAP y > 10 cm de DAP hasta 15 cm de DAP. Es evidente la regeneración natural ya establecida y crecimiento de rebrotes en sus etapas iniciales. Pueden existir árboles remanentes en otras clases diamétricas en una baja densidad.

⁶De acuerdo con el Manual de lineamientos técnicos de manejo forestal, la clase de desarrollo C2 corresponde a bosques jóvenes, que se encuentran en el periodo de primer raleo, dónde es posible extraer subproductos como trocilla y leña; la clase de desarrollo C3 corresponde a bosques de edad media, en dónde pueden obtenerse productos como trozas, trocilla y leña; la clase C4 contempla bosques maduros y de densidad variable, con árboles maduros y de volumen alto.

ESTRUCTURA MEDIANAMENTE DESARROLLADA: Las plantas están concentradas en las primeras cuatro clases diamétricas (de 5 cm hasta 10 cm; > 10 cm hasta 15 cm; > 15 cm hasta 20 cm). Existen árboles remanentes a baja densidad.

ESTRUCTURA ALTAMENTE DESARROLLADA: Existe presencia de individuos en más de 5 clases diamétricas, lo cual es típico de un escenario restaurado cuyas intervenciones serían orientadas a un “manejo de bosque natural con fines de producción” y no a un proyecto con fines de restauración.

3.3.3.3. Abundancia de especies arbóreas

Es el parámetro que indica el arreglo mixto que se desarrolla en un bosque como producto de la sucesión ecológica o bien, el número de especies indicado para restaurar un sitio degradado en respuesta a simular las condiciones naturales en el que se desarrolla un bosque mixto.

Es necesario contabilizar y enumerar los árboles que se encuentran en la unidad de muestreo, nombre común y nombre científico para poder realizar proyecciones por unidad de área. Se han definido tres categorías para ponderar la variable.

POCA ABUNDANCIA: Rango de 0 hasta 4 géneros de especies arbóreas presentes.

MODERADA ABUNDANCIA: Rango de 5 hasta 8 géneros de especies arbóreas presentes.

ELEVADA ABUNDANCIA: Mayor a 8 géneros de especies arbóreas presentes.

3.3.3.4. Cobertura de copas.

Se considera un parámetro que permite medir la cantidad de espacio ocupado por la copa de los árboles, relaciona el ingreso de luz dentro del estrato y la posibilidad para el desarrollo de la regeneración natural, crecimiento de rebrotes y éxito de las prácticas de repoblación inducidas.

Es una variable que se expresa en porcentaje, cuyo rango se comprende entre 0% hasta 100%. La forma de registrar la cobertura de copas se detalla a continuación:

Paso 1: Tomar una fotografía en una parte representativa de la unidad de muestreo, basados en frecuencia, estructura y composición del escenario evaluado; la fotografía debe ser frontal y se registra a una altura de 1 metro sobre el suelo.

Paso 2: Accede a la aplicación desde un ordenador o un teléfono móvil ingresando a la aplicación llamada aplicación “HabitApp®”⁷ (una herramienta móvil desarrollada específicamente para medir la cobertura de copas de árboles en entornos naturales) puede acceder en el siguiente enlace: <https://scrufster.github.io/habitapp/webversion/index.html>

Paso 3: A partir de la información que genera la aplicación, se tendrá referencia de la cobertura de copas y del porcentaje de luz que ingresa al dosel, es una medida en porcentaje fácil de interpretar.

Se han definido cuatro categorías para clasificar la cobertura de copas dentro del dosel, que se detallan a continuación:

⁷En el siguiente enlace está disponible para la descarga un tutorial que ejemplifica la forma de utilizar la aplicación: <https://drive.google.com/file/d/1HVCl2XPV646yagejZcJKOe-aY1La/www/view?usp=sharing>

MUY BAJA COBERTURA: Porcentaje de copa en rangos de 0% a 15 % de cobertura.

BAJA COBERTURA: Porcentaje de copa en rangos > 15% hasta 30% de cobertura.

MODERADA COBERTURA: Porcentaje de copa en rangos > 30% hasta 45% de cobertura.

EXTREMA COBERTURA: Porcentaje de copa mayor al 45% de cobertura.

3.4. Identificación de factores secundarios de la valuación

Los factores secundarios para la valuación de la degradación son aquellos relacionados al suelo y condiciones del entorno, ya que se consideran como factores secundarios aquellos que pueden a) modificar el impacto del estado actual; y, b) el desarrollo futuro de todas las acciones de restauración que puedan implementarse.

3.4.1. Degradación del suelo

Conforma cinco subfactores que complementan la degradación arbórea, su efecto es secundario debido a que el efecto primario es la pérdida de cobertura forestal. Los subfactores que lo conforman son: erosión hídrica, profundidad efectiva, pendiente, pedregosidad y drenaje.

El subfactor denominado “erosión hídrica” tiene presencia en algunos sitios, sin embargo, su aparición es de forma dispersa o focalizada en áreas con condiciones adversas dentro del terreno, el uso de imágenes satelitales, las entrevistas de campo y recorridos dentro del área permiten realizar una identificación efectiva de tal condición.

Por el contrario, los otros cuatro subfactores de profundidad efectiva, pedregosidad, drenaje y pendiente se evalúan específicamente en las áreas desprovistas de cobertura, en claros, parches y franjas, y sitios donde se requiere implementación de prácticas de restauración.

3.4.1.1. Erosión hídrica

Es un parámetro que mide el impacto en la degradación del suelo debido a la pérdida y fragmentación del suelo por efectos de la lluvia y escorrentía; es una característica que aumenta su impacto en función del aumento de la pendiente del terreno y en función de áreas marginales donde desemboca el agua de lluvia. Se han definido dos categorías para describir su impacto.

SIN EVIDENCIA DE CÁRCAVAS: La erosión hídrica que se manifiesta en el área no provoca cárcavas.

CON EVIDENCIA DE CÁRCAVAS: Son áreas focalizadas con zanjas con dimensiones mayores a 75 cm de ancho y mayor a 75 cm de profundidad, la cual se caracteriza por carecer de las capas u horizontes superficiales. Las cárcavas se encuentran paralelas a las pendientes fuertemente inclinadas hasta extremadamente inclinadas. También existe presencia de surcos y erosión laminar.

3.4.1.2. Pedregosidad

Este factor hace referencia a la presencia significativa de fragmentos de roca o grava que interfieren con las labores de preparación del suelo, el crecimiento de raíces y el movimiento del agua en el suelo. Se han definido dos categorías para clasificar esta variable.

PEDREGOSIDAD NO LIMITANTE: Son sitios con un porcentaje de pedregosidad superficial hasta el 20% y pedregosidad interna hasta 35% dentro del perfil del suelo.

PEDREGOSIDAD LIMITANTE: Son sitios con pedregosidad superficial mayor a 20% y pedregosidad interna mayor a 35% dentro del perfil del suelo.

3.4.1.3. Drenaje

Representa una posible limitación propia del suelo, afectado por variables como la pendiente, textura, estructura del suelo; puede convertirse en un factor limitante de áreas “focalizadas” en el proceso de restauración. Para medir su impacto se han definido dos categorías:

DRENAJE NO LIMITANTE: Suelos porosos hasta con un porcentaje con alto porcentaje de arcilla, en el cual, se evidencia un escurrimiento inmediato del agua hasta sitios dónde ocurre el escurrimiento más de un día.

EXISTENCIA LIMITANTE: Suelos con alto porcentaje de arcilla, capas freáticas cerca de la superficie del suelo y pendientes suaves o planas que impiden el escurrimiento durante varios días, semanas o meses. En casos extremos de anegamiento el suelo es generalmente gris.

3.4.1.4. Pendiente

Se define como el grado de inclinación de un terreno con relación a la horizontal, este valor se expresa en tanto por ciento (%) o en grados (°). A medida que la pendiente del terreno aumente, estará propensa a limitar el desarrollo de las plantas y está relacionado al aumento de la erosión hídrica del suelo.

La metodología para medir la pendiente se basa en el uso de clinómetros, hipsómetros o métodos rústicos. Así mismo, cuando las áreas afectadas superan 2 hectáreas continuas, el análisis puede realizarse por medio del uso de sistemas de información geográfica utilizando de base el modelo de elevación digital y los rangos de pendiente descritos en el presente documento. Para medir su efecto, se han definido cinco categorías:

PLANO O LIGERAMENTE INCLINADO: Terrenos en rangos de pendiente promedio entre 0% hasta 20%.

MODERADAMENTE INCLINADO: Terrenos en rangos de pendiente promedio > 0% hasta 40%.

FUERTEMENTE INCLINADO: Terrenos en rangos de pendiente promedio > 40% hasta 60%.

MUY INCLINADO: Terrenos en rangos de pendiente promedio > 60% hasta 100%.

EXTREMADAMENTE INCLINADO: Terrenos en rangos de pendiente promedio mayores a 100%.

3.4.1.5. Profundidad efectiva

La profundidad efectiva de un suelo es el espacio en que las raíces de las plantas comunes pueden penetrar sin mayores obstáculos, en búsqueda de conseguir el agua y los nutrientes indispensables. En un suelo profundo las plantas resisten mejor a la sequía, ya que a más profundidad mayor capacidad de retención del agua. La profundidad efectiva podría convertirse en un factor adverso y limitante para las acciones de restauración que se desean implementar. Se han definido cinco categorías para determinar la profundidad efectiva del suelo.

MUY PROFUNDO: Suelos sin presencia de compactación, generalmente son suelos de textura franca, las raíces de las plantas herbáceas alcanzan profundidades mayores a 40 cm desde la superficie.

POCO PROFUNDO: Suelos con escasa presencia de compactación, pueden ser suelos de color marrón a café claro, pueden existir presencia de arcillas que limiten la disponibilidad de agua, las raíces de las plantas herbáceas alcanzan profundidades desde los 20 cm a los 40 cm.

MODERADAMENTE PROFUNDO: Suelos generalmente arcillosos, existen indicios de compactación debido a actividades de pastoreo, las raíces de las plantas herbáceas se encuentran entre 10 cm a 20 cm de profundidad.

POCA LIMITACIÓN DE PROFUNDIDAD: Suelos con presencia de capas poco endurecidas por compactación que limitan la penetración de las raíces, las cuales alcanzan una profundidad de 5 cm a 10 cm de profundidad, generalmente son suelos arcillosos.

ALTA LIMITACIÓN DE PROFUNDIDAD: Suelos con compactación extrema limitando que limita la penetración de las raíces de las plantas herbáceas en el suelo, llegando a alcanzar una profundidad máxima de 5 centímetros, puede existir presencia de pedregosidad interna en el suelo.

3.4.2. Condiciones del entorno

Hace referencia a factores externos, generalmente por efecto de la demografía o poblados cercanos al área que se pretende restaurar, ya que constituyen actividades que pueden comprometer, dañar o provocar la pérdida total de todas las acciones realizadas por los métodos de repoblación forestal existentes. Los subfactores que lo conforman son: Rutas de acceso, pastoreo y extracción menor.

3.4.2.1. Rutas de acceso

Representa la cantidad de caminos y veredas que existen dentro del sitio degradado, lo cual está relacionado a la poca vigilancia, poco control en las vías de acceso principal, y exige el aumento de monitoreo de las áreas además de inhabilitar vías de acceso con poco control. Para el efecto se han definido tres categorías:

BAJA: El acceso al terreno es mediante senderos, alejados de los caminos primarios, existen senderos que se distribuyen por toda el área afectada, sin embargo, no son clandestinos.

MODERADA: El acceso al terreno es mediante senderos, alejados de los caminos primarios, existen senderos que se distribuyen por toda el área afectada y existen senderos clandestinos que son utilizados por cazadores o personas ajenas al terreno.

ALTA: Existe un camino primario (con asfalto o terracería), existen senderos dentro del terreno y se observan rutas de acceso clandestinas, que generalmente son utilizados por cazadores o personas ajenas al terreno, se forman debido a que tratan de evitar el uso de los senderos bien diferenciados.

3.4.2.2. Pastoreo

La existencia de ganado menor o ganado mayor es una actividad que puede condicionar el proceso de sucesión ecológica como causante de la compactación del suelo, eliminación de la regeneración que conforma los primeros estadios de sucesión, apertura de caminos y daño generalizado a la vegetación existente. Para medir su efecto, se han definido tres categorías.

SIN EVIDENCIA: No existen áreas de potreros aledaños a la propiedad ni dentro de la propiedad sujeta a restauración forestal.

MODERADA: Existen áreas de potrero cercanas al área en proceso de restauración, lo cual genera un riesgo si las actividades de monitoreo, instalación o reparación de cercos no se realiza correctamente.

ALTA: Existe evidencia de huellas, estiércol y daños causados por el ganado directamente en el área que está sujeta a restauración forestal. El riesgo es alto en torno a comprometer parcial o totalmente la vegetación.

Hacen referencia un efecto posterior y permanente de degradación, que se basa en un grado de intervención de pequeña escala dirigida al recurso arbóreo, sin embargo, el efecto constante de dicha actividad condiciona y aumenta el riesgo de que las acciones de restauración no tengan éxito. Para medir su efecto, se han definido tres categorías:

SIN EVIDENCIA: No existe evidencia de extracción de leña, madera, ocote o resinas en el área.

MODERADA: Existe evidencia de extracción de leña y madera en el área sometida a procesos de restauración.

ALTA: Existe evidencia de varios puntos o sectores de extracción de leña, madera y efecto de ocoteo en árboles remanentes en el área sujeta a restauración forestal.

3.4.2.3. Entorno del terreno

Se refiere a condiciones externas de “riesgo” que pueden afectar el proceso de recuperación de un sitio sometido a restauración o comprometer su desarrollo. Se han definido cuatro categorías que están relacionados al riesgo de un proceso de restauración:

CONTIGUO A OTROS BOSQUES: El área que se pretende restaurar está rodeado total o parcialmente por bosques naturales o plantaciones, lo cual aumenta la probabilidad de recuperar sus condiciones de cobertura, estructura y ecosistémicas.

SIN BOSQUES CONTIGUOS: El área que se pretende restaurar está aislado, no tiene conectividad con otro tipo de bosques, por lo tanto, constituye una masa forestal aislada y propensa a riesgos por múltiples actividades antropogénicas.

PROXIMIDAD CON CENTROS POBLADOS: Existen centros poblados en una periferia de 2 km de distancia, aumentando el riesgo ante el efecto antropogénico.

ALEJADO DE CENTROS POBLADOS: No existen centros poblados en una periferia de 2 km de distancia, reduciendo el riesgo ante el efecto antropogénico.

3.5. Ficha para evaluar la degradación del ecosistema del bosque mixto

Todos los factores determinantes y secundarios han sido organizados en forma cronológica y con secuencia lógica, así mismo, a cada subfactor se debe asignar una calificación cualitativa y cuantitativa, además de una serie de instrucciones que pretenden mejorar la implementación de la ficha en campo.

3.5.1. Ficha y ponderación de factores para el “Estrato 1”

A continuación, se presenta el formato de la ficha para la “Evaluación de los niveles de degradación arbórea y de suelo en ecosistemas de bosque mixto de Guatemala”, en dónde se encuentra identificada la ponderación para todos los posibles subfactores que deben considerarse para que la sumatoria de la puntuación máxima sea de 100 puntos. Ver Anexo 2.

3.5.2. Ficha y ponderación de factores para el “Estrato 2”

A continuación, se presenta el formato de la ficha para la “Evaluación de los niveles de degradación arbórea y de suelo en ecosistemas de bosque mixto de Guatemala”, en dónde se encuentra la ponderación correspondiente para cada uno de los subfactores que deben considerarse para que la sumatoria de la puntuación máxima sea de 100 puntos. Ver Anexo 3.

3.6. Niveles de degradación del bosque y suelos para el ecosistema del bosque mixto

Posterior a diligenciar la ficha y ponderar cada factor y subfactor, se procede a realizar la sumatoria de la puntuación y evaluar en qué nivel de degradación se encuentra.

Tabla 4. Niveles de clasificación del estado de degradación arbórea y de suelo para el ecosistema de bosque mixto en Guatemala.

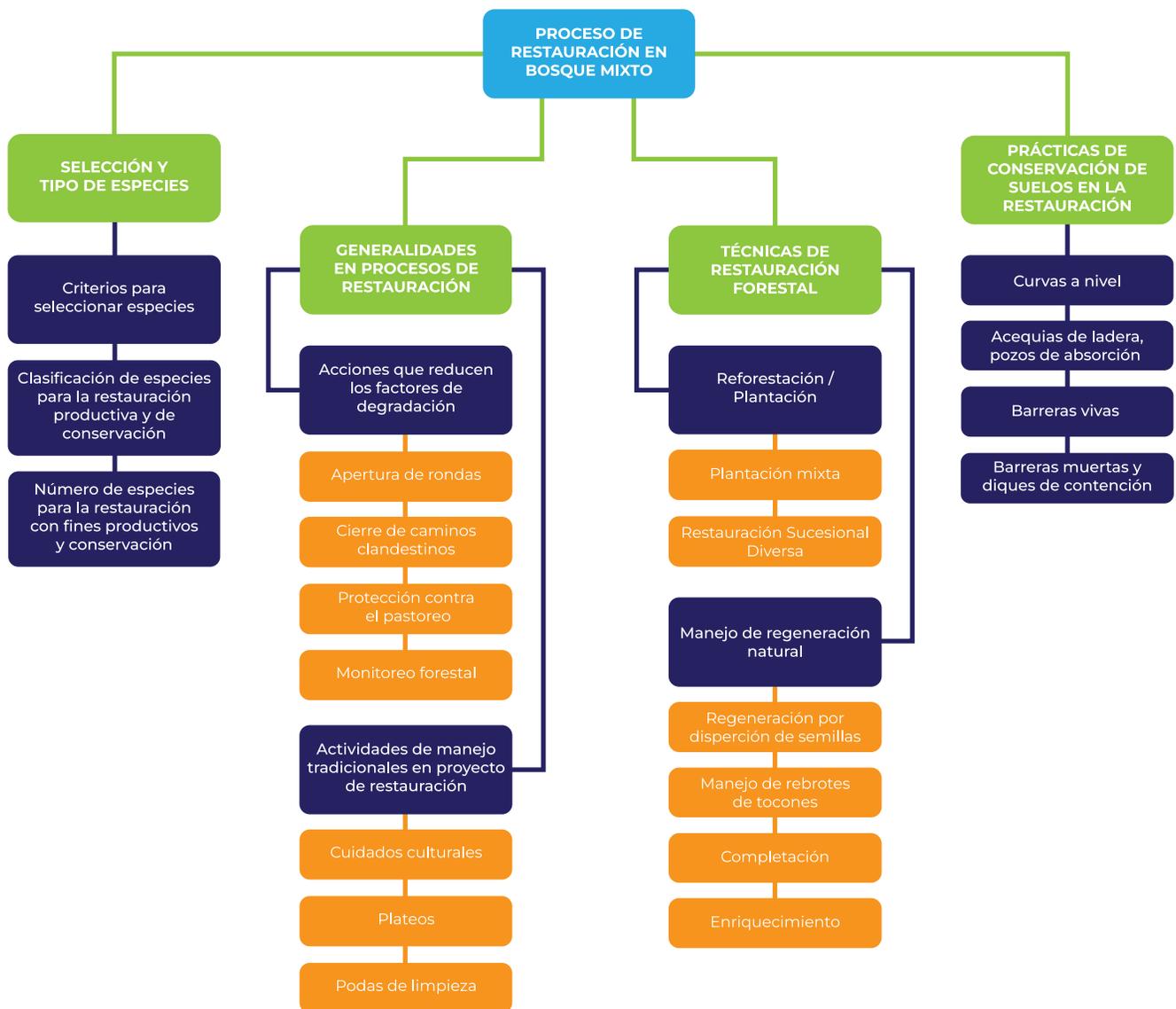
CLASIFICACIÓN DE LA MAGNITUD DE LA DEGRADACIÓN	
RANGO DE NIVELES	PUNTUACIÓN
SIN DEGRADACIÓN	< 20
DEGRADACIÓN INCIPIENTE	> 20 hasta 40
DEGRADACIÓN INTERMEDIA	> 40 hasta 60
DEGRADACIÓN SEVERA	> 60 hasta 80
DEGRADACIÓN MUY SEVERA	> 80 hasta 100

Fuente: Joel Cutzal (año 2024).

- Los niveles de degradación arbórea y de suelo son la forma numérica y categórica de representar el diagnóstico de un sitio que ha sido perturbado por diversos factores naturales o antropogénicos.
- A medida que la degradación sea más severa, existirán más acciones o esfuerzos que tienden a recuperar la cobertura forestal y al mismo tiempo implica la implementación de acciones que frenen los factores que siguen generando degradación, que puede ser efectos antropogénicos, por condiciones de suelo o condiciones del entorno.
- Conocer el nivel de degradación arbórea y de suelo nos permite priorizar áreas a intervenir, es decir, cuando existan varias áreas en evaluación, la ponderación de la magnitud de la degradación puede constituirse en un criterio para seleccionar qué áreas priorizar a corto, mediano o largo plazo.

4. Técnicas de restauración adecuadas para bosque mixto de Guatemala

Figura 5. Diagrama de lo componentes que conforman el proceso de restauración del Bosque mixto.



Fuente: Joel Cutzal (2024)

4.1. Selección y tipo de especies

4.1.1. Criterios para la selección de especies

4.1.1.1. Criterio basado en “información secundaria”

Los mapas de distribución potencial son representaciones geográficas que indican las áreas donde una especie forestal tiene condiciones ambientales favorables para crecer y desarrollarse según su ecología, independientemente de si se encuentra o no en esas áreas.

Así mismo, existen bases de datos provenientes de colecciones biológicas, así como de observaciones de campo de entidades o investigadores dedicados al estudio de la biodiversidad, tal como el “portal de la biodiversidad”. El portal, además, permite la generación de mapas, listados de especies y otros proyectos interactivos.

Tabla 5. Fuentes de información secundaria para orientar la correcta selección de especies a restaurar.

TIPO DE FUENTE DE INFORMACIÓN	ESPECIE	FUENTE → Consultar documento en:
Mapa de distribución potencial	Pinus candelillo H.E. Moore	http://portal.inab.gob.gt/images/publicaciones/PTF%20PINO%20CANDELILLO.pdf
Mapa de distribución potencial	Cupressus lusitanica Mill	http://portal.inab.gob.gt/images/publicaciones/PTF%20CIPRES%20COMUN.pdf
Mapa de distribución potencial	Pinus oocarpa Schiede ex Schtdl.	https://www.inab.gob.gt/images/documentos/tecnicos/PTF%20PINO%20OOCARPA.pdf
Mapa de distribución potencial	Aliso o llamos (Alnus jorullensis Kunth) y Pino triste (Pinus pseudostrobus Lindl.)	https://www.inab.gob.gt/images/publicaciones/Dinamica%20de%20Crecimiento%20y%20Productividad%20en%20Plantaciones.pdf
Bases de datos (Portal de Biodiversidad)	Encinos y Robles de Guatemala	https://biodiversidad.gt/portal/checklists/checklist.php?clid=53&pid=1
Bases de datos (Portal de Biodiversidad)	Coníferas de Guatemala	https://biodiversidad.gt/portal/checklists/checklist.php?clid=19&pid=1
Bases de datos (Portal de Biodiversidad)	Plantas de Guatemala	https://biodiversidad.gt/portal/checklists/checklist.php?clid=1&pid=1&dynclid=0
Mapa de distribución potencial	Otras especies de pinos y especies asociadas al bosque mixto	Consultar al departamento de Investigación Forestal de INAB

Fuente: Adaptado por Joel Cutzal (2024)

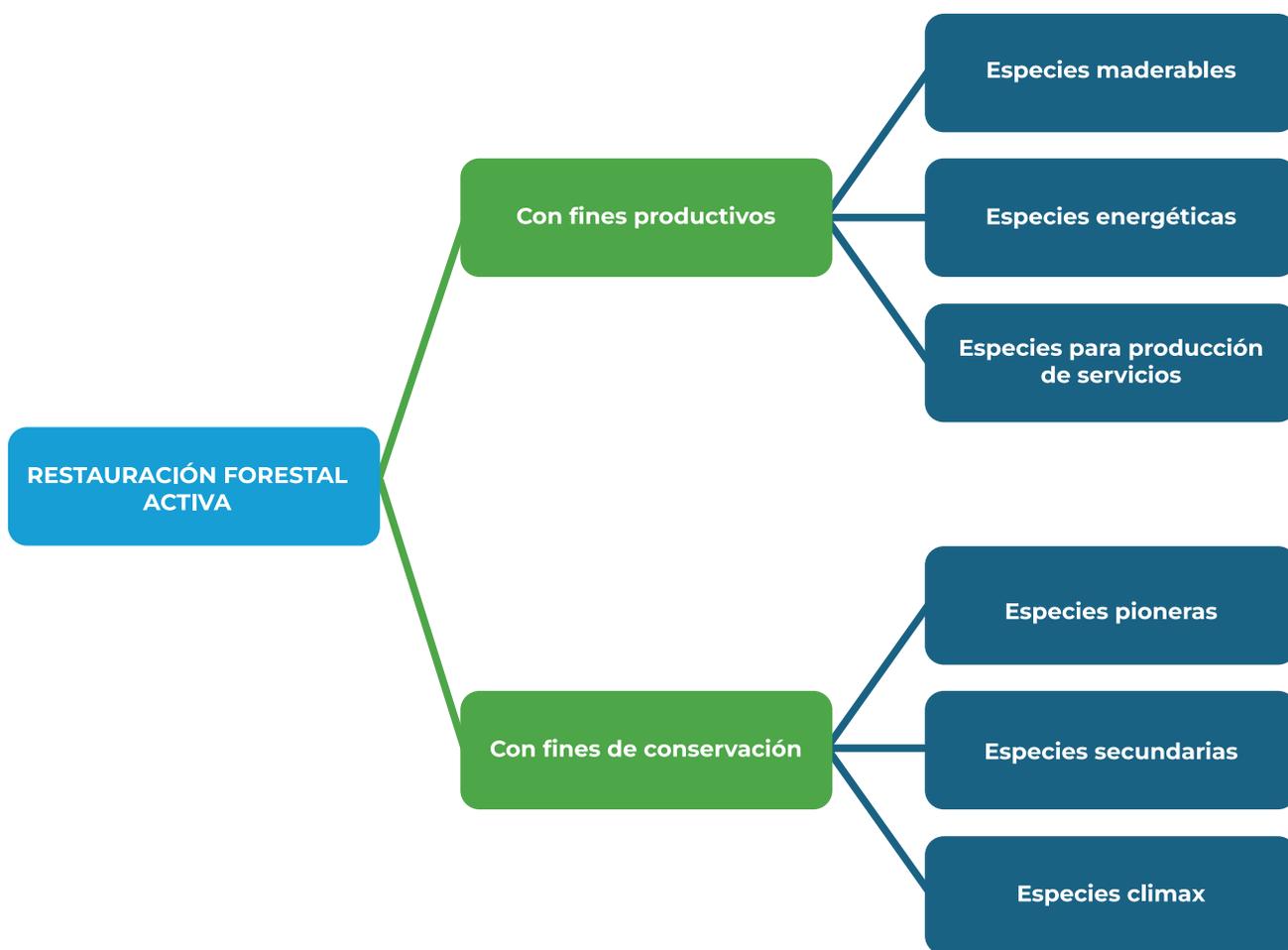
4.1.1.2. Criterio basado en “presencia del natural”

Este método práctico y útil se basa en diagnósticos, observaciones y entrevistas a residentes locales para evaluar diversas especies: maderables (pino, ciprés, liquidámbar), energéticas (encino, aliso) y nativas enfocadas en servicios ambientales.

El principio es que, si una especie está presente naturalmente, tiene alta probabilidad de adaptarse a las condiciones locales. Dado que las condiciones de suelo, pendiente, temperatura, humedad y precipitación varían en microclimas, es crucial seleccionar especies adecuadas mediante observación, experiencia de agricultores o silvicultores, y diagnósticos de áreas cercanas a las que se restaurarán.

El esquema agrupa especies según la finalidad de la restauración activa: “productiva” (obtener recursos maderables a largo plazo) y “conservación” (generar servicios ambientales o ecosistémicos sin producción maderable a largo plazo).

Figura 6. Clasificación de las especies según el tipo de restauración activa a implementar.



Fuente: Joel Cutzal (2024)

4.1.2. Clasificación de especies para la restauración activa con fines reproductivos

La restauración contempla dos enfoques, el primero con fines productivos a largo plazo y el segundo un conjunto de servicios como: provisión de recursos energéticos, conservación del germoplasma, funcionalidad y acciones que promuevan la interacción, eficiencia y equilibrio de diversidad dentro del ecosistema restaurado. A continuación, se describen tres grandes grupos de especies y su relación con los fines que tendrán dentro del ecosistema.

4.1.2.1. Especies maderables

Producen volumen de madera y troza aprovechable, son las especies con mayor valor comercial dentro del ecosistema de bosque mixto. A largo plazo se establecen con fines de garantizar cosecha futura que genere ingresos económicos y para contribuir a la conservación del germoplasma. Para fines del presente manual, son especies maderables:

Tabla 6. Listado de especies consideradas con “fines maderables” para los procesos de restauración forestal activa.

Nombres comunes	Nombre científico	IMA DAP (cm)	IMA altura (m)	Categoría de Índice de Sitio (m)
Pino candelillo	Pinus maximinoi H. E. Moore	1.10	0.69	Pésimo (8.18)
		1.34	0.98	Malo (11.65)
		1.63	1.27	Medio (15.12)
		1.94	1.54	Bueno (18.26)
		2.31	1.80	Excelente (21.40)
Pino colorado o pino de ocote	Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl.	0.74	0.47	Pésimo (5.92)
		0.98	0.77	Malo (9.67)
		1.31	1.07	Medio (13.42)
		1.55	1.25	Bueno (15.64)
		1.84	1.42	Excelente (17.86)
Pino triste o pino blanco	Pinus pseudostrobus Lindl.	1.58	0.96	Pésimo (9.71)
		2.02	1.33	Medio (13.45)
		2.42	1.60	Excelente (15.25)
Ciprés común	Cupressus lusitanica Mill.	0.79	0.42	Pésimo (6.00)
		0.98	0.65	Malo (9.25)
		1.22	0.88	Medio (12.50)
		1.42	1.03	Bueno (14.75)
		1.65	1.19	Excelente (17.00)
Liquidambar o bálsamo	Liquidambar styraciflua L.	0.41 (Toledo & García, 2024)	1.01	Único
		0.59 (Mendoza, 2015)		

Pino macho	Pinus montezumae	n/a	n/a	n/a
Pino blanco o dulce	Pinus ayacahuite	n/a	n/a	n/a
Pino de la sierra	Pinus tecunumanii	n/a	n/a	n/a

Fuente: Adaptado por Joel Cutzal (2024) de: INAB (2015), INAB (2018), INAB (2019), INAB (2020)

4.1.2.2. Especies con fines energéticos

Son ampliamente utilizadas como fuente de energía para los hogares e industria, su propósito es la comercialización y fuentes de ingreso a mediano plazo. Se caracterizan por ser especies con capacidad de rebrote de tocones, de regeneración natural, lo cual permite planificar producción escalonada de cosechas y permanencia de la cobertura forestal. Son especies nativas que tradicionalmente conforman el bosque mixto y que cumplen funciones ecosistémicas. Para fines del presente manual, se clasifican como especies energéticas las siguientes:

Tabla 7. Listado de especies consideradas con “fines energéticos” para los procesos de restauración forestal activa.

Nombres comunes	Nombre científico	IMA (DAP)	IMA (Altura)	Fuente
No se registra	Quercus bumelioides Liebm.	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
No se registra	Quercus lancifolia Schltld. & Cham.	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
No se registra	Quercus pacayana C.H. Mull	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
Encino sunuj	Quercus acatenangensis Trel.	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
Encino sical	Quercus acutifolia Née	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
Encino, roble	Quercus benthamii A. D.C.	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
No se registra	Quercus calophylla Schltld. & Cham.	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
Masket, patán, col	Quercus crassifolia Bonpl.	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
Encino	Quercus flagellifera Trel.	n/a	n/a	Rodas et al., 2018
No se registra	Quercus purulhana Trel.	0.01	0.91	Recopilados en Mina Escobal, 2023
Roble, encino, xacoy	Quercus sapatifolia Liebm.	0.01	0.91	Recopilados en Mina Escobal, 2023
Encino amarillo	Quercus segoviensis Liebm.	0.90	0.49	Donis, 2023
Roble negro	Quercus peduncularis Née	0.90	0.49	Donis, 2023

Nombres comunes	Nombre científico	IMA (DAP)	IMA (Altura)	Fuente
Chicharro, encino	Quercus skinneri Benth.	0.90	0.49	Donis, 2023
Encino de la herradura, machichi	Quercus tristis Liebm.	0.90	0.49	Donis, 2023
No se registra	Quercus rugosa (Masam.) J.C. Liao	0.90	0.49	Donis, 2023
No se registra	Quercus cortesii Liebm.	0.90	0.49	Donis, 2023
Aliso	Alnus jorullensis Kunth	1.33	0.90	INAB, 2015

Fuente: Rodas et al., 2018, INAB 2015, Donis 2023 y recopiladas en mina Escobal 2024.

4.1.2.3. Especies con fines de producción de servicios

Son una serie de especies nativas cuyo interés principal no es atribuible a la extracción de madera o leña, sino ser responsables de incrementar la diversidad arbórea de un escenario en proceso de restauración, brindar alimento y albergue a las aves, refugio de la fauna, especies melíferas y conservación del germoplasma natural. Para fines del presente manual, se clasifican como especies con servicios ecosistémicos las siguientes:

Tabla 8. Listado de especies consideradas con “fines de producción de servicios” para los procesos de restauración forestal activa.

Nombres comunes	Nombre científico	Método de propagación	Función ecológica
Cedro de montaña	Cedrela tonduzii	Reproducción sexual por semillas	Alimento y refugio
Zapotillo, Escobo	Clethra pachecoana	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio y protección
Guachipilín	Diphysa americana	Reproducción sexual por semillas y asexual por esquejes	Melífera, fijación de nitrógeno, forrajera, medicinal y protección
Ilamo amarillo	Frangula capreifolia	Reproducción sexual por semillas	Alimento para aves, medicinal, energético y protección
Fresno	Fraxinus excelsior	Reproducción sexual por semillas	Energético, medicinal, agricultura, sombra de café, fijación de nitrógeno y protección
Palo de pote, Cajete	Heliocarpus appendiculatus	Reproducción sexual por semillas	Melífera, fibra para cuerdas, energético, medicinal, agricultura y protección

Nombres comunes	Nombre científico	Método de propagación	Función ecológica
Nogal	Juglans olanchana	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio, energético, maderable y sombra de café
Sare, Quebracho blanco, Sare negro, Cacagüite, Cacahuite, Guaje, Sicaguite	Lysiloma aurita	Reproducción sexual por semillas	Energético, sombra de café, agricultura y protección
Palo ladino, Duraznillo, Palo de hierro	Ostrya virginiana	Reproducción sexual por semillas	Alimento, energético, melífera, forraje, ornamental y protección
Taxiscobo, Tzaj, Tatascán, Tatascame	Perymenium grande	Reproducción sexual por semillas	Alimento, energético, melífera, forraje, ornamental y protección
Palo de zope, Zopilote, Zopilocuabo	Piscidia grandifolia	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio, energética, medicinal, forrajera y protección
Sauco blanco, Sauco	Sambucus canadiensis	Reproducción sexual por semillas y asexual por esquejes	Melífera, alimento, forrajes, energético, medicinal y protección.
Capulín negro, Capul, Capulín	Trema micrantha	Reproducción sexual por semillas	Melífera, refugio, alimento, energético, medicinal, agricultura y protección
Yaje, Sarespino, Acacia, Algarrobo, Espino, Espino blanco	Vachellia pennatula	Reproducción sexual por semillas y asexual por esquejes	Alimento, melífera, agricultura, forraje, fijadora de nitrógeno y protección.

Fuente: Standley 1958, Véliz et. al 2007, Rodríguez et. al 2020, Rodas et. al 2018, INAB 2021, López 2004, García 1998, Pennington et. al 2005.

4.1.3. Clasificación de especies para restauración activa con fines de conservación

Cerca de fuentes de agua y en terrenos con pendientes superiores al 90%, las leyes de Guatemala recomiendan la reforestación y recuperación con especies nativas. Esto mejora la funcionalidad ecosistémica y conserva el germoplasma, ya que legalmente no se permite el manejo forestal en estas áreas. Dentro del enfoque de restauración activa con fines ecosistémicos, las especies se agrupan según diferentes conceptos.

4.1.3.1. Especies pioneras

Son especies oportunistas y demandantes de luz, pertenecen al gremio ecológico de plantas heliófitas, son las que predominan en áreas de claros. Tienen las tasas de crecimiento más altas, son capaces de producir alta biomasa, su copa es angosta y son poco longevas (Sánchez, Dirzo y Balcázar, 1999).

Tabla 9. Listado de especies pioneras en el proceso de sucesión ecológica del bosque mixto.

Nombres comunes	Nombre científico	Método de propagación	Función ecológica
Zapotillo	Clethra pachecoana	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio y protección
llamo amarillo	Frángula capreifolia	Reproducción sexual por semillas	Alimento para aves, medicinal, energético y protección
Fresno	Fraxinus excelsior	Reproducción sexual por semillas	Energético, medicinal, agricultura, sombra de café, fijación de nitrógeno y protección
Palo de pote, Cajete	Heliocarpus appendiculatus	Reproducción sexual por semillas	Melífera, fibra para cuerdas, energético, medicinal, agricultura y protección
Yaje, Sarespino, Acacia, Algarrobo, Espino, Espino blanco	Vachellia pennatula	Reproducción sexual por semillas y asexual por esquejes	Alimento, melífera, agricultura, forraje, fijadora de nitrógeno y protección.
Palo ladino, Duraznillo, Palo de hierro	Ostrya virginiana	Reproducción sexual por semillas	Alimento, energético, melífera, forraje, ornamental y protección
Taxiscobo, Tzaj, Tatascán, Tatascame	Perymenium grande	Reproducción sexual por semillas	Alimento, energético, melífera, forraje, ornamental y protección
Sauco blanco, Sauco	Sambucus canadensis	Reproducción sexual por semillas y asexual por esquejes	Melífera, alimento, forrajes, energético, medicinal y protección.
Capulín negro, Capul, Capulín	Trema micrantha	Reproducción sexual por semillas	Melífera, refugio, alimento, energético, medicinal, agricultura y protección
Mano de león, mano de tigre, mazorca, matagente y cacho de venado.	Oreopanax xalapensis	Reproducción sexual por semillas	Melífera, alimento, forraje, energético y protección
Cerezo negro, Capulín	Prunus serotina	Reproducción sexual por semillas	Melífera, alimento, refugio, medicinal, energético y protección
Canac, Mano de mico, Árbol de las manitas, Mano de león, Tayuyo, Majagua	Chiranthodendron pentadactylon	Reproducción sexual por semillas	Alimento para aves, refugio, medicinal, agricultura y protección

Ilamo o Aliso	<i>Alnus jorullensis</i>	Reproducción sexual por semillas	Energético, fijación de carbono, medicinal y protección
Sauce amargo, Sauce chileno	<i>Salix humboldtiana</i>	Reproducción sexual por semillas	Energético, refugio, medicinal y protección

Fuente: Standley 1958, Véliz et. al 2007, Rodríguez et. al 2020, Rodas et. al 2018, INAB 2021, López 2004, García 1998, Pennington et. al 2005.

4.1.3.2. Especies secundarias

Se caracterizan por ser especies heliófitas, con mayor longevidad que las pioneras, la mayoría de dichas especies son incapaces de regenerar bajo su propia sombra. Son especies con tasas de crecimiento intermedio, fuste recto y tienen usos maderables (Guariguata y Ostertag, 2002).

Tabla 10. Listado de especies secundarias en el proceso de sucesión ecológica del bosque mixto.

Nombres comunes	Nombre científico	Método de propagación	Función ecológica
Guachipilín	<i>Diphysa americana</i>	Reproducción sexual por semillas y asexual por esquejes	Melífera, fijación de nitrógeno, forrajera, medicinal y protección
Nogal	<i>Juglans olanchana</i>	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio, energético, maderable y sombra de café
Pino candelillo, Pino hembra	<i>Pinus maximinoi</i> H. E. Moore	Reproducción sexual por semillas	Construcción, maderable, energético, resina para fabricación de aguarrás
Pino de ocote, Pino rojo, Pino colorado	<i>Pinus oocarpa</i> Schiede ex Schltld.	Reproducción sexual por semillas	Construcción, maderable, energético, madera impregnada y resina para fabricación de aguarrás
Pino triste, Pino blanco, Pino lacio	<i>Pinus pseudostrobus</i> Lindl.	Reproducción sexual por semillas	Construcción, maderable, energético, resina para fabricación de aguarrás
Ciprés común	<i>Cupressus lusitanica</i> Mill.	Reproducción sexual por semillas	Construcción, maderable, energético, cortinas rompevientos y medicinal
Liquidámbar, árbol del ámbar, ocozol y liquidámbar americano	<i>Liquidambar styraciflua</i> L.	Reproducción sexual por semillas	Construcción, maderable, energético, cortinas rompevientos y producción de resina

Pino macho	<i>Pinus montezumae</i>	Reproducción sexual por semillas	Construcción, maderable, energético y producción de resina
Pino blanco o dulce	<i>Pinus ayacahuite</i>	Reproducción sexual por semillas	Construcción, maderable, energético, árboles navideños y producción de resina
Pino rojo, Pino Tecún Umán	<i>Pinus tecunumanii</i>	Reproducción sexual por semillas	Construcción, maderable, energético, madera tratada, artesanías y celulosa para papel

Fuente: Standley 1958, Véliz et. al 2007, Rodríguez et. al 2020, Rodas et. al 2018, INAB 2021, López 2004, García 1998, Pennington et. al 2005.

4.1.3.3. Especies clímax

Son plantas que pueden germinar y crecer en condiciones limitadas de recursos, desde el contexto ecológico, son especies que indican la etapa final y estable que alcanza una comunidad vegetal después de una sucesión ecológica. En la práctica, se les asocia a aquellas especies de tasas de crecimiento bajas y que están en riesgo de extinción, o bien, su existencia es cada vez más limitada. Para fines del presente manual, se denominarán especies mixtas las siguientes (Sistematización de experiencias, 2024).

Tabla 11. Listado de especies clímax en el proceso de sucesión ecológica del bosque mixto.

Nombres comunes	Nombre científico	Método de propagación	Función ecológica
Cedro de montaña	<i>Cedrela tonduzii</i>	Reproducción sexual por semillas	Alimento y refugio
Palo de zope, Zopilote, Zopilocuabo	<i>Piscidia grandifolia</i>	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio, energética, medicinal, forrajera y protección
Yaje, Saespino, Acacia, Algarrobo, Espino, Espino blanco	<i>Vachellia pennatula</i>	Reproducción sexual por semillas y asexual por esquejes	Alimento, melífera, agricultura, forraje, fijadora de nitrógeno y protección.
Encino sical	<i>Quercus acutifolia</i> Née	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio, maderable, energético y protección
Encino, roble	<i>Quercus benthamii</i> A. D.C.	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio, maderable, energético, tintes y protección
Encino colorado, Roble, Masket, Patán, Encino Huaje	<i>Quercus crassifolia</i> Bonpl.	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio, energético, celulosa para papel y protección

Encino blanco	Quercus purulhana Trel.	Reproducción sexual por semillas	Alimento para fauna, energético y protección
Encino Rojo, Roble, Xacoy	Quercus sapotifolia Liebm.	Reproducción sexual por semillas	Alimento, refugio, energético y protección
Encino, Encino blanco, Pitán, Roble, Thus, Zinuh	Quercus peduncularis Née	Reproducción sexual por semillas	Alimento para fauna, refugio, energético, medicinal, tintes y protección
Chicharro, Encino, Caucho	Quercus skinneri Benth.	Reproducción sexual por semillas	Alimento para fauna, refugio, artesanías, energético y protección.
Roble, Encino, Encino avellano	Quercus rugosa (Masam.) J.C. Liao	Reproducción sexual por semillas	Alimento para fauna, refugio, energético, maderable, medicinal y protección

Fuente: Standley 1958, Véliz et. al 2007, Rodríguez et. al 2020, Rodas et. al 2018, INAB 2021, López 2004, García 1998, Pennington et. al 2005.

4.1.4. Especies adaptadas a condiciones adversas para restauración activa con fines productivos o de conservación

En los sitios potenciales a restaurar, generalmente existen áreas con condiciones limitantes para el desarrollo de la mayoría de las especies, sin embargo, existe un número selecto de especies que se adaptan a condiciones desfavorables, ya que han desarrollado resistencia, lo que permite aumentar la cobertura forestal en áreas con condiciones desfavorables.

Tabla 12. Listado de especies potenciales “adaptadas a condiciones limitantes” para los procesos de restauración forestal activa.

Nombres comunes	Nombre científico	Rasgos de adaptación	Fuente
Sarespino	Bachellia pennatula	Se adapta a condiciones de pedregosidad y poca profundidad efectiva, se observa como especie pionera en áreas con suelos jóvenes o con un solo horizonte fértil. Es común en áreas del boque mixto muy cercanas a condiciones secas, por ejemplo: el bosque mixto ubicado en suroriente.	Sistematización de experiencias (2024)
Zope	Piscidia grandifolia	Se adapta a condiciones de pedregosidad y poca profundidad efectiva, se observa como especie pionera en áreas con suelos jóvenes o con un solo horizonte fértil. Es común encontrarlos por debajo de 1800 msnm hasta 1400 msnm.	Sistematización de experiencias (2024)

Yaje	Lysiloma aurita	Se adapta a condiciones limitantes de suelo, terrenos pedregosos, con poca profundidad efectiva, se observa como especie pionera en los bosques mixtos que se encuentran ubicados cerca de regiones secas.	Sistematización de experiencias (2024)
Guachipilín	Diphisa americana	Se adapta a condiciones de pedregosidad, crece en pequeños espacios entre las piedras; tolera las sequías y los vientos.	Sistematización de experiencias (2024)
Sauce	Salix chilensis	Se adapta a condiciones de anegamiento, mal drenaje y áreas de ribera de río, es la especie con mejor capacidad de adaptación a condiciones de exceso de humedad en el ecosistema de bosque mixto.	Sistematización de experiencias (2024)
Sauco	Sambucus nigra L.	Se adapta a condiciones de alta pendiente e incluso en taludes, es tolerante a las heladas (potencial para utilizar en áreas cercanas a zonas de transición de mayor altitud m.s.n.m.). Se adapta a suelos calcáreos y pedregosos.	Grajales, BM; Botero MM; Ramírez JF.
Zapotillo	Clethra mexicana	Se adapta a condiciones de altas pendientes o taludes, es heliófita y pionera en sitios pendientes mayores al 100%.	Sistematización de experiencias (2024)

Fuente: adaptado por Joel Cutzal (2024) de sistematización de experiencias (2024).

4.1.5. Número de especies para la restauración

4.1.5.1. Número de especies para restauración activa con fines productivos

Para fines de restauración en áreas productivas (sitios alejados 25 metros de cada lado de fuentes de agua, sitios alejados a 50 metros de radio de nacimientos de agua, sitios con pendientes < a 90% de inclinación promedio) se deberá considerar un número mínimo de **cuatro géneros botánicos**⁸ de la siguiente forma:

- Al menos un género de especies con fines maderables.
- Al menos un género de especies con fines energéticos.
- Al menos do géneros de especies con fines de servicios ecosistémicos.

⁸ Unidad de clasificación que agrupa a varias especies emparentadas, y se ubica entre la familia y la especie

4.1.5.2. Número de especies para restauración activa con fines ecosistémicos

Cuando se tienen áreas cercanas a fuentes de agua, de acuerdo con las Leyes de Guatemala y terrenos con pendientes elevadas > 90%, es conveniente repoblar o implementar métodos que conlleven la recuperación con especies nativas, con enfoque a mejorar la funcionalidad ecosistémica y conservación de germoplasma, considerando que, en dichas áreas, desde la perspectiva legal, no es viable planificar manejo forestal a futuro. Para el efecto, el arreglo es el siguiente.

- De dos a tres especies de plantas pioneras.
- Al menos dos especies de plantas secundarias.
- Al menos tres especies de plantas clímax.

4.2. Manejo generalizado en los procesos de restauración del bosque mixto

4.2.1. Acciones que reducen los factores de degradación

Para frenar o revertir el deterioro ecosistémico causado por los factores de degradación, es fundamental implementar acciones estratégicas dentro de un enfoque integral.

4.2.1.1. Apertura de rondas

Para reducir el riesgo de incendios forestales, es fundamental eliminar la vegetación en el perímetro de la zona boscosa. Según INAB (2017), las rondas cortafuegos deben tener un ancho mínimo de tres metros y extenderse alrededor del área. Dependiendo de la vulnerabilidad a incendios, el ancho puede aumentar hasta cinco metros. En áreas mayores a 15 hectáreas, se recomiendan rondas internas de tres metros, que pueden reemplazarse por elementos naturales o contruoidos, como ríos, arroyos, muros de piedra y caminos.

La vegetación por retirar incluye herbáceas, latizal bajo y alto, evitando fustales (eliminar plantas con DAP menor a 10 cm). La mejor época para establecer y mantener las rondas cortafuegos es al inicio de la temporada seca, entre noviembre y diciembre, para facilitar las labores y reducir costos.

Figura 7. Proceso de elaboración de rondas.



Identificación del perímetro del terreno de interés



Reducción de la altura de vegetación herbácea (chapea)



Ronda cortafuegos completada



Eliminación de la vegetación herbácea y leñosa menor a 10 cm

Referencia: Toño Pizote (Fuego CRC). Ilustración: Sandy Revolorio.

4.2.1.2. Cierre de caminos secundarios

Los caminos secundarios son formados a través del tiempo debido al paso de transeúntes, La presencia de caminos secundarios expone los suelos, haciéndolos vulnerables a la erosión laminar; sin embargo, la mayor contribución consiste en restringir el paso de transeúntes, lo que ayuda a minimizar los impactos negativos derivados de la actividad humana, tales como: *tala ilícita, caza, pesca, incendios forestales, deposición de desechos sólidos y otras actividades que alteran el flujo ecosistémico de los bosques*. Algunas acciones para el cierre de caminos secundarios son:

- Obstaculización con postes y alambre de púas en el inicio de las veredas
- Reforzar la circulación del perímetro, especialmente en áreas frágiles
- Plantar con especies de sotobosque y con especies forestales la vereda principal
- Plantar especies urticantes y con espinas en áreas frágiles y más vulnerables.
- Mayor monitoreo, diálogos y organización con vecinos o colindantes

Figura 8. Actividades que se restringen con el cierre de caminos secundarios.



Fuente: Banco de imágenes Vecteezy.com

4.2.1.3. Monitoreo forestal

Consiste en la integración de un conjunto de técnicas, metodologías y herramientas en un proceso continuo de observación, evaluación de la salud y el estado de los bosques.

El monitoreo forestal aborda tres fenómenos principales: plagas y enfermedades, incendios forestales y control de actividades ilícitas. El INAB (2017) establece que un adecuado monitoreo debe contemplar un adecuado programa de capacitación y sistematización de registros.

Sistematización de registros:

- Procedencia de material genético
- Caracterización del sitio
- Anomalías detectadas
- Medidas de acción implementadas
- Cronograma de actividades silviculturales

4.2.2. Actividades de manejo tradicionales en proyectos de restauración

4.2.2.1. Cuidados culturales

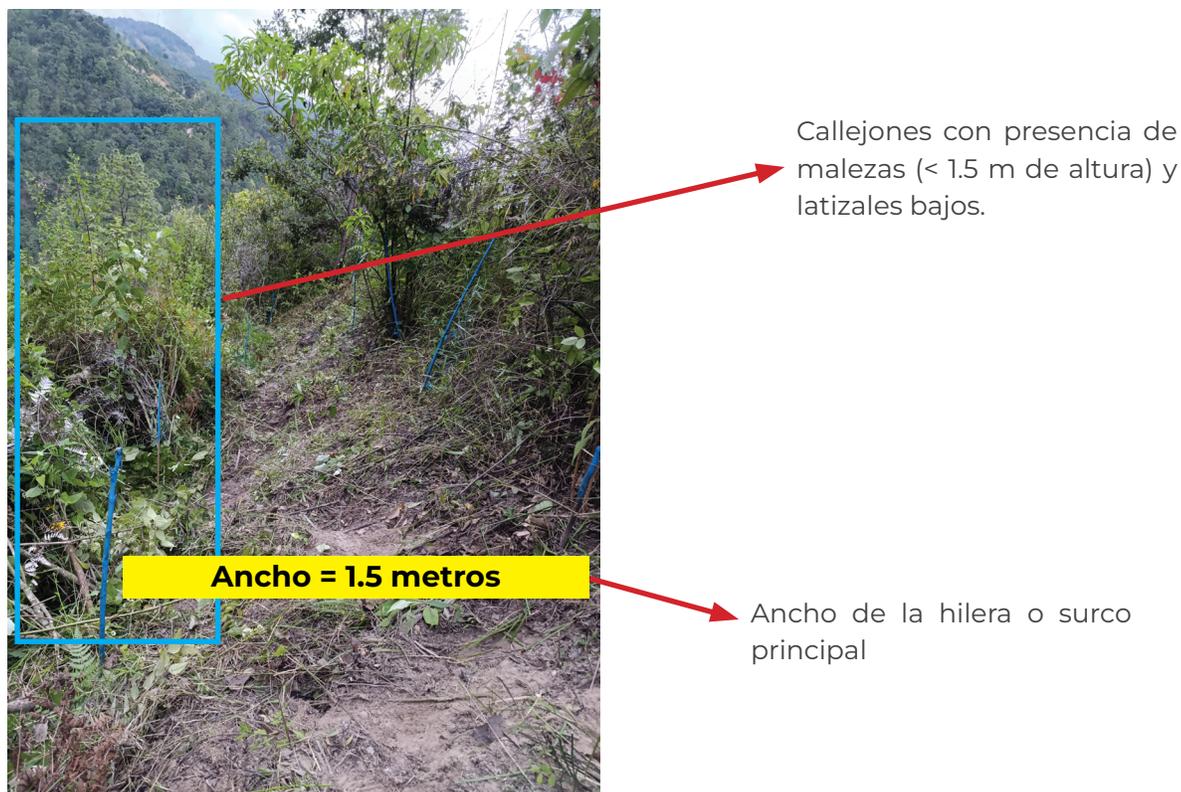
4.2.2.1.1. Chapeo en franjas

Es un modelo de limpieza que tiene tres beneficios directos: a) habilitación y limpieza del surco principal en el cuál la planta está creciendo; b) Reducción de la pérdida de suelo por erosión hídrica considerando que más del 50% de las malas hierbas no se cortan a nivel de suelo, formando barreras vivas; c) Reducción de costos de mantenimiento de cualquiera de las acciones de repoblación.

Debido al crecimiento inicial de las especies forestales, es necesario planificar tres “chapeos en franjas” los primeros dos años y a partir del tercer año se pueden planificar dos “chapeos en franjas” en el año. Para el efecto, considerar el siguiente procedimiento.

- Es una técnica adecuada para aquellas áreas que tienen marcos de plantación amplios, por ejemplo: 4 m * 4 m; 3.5 m * 3.5 m; 3 m * 3 m, etc.
- La técnica se ajusta para garantizar la supervivencia de las plántulas establecidas en los procesos de enriquecimiento o completación.
- Se identifica el surco principal (hilera), en el cual se realiza un chapeo total en un ancho aproximado de 1.50 metros.
- La maleza que queda en los callejones será sujeta a un chapeo menos intensivo, garantizando que la vegetación o malezas tengan una altura máxima de 1.5 metros de altura.
- Los latizales bajos y latizales altos no deberán ser eliminados de los callejones, únicamente se deberán realizar podas de formación, dando prioridad a que ingrese luz a las plantas en estado de crecimiento.
- La actividad deberá realizarse hasta que los árboles alcancen alturas mayores a 6 metros, considerando que ya existirá mayor cierre de copas y menos riesgo de competencia por luz y nutrientes.

Figura 9. Limpieza en callejones previo a realizar acciones de restauración.



Fuente: Joel Cutzal (2024)

Tabla 13. Costos y calendarización de las limpieas en callejones.

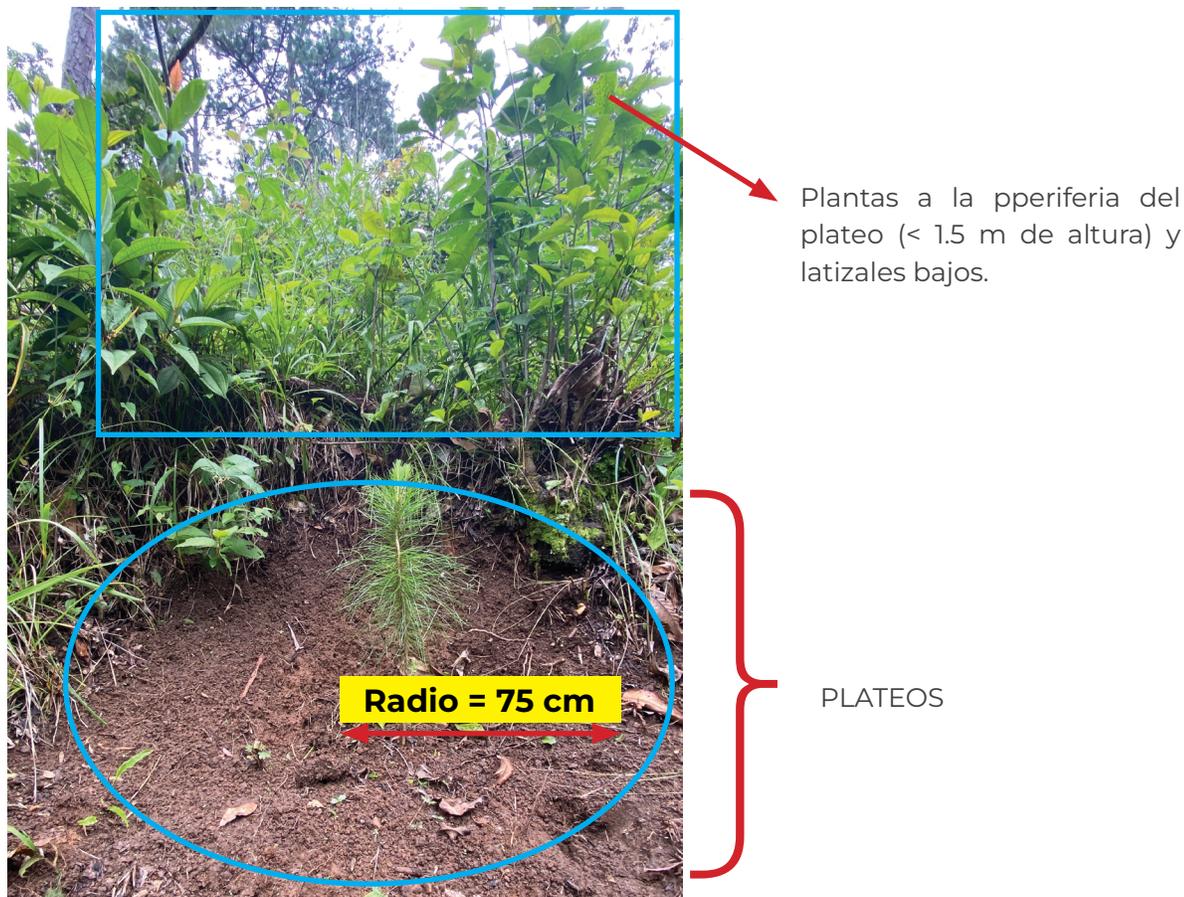
Meses	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5 y 6
JUNIO	X	X	X	X	X
SEPTIEMBRE	X	X			
NOVIEMBRE	X	X	X	X	X
COSTOS Y RENDIMIENTO	<p>El rendimiento promedio del “chapeo en surcos” equivale a 1 hectárea por día realizada por 6 trabajadores.</p> <p>El costo de cada limpia está entre el rango de Q 900.00 hasta Q 1,050.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región).</p>				

Fuente: INAB (2019) y sistematización de experiencias 2024.

4.2.2.1.2. Plateos

Consiste en eliminar la competencia más cercana al árbol por medio de eliminación de maleza (utilizando machete) con el objeto de despejar el suelo removiendo las plantas desde la raíz, en un radio de 75 cm a partir de la base del tallo del árbol (con azadón).

Figura 10. Ejemplo de la aplicación de plateos en plantas entre 1 y 2 años.



Fuente: Joel Cutzal (2024)

La práctica de los plateos implica las siguientes acciones:

- Es una técnica adecuada para aquellas áreas en las cuales no existe un patrón de distribución homogéneo, especialmente en escenarios de regeneración natural, dónde la limpieza de las plántulas, brinzales o latizales bajos es focalizada, ya que las plantas se encuentran dispersas.
- Se realiza una limpieza y raspado (a flor de tierra) de 75 cm de radio alrededor de la base de la planta.
- La limpieza está dirigida específicamente al cuidado de las plantas, sin embargo, en suelos fértiles, la maleza que esta contigua al plateo tiende a desarrollarse, por lo cual, se deberán alternar chapeas al contorno de la planta y del plateo, para que la vegetación no supere una altura máxima de 1.5 metros.
- Los latizales bajos y latizales altos que están contiguos a la planta + plateo, no deberán ser eliminados, únicamente se deberán realizar podas de liberación, dando prioridad a que ingrese luz a las plantas en estado de crecimiento.
- Despejar el suelo eliminando las plantas desde la raíz permite que la maleza crezca menos agresiva, lo cual es beneficioso debido a que se reduce el número de limpieas al año.
- La actividad deberá realizarse hasta que los árboles alcancen alturas mayores a 6 metros, considerando que ya existirá mayor cierre de copas y menos riesgo de competencia por luz y nutrientes.

- Los plateos reducen la competencia directa de malezas con la planta, reducen la presencia de enredaderas que agobien la planta y facilita las actividades de chapeo en los callejones, debido a que aumenta la visibilidad de la ubicación de la planta, eliminando el riesgo de corte por chapeo.

ÉPOCA Y FRECUENCIA: Se realizan dos plateos al año, el primero en los meses de mayo o junio y el segundo en los meses de octubre o noviembre.

COSTOS Y RENDIMIENTO: Un jornal realiza aproximadamente 120 a 150 plateos en un día laboral ordinario (8 horas), considerando horas efectivas (sin considerar el traslado al campo).

4.2.2.1.3. Podas de limpieza

Consiste en la eliminación de ramas basales de plantas con aproximadamente 2 m hasta 3 m de altura. Se eliminan las ramas en una longitud de 75 cm hasta 100 cm a partir de la base de la planta. La actividad se realiza para evitar que las malezas de tipo enredaderas condicionen el crecimiento de las plantas, reduciendo la mortandad y el agobio provocado por este tipo de plantas.

4.3. Técnicas de reforestación forestal

A continuación, se expone el resultado de la búsqueda de información secundaria y primaria, en la cual, se exponen los modelos de restauración identificados y que actualmente se aplican en Guatemala y que convienen al desarrollo del bosque mixto:

Principales modelos de restauración forestal

Reforestación “estrato 1”:

- Reforestación / plantación mixta
- Restauración sucesional diversa

Regeneración natural “estrato 2”:

- Dispersión de semillas
- Manejo de rebrote de tocones
- Completación /enriquecimiento

4.3.1. Modelos de restauración con fines productivos en el Estrato No. 1

Consiste en poblar de árboles un terreno altamente perturbado, que actualmente no cuenta con cobertura forestal o que tienen árboles dispersos (remanentes) que no superan 4 m² de área basal por hectárea, típico escenario del “ESTRATO No. 1”.

En esta condición, no existe regeneración natural o es muy escasa, siendo la actividad principal las actividades de reforestación, permitiendo un arreglo espacial y diseño ideal del modelo de restauración forestal activa con fines productivos.

4.3.1.1. Modelo de reforestación/plantación mixta

4.3.1.1.1. Selección de la planta y cantidad:

En búsqueda de una restauración activa, considerar las siguientes recomendaciones:

- Seleccionar especies nativas o naturalizadas con procedencia de viveros cercanos al lugar que se desea reforestar, evitando el estrés de la planta por el transporte.
- Por regla general las plantas deben ser vigorosas, de color verde, con tallos firmes, erguidos, sin evidencia de plagas o enfermedades y sin daños físicos provocados por el transporte y de 25 a 35 centímetros de altura.
- Realizar un control de calidad de las plantas previo a transportarlas del casco de la finca al terreno, considerando que no todas las plantas transportadas irán a campo definitivo.
- Considerar la compra del 5% a 10% de planta adicional, previendo pérdidas en el transporte y la supervivencia en campo.
- Las plantas que tienen exceso de raíz pueden podarse con tijeras de jardín previamente desinfectadas y si la planta tiene capacidad de rebrote y superan 40 cm de altura, puede aplicarse una poda de follaje para evitar daños por transporte

4.3.1.1.2. Habilitación del sitio

Consiste en realizar un chapeo en franjas (con machete, motoguadaña u otra herramienta) una semana antes de realizar la reforestación, un día previo o el mismo día; el objetivo será eliminar las plantas herbáceas en un ancho de 1.5 metros, el cual se denomina “surco principal o hilera”.

Así mismo, es necesario realizar podas a los árboles remanentes que puedan existir (cuando aplique), y no se deberá eliminar aquellos latizales bajos y latizales altos de especies nativas que ya están adaptadas a las condiciones.

Los callejones son espacios de 2 metros aproximados que existe entre cada uno de los surcos principales o hileras, estos deberán conservar la cobertura de plantas herbáceas y deberán ser manejadas para que no superen 1.5 metros de altura y que comprometan el desarrollo de las plántulas que se pretenden establecer.

COSTOS Y RENDIMIENTO: Se habilita 1 hectárea de terreno con 6 trabajadores en un día, con un costo que puede variar entre Q 900.00 hasta Q 1,050.00 por hectárea (el costo puede variar de acuerdo con el valor del jornal en cada región).

4.3.1.1.3. Trazo, diseño y estaquillado

Actividad considerada para definir un espaciamiento adecuado entre cada planta. De forma general se realiza siguiendo tres pasos.

- Ubicarse en el centro del polígono y trazar 4 líneas en cuatro direcciones, separadas a 90° cada una (4 puntos cardinales), la longitud de la línea será de 3.5 metros, colocando una estaca de referencia al final de los 3.5 metros.
- Se coloca una rafia a partir del centro, siguiendo la estaca de referencia colocada previamente a 3.5 metros hasta llegar al extremo del polígono, donde se colocará otra estaca para dejar fija la

rafia. La rafia deberá estar marcada a la distancia que se haya definido, de esta forma se dividirá el terreno en 4 cuadrantes.

- A continuación, una persona coloca estacas en cada punto donde esté marcada la rafia, este procedimiento se repite hasta cubrir todo el cuadrante, y así sucesivamente con los cuadrantes restantes (INAB, 2019).

4.3.1.1.4. Plantación

Se realiza una vez se estabiliza la época de lluvia (posterior a las primeras tres lluvias), con el propósito de aprovechar toda la época lluviosa. Se realiza un ahoyado de 30 a 40 cm de profundidad para suavizar el suelo para un adecuado desarrollo radicular, tradicionalmente esta actividad la realizan con azadón o piochas.

Tabla 14. Costos y rendimiento de actividades de plantación

COSTOS Y RENDIMIENTO	<p><i>Escenario 1. En un terreno con pendiente suave a moderada (10% a 30%), realizando actividades de trazo, diseño, estaquillado, ahoyado y plantación un operario tiene un rendimiento al día de 200 plantas reforestadas. El costo de realizar estas actividades es de Q 2.00/planta.</i></p>	ÉPOCA: entre los meses de junio y julio del primer año.
	<p><i>Escenario 2. En un terreno con pendiente moderada (30% a 35%), realizando chapeo en surco principal, trazo, diseño, estaquillado, ahoyado, terrazas individuales con desnivel y plantación, un operario tiene un rendimiento al día de 70 a 80 plantas. El costo de realizar esta actividad en una hectárea en promedio es de Q 1,725.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región)</i></p>	
	<p><i>Escenario 3. En un terreno con pendiente moderada (30% a 35%), realizando trazo, diseño, estaquillado, ahoyado, terrazas individuales y plantación, un operario realiza de 100 a 120 plantas. El costo de realizar esta actividad en una hectárea en promedio es de Q 1,175.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región)</i></p>	

Fuente: Sistematización de experiencias (2024).

4.3.1.1.5. Replanteo

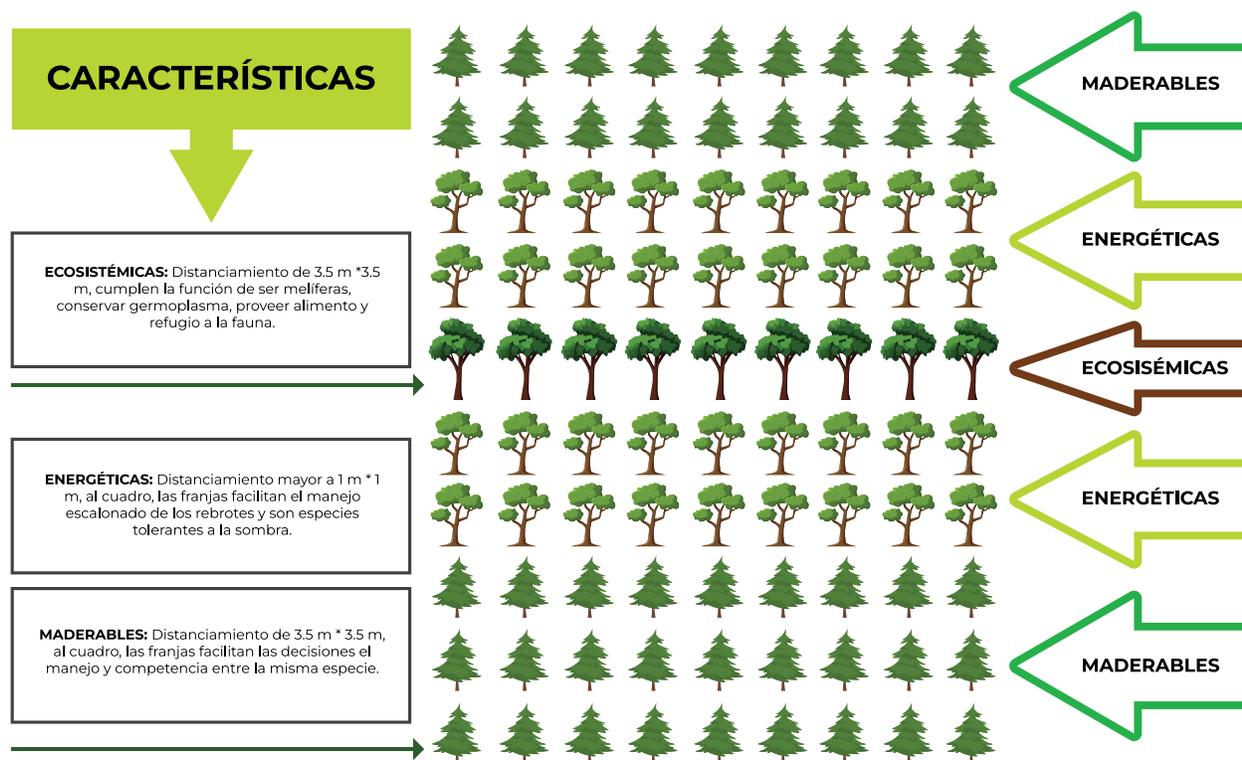
Consiste en sustituir plantas que no sobrevivieron al trasplante, generalmente no supera el 10% del número total de plantas reforestadas inicialmente; el replanteo debe realizarse en un periodo no mayor a dos meses posterior a la reforestación del terreno.

4.3.1.6. Arreglo espacial

Podrá considerarse un escenario ideal de restauración forestal activa y con fines de manejo sostenible, aquel que conserve la siguiente proporción y características:

- Una proporción inicial de 50% del área (5,000 m²) repoblado con árboles maderables, con distanciamiento de 3.5 m * 3.5 m (415 árboles por hectárea).
- 40% del área (4000 m²) con especies energéticas, en dicha área puede haber distintos marcos de plantación, desde 1 m entre planta * 1 m entre surco⁹, hasta 3.5 m entre planta * 3.5 m entre surcos, lo anterior, equivale a una densidad desde 334 árboles por hectárea hasta 4,000 árboles por hectárea.
- 10% del total (1000 m²) de la proporción del área estará cubierto por especies con fines ecosistémicos, los distanciamientos son de 3.5 m hasta 3.5 m (82 árboles/ha).
- Los distanciamientos pueden ser adaptados a un marco del tipo “tresbolillo” a medida que la pendiente sea pronunciada > 60%.

Figura 11. Arreglo espacial de las especies maderables, energéticas y ecosistémicas en proyectos de restauración activa.



Fuente: Joel Cutzal (2024)

Características del arreglo:

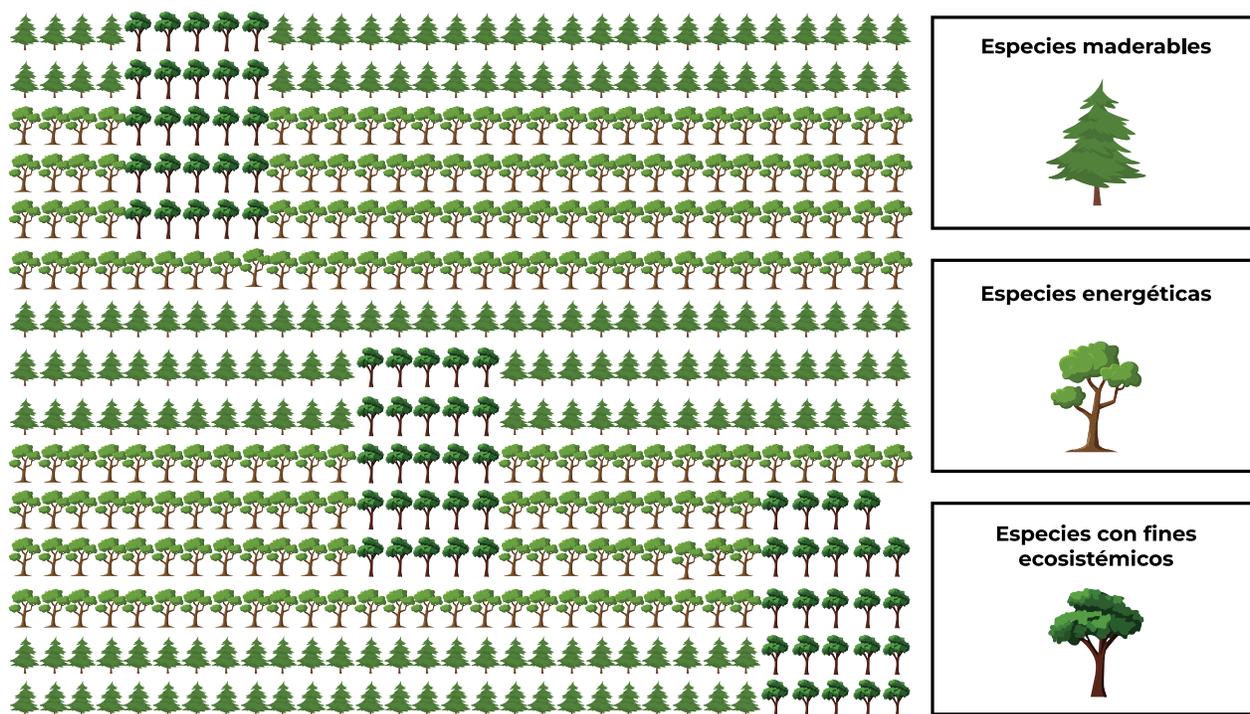
- Cada grupo de especies (maderable, energética y ecosistémica) puede ser manejada con distinto marco de plantación. Las especies maderables y nativas requieren un mayor distanciamiento, al contrario, las especies con fines energéticos pueden crecer a distanciamientos más cortos (> árboles/hectárea).

⁹ Sistematización de experiencias en Proyecto “ESCOBAL”, Pan American Silver, San Rafael Las Flores, Santa Rosa.

- Cada grupo de especies (maderable, energética y ecosistémica) requieren decisiones de manejo diferentes a intensidades diferentes, así mismo, genera condiciones de competencia específicas entre grupo de especies, sin perjudicar, suprimir o condicionar a un grupo de especies con tasas de crecimiento distinto. Con base a ello, es preferible manejar de forma independiente las especies.
- Establecer en franjas las especies maderables es considerado una práctica de manejo para prevenir y reducir la intensidad de afectación del insecto descortezador *Dendroctonus* spp.
- Se pretende que la continuidad de la hilera de especies que cumplen funciones ecosistémicas, sean de duración permanente, hasta llegar a ser especies exclusivas de conservación o clímax.

Otra forma de realizar la reforestación en áreas con características del ESTRATO 1, para fines de restauración activa con fines productivos es aquel que considera la reforestación de especies maderables, energéticas y con fines ecosistémicos, en proporciones 50%, 40% y 10% respectivamente. Sin embargo, existe la variante del arreglo espacial de las especies con fines ecosistémicos, ya que puede emplearse por medio de parches o nucleación, en bloques compactos.

Figura 12. Arreglo espacial de las especies maderables, energéticas y “nucleación de especies con fines ecosistémicos” en proyectos de restauración activa.



Fuente: Joel Cutzal (2024).

La técnica de nucleación consiste en la formación de microhábitats que funcionan como núcleos facilitadores para la llegada de especies animales y plantas que, en un proceso sucesional, aumentan la probabilidad de la ocurrencia de interacciones intraespecíficas (Sanchún et al., 2016).

Características del arreglo:

- Cada grupo de especies (maderable, energética y ecosistémica) puede ser manejada con distinto marco de plantación. Las especies maderables y nativas requieren un mayor distanciamiento, al contrario, las especies con fines energéticos pueden crecer a distanciamientos más cortos (> árboles/hectárea).

- Cada grupo de especies (maderable, energética y ecosistémica) requieren decisiones de manejo diferentes a intensidades diferentes, así mismo, genera condiciones de competencia específicas entre grupo de especies, sin perjudicar, suprimir o condicionar a un grupo de especies con tasas de crecimiento distinto. Con base a ello, es preferible manejar de forma independiente las especies.
- Establecer en franjas las especies maderables es considerado una práctica de manejo para prevenir y reducir la intensidad de afectación del insecto descortezador *Dendroctonus* spp.
- Se pretende que cada parche de especies con fines ecosistémicos esté conformado por 5 surcos y 5 hileras de árboles, cada bloque comprende un área de 306.25 m², por lo tanto, es prudente planificar realizar cuatro parches de tales dimensiones por hectárea, para superar el 10% necesarios para especies nativas con fines ecosistémicos.

OBSERVACIÓN: En cualquiera de los dos escenarios para la reforestación en el ESTRATO 1, cuando existan remanentes de bosque o árboles dispersos (< 4 m² área basal/hectárea) deberá considerarse establecer las plantas a una distancia de 3.5 metros con respecto a la base del árbol remanente¹⁰ (si el árbol tiene < de 12 metros de altura). Si el árbol es de mayor altura (> 12 m), no deberá establecerse planta por debajo de la copa del árbol, evitando así la inversión por costos de repoblación en sitios dónde la planta estará condicionada a crecer en condiciones limitantes de sombra.

4.3.1.2. Modelo de restauración sucesional diversa

Se adapta a condiciones del “ESTRATO No.1”, son fines exclusivos para la conservación del germoplasma natural, refugio de vida silvestre, alimento para la fauna, refugio para la flora asociada al bosque y fines de conservación; en definitiva, es un modelo indicado para aquellos escenarios que no pueden ser económicamente productivos a largo plazo, o bien, de acuerdo con la normativa no podrían ser aprovechados en un futuro.

Para este modelo de reforestación no se consideran los términos de especies maderables, energéticas y con fines ecosistémicos, sino se consideran: *especies pioneras, secundarias y clímax* (información ampliada en el apartado “Técnicas de restauración forestal → modelo de restauración sucesional diversa”

Figura 13. Arreglo espacial y distribución de las especies en el modelo de restauración sucesional diversa.



¹⁰ Sistematización de experiencias en Proyecto ubicado en Patzún, Chimaltenango y San José Pinula, Guatemala.

Leyenda	Tipo de especie	Arreglo
	Pionera	Se establecen al cuadro, a un distanciamiento de 3.50 x 3.50 metros.
	Secundaria	Se establecen al cuadro, a un distanciamiento de 7 x 7 metros.
	Clímax	Se establecen al cuadro, a un distanciamiento de 14 x 14 metros.

Fuente: Adaptado de sistematización de experiencias de Asociación Vivamos Mejor (2024).

Algunos escenarios en los cuales aplica el modelo de restauración sucesional diversa se mencionan a continuación:

- Áreas a orillas de ribera de ríos (25 metros por cada lado)
- Áreas cercanas a nacimientos de agua, dentro de un radio igual a 50 metros
- Áreas con pendientes altas, mayores a 90 cm de inclinación, en tales condiciones es contraproducente realizar actividades de aprovechamiento forestal futuro.
- Terrenos ubicados en zonas núcleo o de protección especial de acuerdo con la zonificación de áreas protegidas.
- El arreglo espacial puede ser modificado del tipo “tresbolillo” a medida que las pendientes sean pronunciadas > 60%.

Esta técnica busca integrar especies pioneras, secundarias y clímax, el objetivo principal es la conservación y recuperación de bosques mixtos de galería, zonas con restricciones severas (pendientes >90%) y áreas protegidas. Busca compatibilizar la producción forestal con la conservación forestal en áreas que estén descubiertas de cobertura forestal, para poder implementar el modelo, tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

4.3.1.2.1. Clasificación de especies

El tipo de especies, su denominación y función, puede observarse en el apartado CLASIFICACIÓN DE ESPECIES PARA RESTAURACIÓN ACTIVA CON FINES DE CONSERVACIÓN.

4.3.1.2.2. Actividades generales

Tomando en cuenta que esta actividad consiste en realizar una reforestación mediante el “modelo de restauración sucesional diversa”, existen actividades en común con el “modelo de plantación forestal o reforestación”, las actividades en común son:

- Selección de la planta y cantidad
- Habilitación del sitio
- Trazo, diseño y estaquillado
- Plantación
- Replanteo

4.3.1.2.3. Arreglo espacial del modelo de restauración sucesional diversa

Este modelo considera un distanciamiento basado en la clasificación de especies, las cuales tienen el siguiente arreglo espacial:

Tabla 15. Distanciamiento para el establecimiento de plantaciones en el modelo de restauración sucesional diversa.

Tipo de especie	Arreglo
Pionera	Se establecen al cuadro, a un distanciamiento de 3.50 x 3.50 metros.
Secundaria	Se establecen al cuadro, a un distanciamiento de 7 x 7 metros.
Clímax	Se establecen al cuadro, a un distanciamiento de 14 x 14 metros.

Fuente: Adaptado de sistematización de experiencias Asociación Vivamos Mejor (2024).

4.3.2. Modelo de regeneración natural con fines productivos en el Estrato No. 2.

Cuando el área sujeta a restauración tiene las condiciones del “ESTRATO No. 2”, no aplica realizar un diseño ideal, ya que existe alta presencia de árboles remanentes, árboles dispersos, regeneración natural del tipo latizal alto y fustal, rebrotes en crecimiento y otras condiciones que no permiten modificar el sitio con intensidades altas de intervención.

En tal sentido, las acciones de restauración estarán dirigidas a conservar el 50% de densidad de especies con fines maderables, 40% de especies con fines energéticos y 10% de especies con fines ecosistémicos. Sin embargo, su arreglo y distribución espacial no ordenada, sino heterogénea.

En el ESTRATO 2 existe combinación de múltiples condiciones, ya que existe crecimiento de rebrotes, regeneración natural y presencia de parches o claros, los cuales deberán ser repoblados por medio de enriquecimiento o completación.

En un ecosistema de bosque mixto con evidencia de perturbación, existen dos formas en que se desarrolla la regeneración natural, la primera es por dispersión de semillas (regeneración germinativa) y la segunda por rebrotes de tocones (regeneración vegetativa).

4.3.2.1. Submodelo de manejo de regeneración natural por dispersión de semillas

Las actividades están orientadas al manejo de la abundancia, se registran abundancias que superan 1,500 plantas por hectárea, siendo necesario realizar un ordenamiento para brindarle a las plantas las condiciones idóneas para poder desarrollarse.

4.3.2.1.1. Edad de manejo

CONDICIÓN IDEAL: La edad oportuna para realizar el manejo de la abundancia es cuando las plantas tengan dos años de vida, considerando las siguientes ventajas:

- Las plantas ya se encuentran adaptadas a las condiciones climáticas, fisiográficas y edáficas del sitio.
- Las plantas han desarrollado un tamaño entre 70 cm hasta 1.5 metros
- Ha empezado a evidenciarse la competencia intraespecífica de la especie, por lo tanto, existe mejor claridad de las características de vigor, altura, forma y defecto de las plantas. Se hace evidente qué plantas eliminar y cuales conservar.
- La eliminación del exceso de regeneración natural se considera una actividad de limpieza, realizarlo a la edad mencionada evita que existan subproductos (leña y postes).

4.3.2.1.2. Selección de la planta

Cuando existe abundante regeneración natural, es necesario realizar acciones para reducir la alta densidad, esto considerando algunas condiciones:

1. La regeneración natural no deberá superar 10 cm de diámetro, esto con el objeto de que la actividad se catalogue como de "limpieza" y no de manejo silvicultural.
2. Se deben elegir las plantas sanas, vigorosas, con fustes gruesos, lignificados y erguidos, dándole prioridad a las plantas que tienen dominancia en el ecosistema.

Tal como se observa en las fotografías, la reducción del exceso de regeneración natural tiene como objeto mejorar las condiciones de espacio y luz en la tapa inicial del proceso de sucesión, permitiendo la apertura de espacios para que otras especies nativas del lugar puedan poblarse y que las especies derivadas de la regeneración natural puedan crecer propiciando el sinergismo entre ellas.

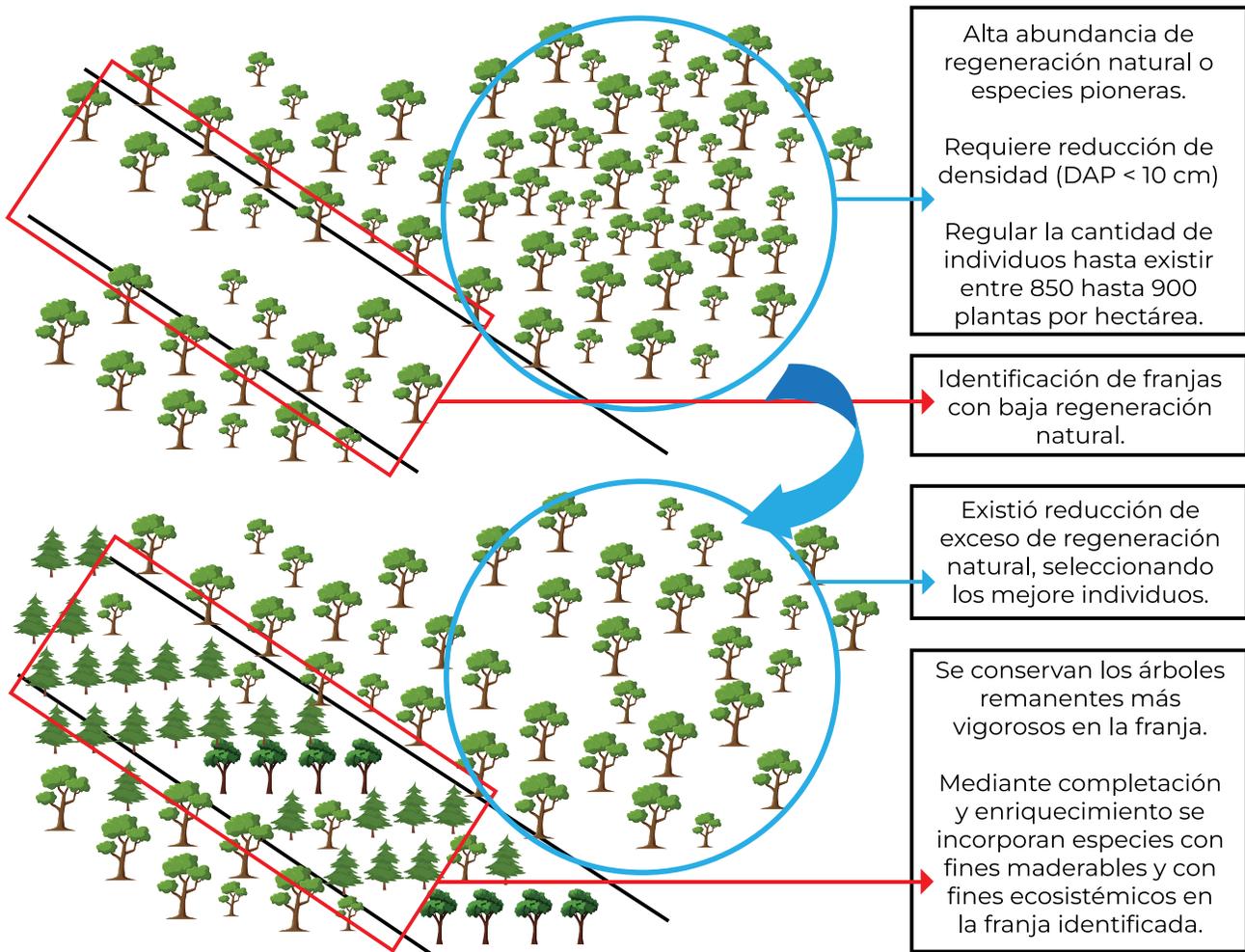
4.3.2.1.3. Arreglo espacial

Considerando que en el área ya existe un proceso de sucesión ecológica avanzada, es factible habilitar áreas y regular la densidad de latizales bajos y latizales altos (< a 10 cm de DAP) con el objeto de tratar que la proporción del área de especies maderables sea del 50%, de especies energéticas el 40% y de especies con fines ecosistémicos el 10%.

PRIMERA CONDICIÓN: Existen escenarios en los cuales los árboles padres o semilleros no se encuentran distribuidos espacialmente dentro del área a restaurar, sino son producto de un proceso sucesional posterior a la degradación inmediata de un sitio → dispersión de semillas de árboles padres aledaños + activación de semillas presentes en el suelo, típico de un bosque secundario, en el caso de los bosques mixtos, el género *Quercus* se caracteriza por ser colonizador del área.

Esta condición genera cobertura homogénea del género *Quercus*, quien aprovecha la ventaja comparativa intrínseca para repoblar de forma homogénea un área. Bajo estas características, es necesario habilitar áreas en forma de franjas o apertura de claros para incrementar la cantidad de plantas maderables y de plantas con fines de prestación de servicios en el área.

Figura 14. Arreglo espacial de un área en proceso de sucesión ecológica y el enfoque para el diseño productivo en franjas.

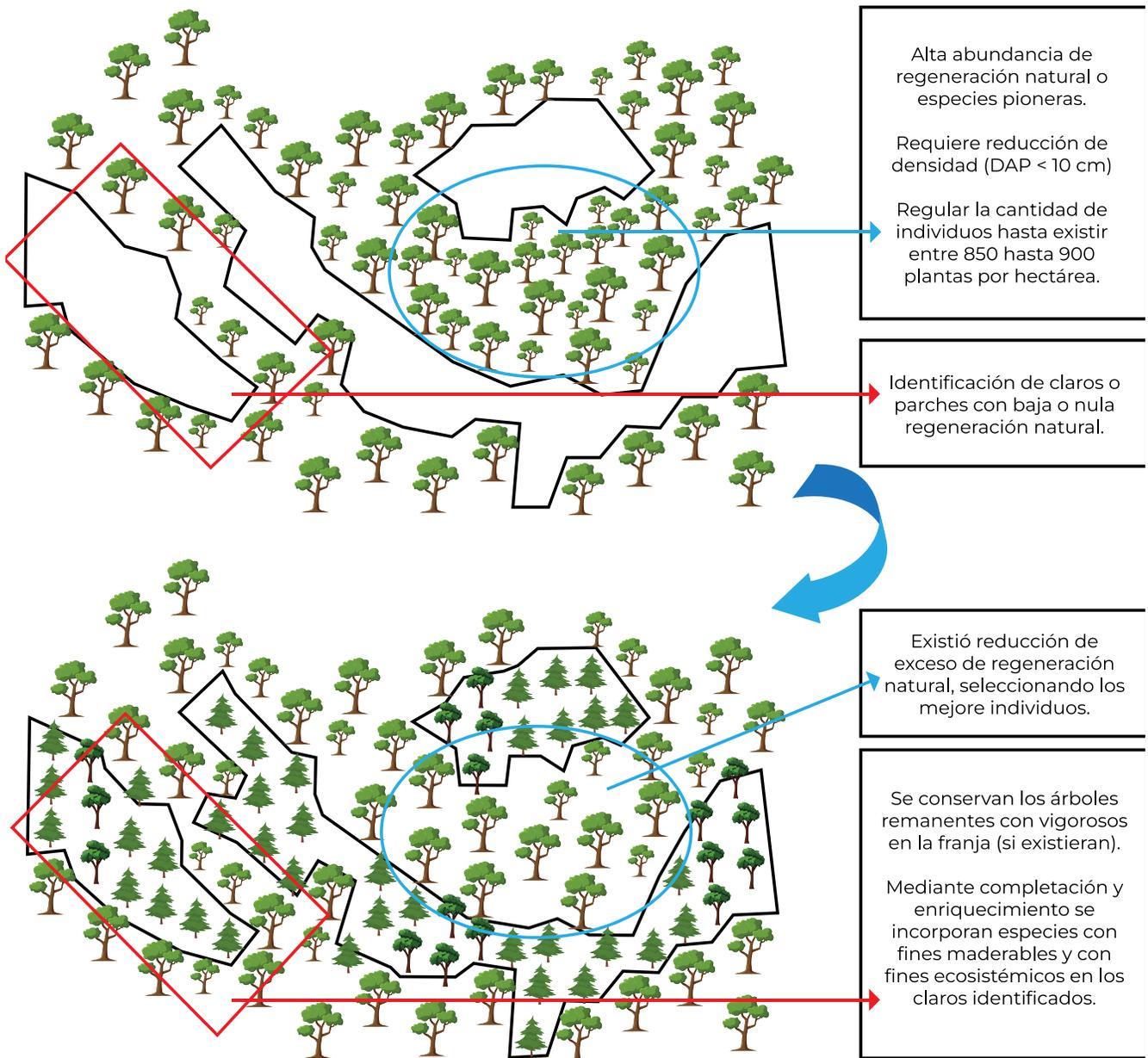


Especies maderables	Especies energéticas	Especies con fines ecosistémicos
		

Fuente: Joel Cutzal (2024)

Cuando existen árboles semilleros, existen patrones de distribución heterogéneos, ya que dependen directamente de los patrones de distribución de las semillas; en tal condición, se deberá priorizar el manejo del número de árboles por hectárea o reducción del exceso de plantas por regeneración natural e identificación de claros o parches, considerando lo siguiente:

Figura 15. Arreglo espacial de un área en proceso de sucesión ecológica y el enfoque para el diseño productivo en parches o claros.



Especies maderables	Especies energéticas	Especies con fines ecosistémicos
		

Fuente: Joel Cutzal (2024)

La práctica de manejar el exceso de regeneración natural, especies secundarias o plantas invasoras y posteriormente repoblarlas mediante enriquecimiento o completación, requiere una serie de consideraciones, que se describen a continuación:

Tabla 16. Características del distanciamiento entre planta y surco de las especies maderables, energéticas y con fines ecosistémicos.

- 

Se deberá eliminar exceso de regeneración natural a una distancia de 5 metros de la base del árbol semillero; cuando los árboles remanentes o dispersos tengan una altura menor a 12 metros, la regeneración natural debe estar distanciada al menos a 3.5 m de la base del árbol remanente.
- 

Especies maderables y con fines ecosistémicos tienen mejor desarrollo al tener un distanciamiento de 3.50 x 3.50 metros.
- 

Especies energéticas han demostrado tener mejor desarrollo al manejar distanciamientos a partir de 1 metro entre planta * 1 metro entre surco, y posteriormente ser sometidos a tratamientos silviculturales o cosechas escalonadas.

Fuente: Joel Cutzal (2024)

4.3.2.1.4. Eliminación de especies no deseadas

Es común encontrar especies oportunistas o invasoras dentro del ecosistema, se recomienda que se eliminen cuando estos árboles tengan menos de 10 centímetros de DAP (cm). Esta actividad es necesaria para brindarle las condiciones adecuadas a las plantas que son de interés maderable, energética o ecosistémica.

4.3.2.2. Submodelo de manejo de rebrotes de tocones

A grandes rasgos esta actividad consiste en manejar los rebrotes de aquellas especies con esa capacidad y darles el manejo correspondiente para que se regenere el bosque de forma adecuada. Esta técnica denominada corte bajo o tallar permite formar árboles con características similares a la original y evita los costos de replantación, para ello se deben realizar las siguientes actividades:

4.3.2.2.1. Época de manejo

Esta práctica se realiza en época seca [diciembre hasta abril], considerando la fisiología, estas especies realizan poca actividad de crecimiento vegetativo en esta época del año y se encuentran en estado de dormancia.

4.3.2.2.2. Edad de manejo

Se recomienda realizarlo cuando la planta tenga entre uno o dos años, en dicho periodo, se evidencia que la planta ha alcanzado entre 1.20 a 1.50 metros de altura, identificando la existencia de fustes lignificados, erguidos y dominantes. Esta práctica se realiza en época seca [enero-abril].

4.3.2.2.3. Selección de rebrotes

En un tocón se pueden encontrar entre 15 a 20 brotes, siendo estos adventicios y proventicios. Se deben seleccionar los brotes proventicios originados de yemas originadas cercanas al suelo. No interesan brotes adventicios originados por tejidos callosos de cicatrización.

4.3.2.2.4. Número de rebrotes

Tradicionalmente se recomienda dejar de 2 a 6 brotes por tocón, en condiciones naturales se observa que la especie puede crecer hasta con 9 brotes sin generar limitaciones por competencia intraespecífica.

4.3.2.3. Submodelo de completación

Esta actividad se realiza cuando la regeneración natural no tiene la abundancia aceptable [mínimo 833 árboles por hectárea] o cuando la distribución de la regeneración o el bosque natural genere espacios [claros]. Se aplicará este submodelo cuando se existan los siguientes escenarios:

- Cuando las especies que serán establecidas son las mismas que conforman la regeneración natural ya establecida o el bosque natural remanente.
- Cuando exista un equilibrio adecuado entre las especies regeneradas y no se requiera realizar enriquecimiento con especies de alto valor comercial.

4.3.2.3.1. Distanciamiento con respecto a árboles naturales

Cuando los árboles remanentes o dispersos tengan una altura menor a 12 metros, la técnica de completación debe iniciar a una distanciada de al menos 3.5 m de la base del árbol remanente.

4.3.2.3.2. Actividades generales

Tomando en cuenta que esta actividad es una derivación de una reforestación, se realizan actividades en común, por lo cual se recomienda considerar actividades descritas en el “modelo de plantación forestal o reforestación”, tales actividades son:

- Selección de la planta y cantidad
- Habilitación del sitio
- Trazo, diseño y estaquillado
- Plantación
- Replanteo
- Arreglo espacial

4.3.2.3.3. Porcentaje de especies

Este factor depende del tipo de cobertura que existe en el ESTRATO 2, el punto de partida es que en el área sujeta a manejo pueda existir una aproximación a lo siguiente:

- 50% del área con especies maderables
- 40% del área con especies energéticas
- 10% del área con especies con fines ecosistémicos

Si derivado de la sucesión ecológica existen especies del género *Quercus* y *Alnus*, la completación solamente se deberá realizar en áreas focalizadas, serán acciones mínimas dentro del área que ya esté poblada de *Quercus* y *Alnus*. En tal sentido, los claros y franjas deberán repoblarse mediante la técnica de enriquecimiento, con el objeto de aproximarse a la proporción indicada.

4.3.2.4. Submodelo de enriquecimiento

Esta técnica consiste en plantar especies de alto valor comercial en los claros que se encuentren en el bosque. Principalmente en aquellos bosques que han disminuido su capacidad, calidad productiva y su potencial de repoblación, como consecuencia de las continuas y severas explotaciones a las que fueron sometidas. Se deben tomar en cuenta las siguientes consideraciones:

4.3.2.4.1. Selección de la especie

En este apartado, será necesario considerar el objetivo de la restauración, tomando en cuenta que la práctica va orientada a acrecentar el valor económico del bosque, para el efecto deberán utilizarse especies maderables, las especies maderables se encuentran en el apartado “clasificación de especies para la restauración”.

4.3.2.4.2. Distanciamiento con respecto a árboles naturales

Cuando los árboles remanentes o dispersos tengan una altura menor a 12 metros, la técnica de enriquecimiento debe iniciar a una distanciada de al menos 3.5 m de la base del árbol remanente.

4.3.2.4.3. Actividades generales

Tomando en cuenta que esta actividad es una derivación de una reforestación con fines de enriquecimiento del ecosistema, se realizan actividades en común, por lo cual se recomienda considerar actividades descritas en el “modelo de plantación forestal o reforestación”, tales actividades son:

- Selección de la planta y cantidad
- Habilitación del sitio
- Trazo, diseño y estaquillado
- Plantación
- Replanteo

4.3.2.4.4. Porcentaje de especies

Este factor depende del tipo de cobertura que existe en el estrato 2, sin embargo, el punto de partida es que en el área sujeta a manejo pueda existir una aproximación a lo siguiente:

- 50% del área con especies maderables
- 40% del área con especies energéticas
- 10% del área con especies con fines ecosistémicos

Si derivado de la sucesión ecológica existen especies del género *Quercus* y *Alnus* (ocupando aproximadamente el 40% de área o más), el enriquecimiento se deberá realizar en franjas, claros o parches y se deberá priorizar el establecimiento de especies con fines maderables y de especies con fines ecosistémicos. Los esfuerzos deben ir orientados para que se aproximen a los porcentajes descritos.

4.4. Técnicas de restauración asociadas al suelo

Dentro del ecosistema de bosque mixto de Guatemala, se han considerado actividades de conservación de suelos principalmente en zonas altamente perturbadas, áreas que se caracterizan por ser una zona con alta degradación forestal, por lo cual el suelo ha quedado expuesto a efectos de erosión por lluvia, derrumbes o desvales. No se descarta la implementación de estas técnicas dentro de áreas boscosa, debido a la presencia de cárcavas y erosión focalizadas dentro de estos escenarios.

4.4.1. Prácticas de conservación de suelo en bosque mixto de Guatemala

4.4.1.1. Curvas a nivel

Esta técnica consiste en el trazo de una línea a nivel perpendicular a la pendiente de un terreno. La importancia de realizar esta actividad en contribución a las prácticas de restauración son las siguientes:

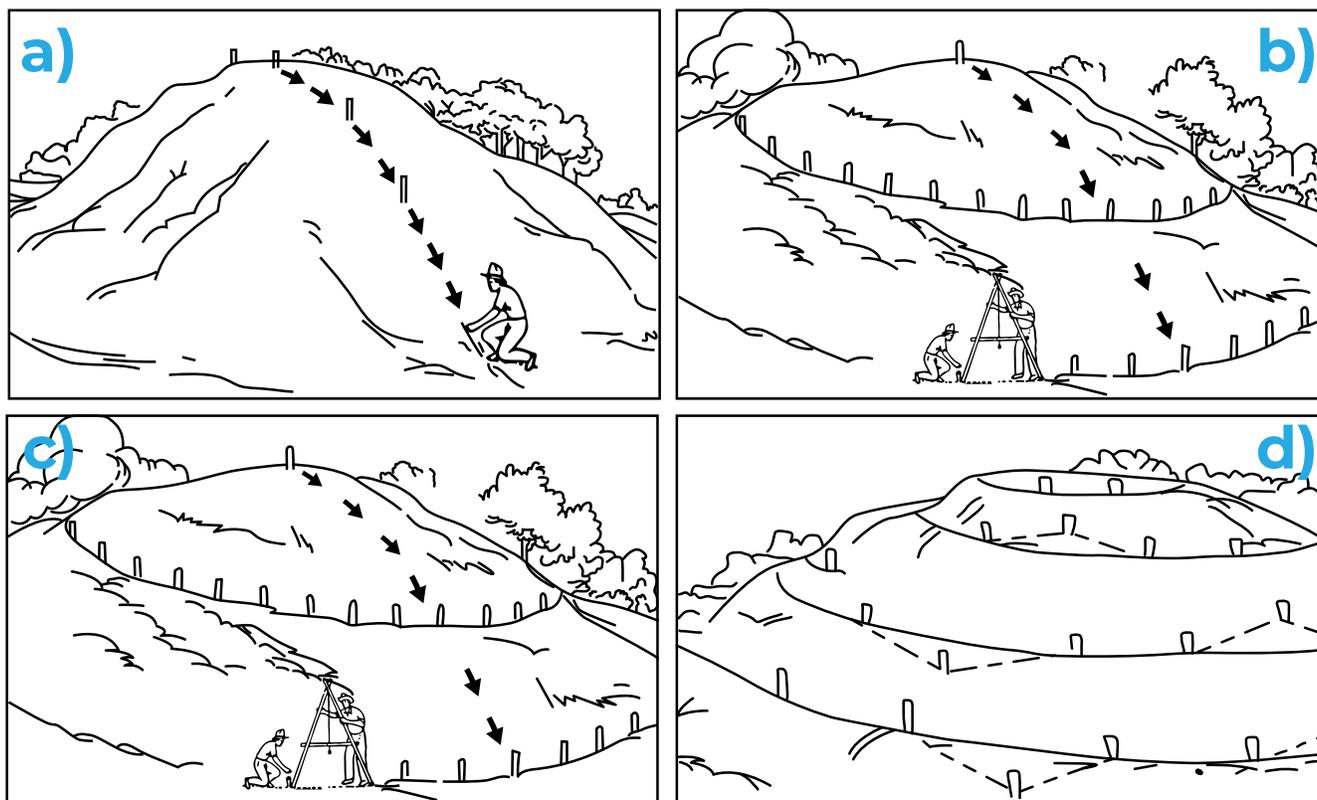
- Las curvas a nivel constituyen un trazo “óptimo” de acuerdo con las características de inclinación y relieve del terreno, generando un diseño ideal en dónde se deben establecer las “prácticas de conservación de suelo” tales como: acequias de ladera, barreras vivas, barreras muertas, entre otros.
- Son la base para la implementación de técnicas de conservación de suelos, optimizando las acciones que dan origen a la degradación del suelo.

Tabla 17. Distancia de separación de curvas a nivel en función de la pendiente del terreno para proyectos con fines de restauración.

PENDIENTE DEL TERRENO	DISTANCIA ENTRE CURVAS
>15% a < 30%	14 metros
> 30% a < 60%	10.5 metros
> 60%	7 metros

Adaptado de: Escuela Agrícola Panamerica, 2011

Figura 16. Esquema del trazo de curvas a nivel a (grado de inclinación y dirección), b (trazo de línea base), c (trazo de curvas a nivel), d (Corrección de curvas a nivel).



4.4.1.2. Terraza individual

Son pequeñas plataformas semicirculares o circulares, en cuyo centro se siembra la planta, de forma general se deben tomar las siguientes consideraciones:

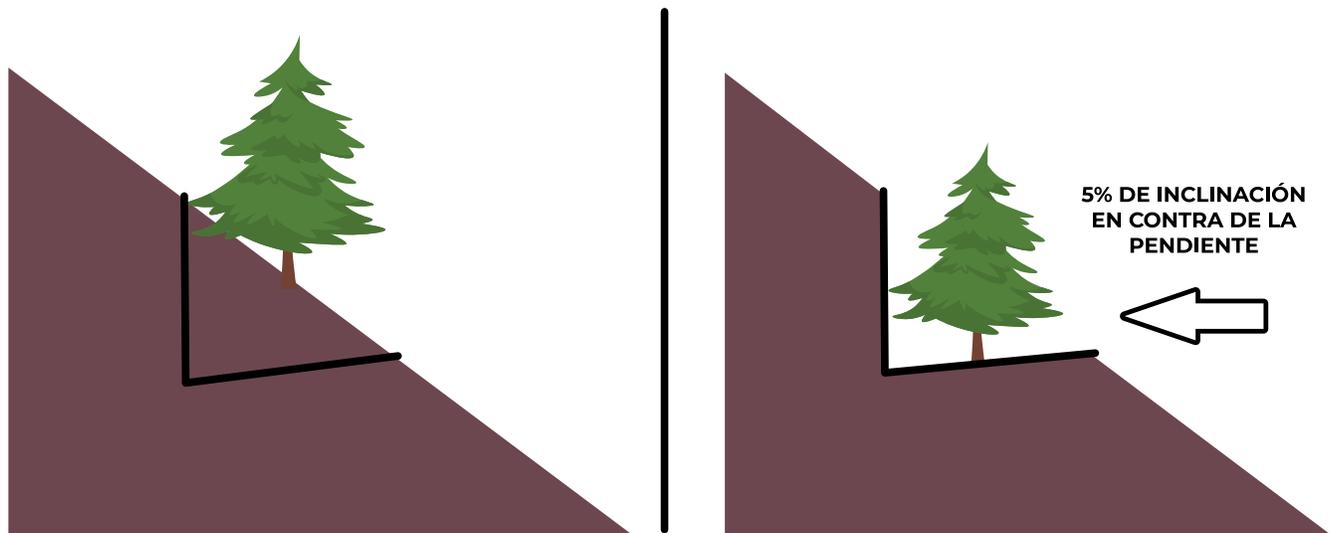
- Esta actividad no se limita a la práctica en pendientes fuertes o escarpadas (50% a 75% de pendiente). Puede aplicarse desde pendientes suaves hasta escarpadas (5% hasta 75%).
- Las experiencias de campo indican que las terrazas individuales tienen un diámetro de 60 a 75 centímetros y preferiblemente se debe realizar juntamente con el establecimiento de las plantas.
- La estructura debe elaborarse dándoles un desnivel del 5% contrario a la pendiente para el almacenamiento de agua en zonas donde existe poca precipitación pluvial.
- En escenarios donde el suelo tiene poca capacidad de infiltración es necesario dejar el desnivel a favor de la pendiente. Esto se realiza para evitar la muerte de las plantas establecidas por el encharcamiento alrededor de la planta.

Tabla 18. Costos y rendimientos para la elaboración de terrazas individuales en finca Los Planes, Aldea Concepción Pinula, San José Pinula, Guatemala.

COSTOS Y RENDIMIENTO	Escenario 1. En un terreno con pendiente moderada (30% a 35%), realizando chapeo en surco principal, trazo, diseño, estaquillado, ahoyado, terrazas individuales con desnivel y plantación, un operario tiene un rendimiento al día de 70 a 80 plantas. El costo de realizar esta actividad en una hectárea en promedio es de Q 1,725.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región)	MES: Entre los meses de junio y julio.
	Escenario 2. En un terreno con pendiente moderada (30% a 35%), realizando, trazo, diseño, estaquillado, ahoyado, terrazas individuales con desnivel y plantación un operario tiene un rendimiento al día de 100 a 120 plantas. El costo de realizar esta actividad en una hectárea en promedio es de Q 1,175.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región)	

Fuente: Sistematización de experiencias 2024

Figura 17. Esquema de la forma y diseño de una terraza individual con fines de conservación de suelos.



La inclinación del 5% en contra de la pendiente permite la acumulación de sedimentos y tierra con altos contenidos de materia orgánica, de esa forma, la pérdida de agua por lluvia será menos perjudicial y más aprovechado para la nutrición de las plantas.

4.4.1.3. Barrera viva

Esta práctica consiste en sembrar, sobre una curva a nivel, plantas perennes, de crecimiento rápido, denso, con reproducción asexual. La finalidad es que disminuyan la velocidad de escorrentía que corre sobre la superficie, impidiendo el arrastre del suelo. Para su implementación considerar lo siguiente:

- Tomar en cuenta los recursos con los que se cuentan dentro de la finca o cercanas a ella, especies con reproducción asexual para facilitar la implementación y reducir costos en la compra de especies en vivero.
- Es indispensable que esta técnica se elabore sobre una curva a nivel.
- La distancia entre cada barrera viva está determinada por la pendiente del terreno, tal como se indica a continuación: planas [2%] a una distancia de 40 metros; suaves [5%] a una distancia de 22 metros; moderadas [10% a <40%] a una distancia de 14 metros y pendientes fuertes [> 40%] a una distancia de 11.50 metros

4.4.1.4. Barrera muerta

Consiste en la construcción de muros de piedra, residuos de productos forestales o rastrojos, de forma general debe considerar las siguientes recomendaciones:

- Es factible y rentable implementar esta técnica siempre que se disponga del material dentro de la finca o área de manejo, de lo contrario representará una desventaja financiera o desgaste del personal.
- Es indispensable que la estructura se elabore sobre una curva a nivel.
- El muro debe establecerse sobre una base plana de 30 centímetros de ancho para darle firmeza y sustento a la estructura; no debe sobrepasar los 60 centímetros de altura.

- Esta práctica debe realizarse de forma focalizada dentro del área de manejo, para ello deberá realizarse un recorrido por el área identificando las zonas donde amerite implementar estas actividades.

Tabla 19. Costos y rendimiento para la elaboración de barreras muertas.

<p>COSTOS Y RENDIMIENTO</p>	<p>Un operario elabora 15 metros de longitud de una barrera muerta en un día laboral. El costo por la elaboración de esta estructura [15 m longitud], disponiendo del material dentro del área de manejo es de Q 115.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región).</p>	<p>MES: A finales del mes de abril, antes de iniciar la época de lluvia.</p>
------------------------------------	---	--

Fuente: Sistematización de experiencias 2024.

4.4.1.5. Acequia de ladera

Son zanjas o canales de forma trapezoidal construidos perpendicular a la pendiente. Son barreras para frenar la erosión hídrica y por lo tanto reduce la pérdida del sustrato o capa productiva del suelo.

A largo plazo, las zanjas producen un efecto significativo en la textura del suelo, específicamente en el contenido de arena y arcilla. Lo anterior se determinó después de 5 años de haber establecido dichas prácticas en sitios de 15% hasta 20% de pendiente, en comparación con sitios que no han sido sujetos a prácticas de conservación de suelos (García, Vásquez, Guerra y Cocoltzi, 2023). Entre las consideraciones técnicas para su implementación se encuentran:

- Es factible implementar esta técnica considerando que únicamente se necesita disponer de personal de campo y herramientas.
- Es indispensable que la estructura se elabore sobre una curva a nivel (utilizar como referencia la tabla 16). El ancho recomendable es de 0.30 m y una profundidad que varía entre 0.30 m a 0.50 m.
- El distanciamiento entre cada acequia de ladera está determinada por el porcentaje de pendiente, siendo estas: pendientes > 15 % hasta < 30% a una distancia inclinada de 14 metros; pendientes >30 hasta < 60% una distancia inclinada de 10.5 metros y en pendientes > 60% a una distancia inclinada de 7 metros.
- Se deberá realizar un monitoreo mensual durante la época de lluvia, con el objeto de evaluar si las estructuras ya tienen sedimento o disposición de materiales.
- Cuando las estructuras tengan sedimento hasta el 75% de su capacidad, se deberá extraer el material y depositarlo a la inmediatez de la acequia en posición contraria a la pendiente.

Tabla 20. Costos y rendimientos para la elaboración de acequias de ladera.

<p>COSTOS Y RENDIMIENTO</p>	<p>En un terreno con pendiente moderada [30 a 35%], en terreno con pedregosidad interna del 35% un operario elabora 35 metros de longitud de una acequia en un día laboral. El costo por la elaboración de esta estructura [35 m longitud], es de Q 115.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región).</p>	<p>MES: Posterior a las primeras tres lluvias (mayo-junio), en esas épocas, el suelo es suave por efecto de la humedad y aumenta el rendimiento a comparación de la época seca.</p>
------------------------------------	--	---

Fuente: Sistematización de experiencias 2024

4.4.1.6. Pozos de absorción

Se construyen con el objeto de captar el agua que corre superficialmente [escorrentías] y que han provocado una alta degradación del suelo [zanjas, cárcavas] por efectos de la erosión. Para poder construir estas estructuras es necesario considerar las siguientes recomendaciones:

- Primero se debe realizar una zanja perpendicular a la pendiente con un ancho de 40 centímetro de ancho y 30 centímetros de profundidad, debe tener un desnivel del 5% para conducir el agua hasta el pozo principal, el cual tendrá 1 metro de ancho, 1 metro de largo y 1.50 metros de profundidad.
- Esta estructura debe abarcar la cabecera principal de la cárcava o zanja, esto para frenar los efectos favorables que provocan la erosión.
- Esta práctica debe realizarse de forma focalizada dentro del área de manejo, para ello deberá realizarse un recorrido por el área identificando las zonas donde amerite implementar estas actividades. No se considera un factor determinante el rango de pendiente donde se realice, va más enfocado a contrarrestar el origen de la erosión en zonas altamente perturbadas.

Tabla 21. Costos y rendimientos para la elaboración de pozos de absorción

<p>COSTOS Y RENDIMIENTO</p>	<p>Un operario elabora una estructura con las características mencionadas en un día laboral. El costo por la elaboración de esta estructura [10 m longitud de zanja, 0.40 m de ancho, 0.30 m de profundidad + pozo de infiltración de 1 m ancho, 1 m de largo y 1.50 m de profundidad], es de Q 115.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región).</p>	<p>MES: A finales del mes de abril, antes de iniciar la época de lluvia.</p>
------------------------------------	--	--

Fuente: Sistematización de experiencias 2024

4.4.1.7. Dique de contención

Protegen el corte de la cabecera de la cárcava, disminuyendo la velocidad del flujo de las corrientes esporádicas o intermitentes de la escorrentía y disminuir la pendiente en el cauce. Para la construcción de esta estructura seguir las siguientes recomendaciones:

- Preferiblemente considerar materiales que existan dentro de la finca, de tal forma que no incrementen los costos de esta práctica o bien materiales de bajo costo [rocas en el lugar, residuos vegetales, residuos de madera, llantas].
- Debe realizarse una zanja de 30 centímetros de ancho y 20 centímetros de profundidad; a continuación, se empieza a construir la estructura desde el fondo de la zanja, esto permitirá firmeza y durabilidad a la estructura; la altura recomendable sobre la superficie del suelo es de 60 centímetros.
- Esta práctica va dirigida a zonas donde existan cárcavas o zanjas definidas, en busca de reducir la velocidad de escorrentía y disminuir la pérdida del suelo. No se considera como factor determinante el grado de inclinación, únicamente considerar que a mayor inclinación mayor será el número de diques de contención que se deben construir.
- De forma general cuando existan una pendiente ≥ 50 , los diques de contención deben realizarse a una distancia horizontal de 5 metros el uno del otro. Cuando la inclinación en la cárcava sea $<50\%$, los diques de contención deben elaborarse a una distancia horizontal de 9 metros.

Tabla 22. Costos y rendimientos para la elaboración de diques de contención

COSTOS Y RENDIMIENTO	Un operario elabora dos estructuras con las características mencionadas en un día laboral [disponiendo de material dentro de la finca, rocas y ramas secas]. El costo por la elaboración de esta estructura [2.5 m longitud, 0.30 m de ancho, 0.80 m de altura], es de Q 115.00 (el costo varía de acuerdo con el valor del jornal en cada región).	MES: A finales del mes de abril, antes de iniciar la época de lluvia.
-----------------------------	---	---

Fuente: Sistematización de experiencias 2024.



5. Fichas técnicas para la identificación de especies forestales prioritizadas

Con el objeto de facilitar la identificación de las especies forestales prioritizadas se realizó una breve descripción botánica de las especies incluidas en el cuadro 3, detallando el porte, flores, frutos, hojas, semillas, formas de reproducción y distribución en Guatemala para cada una de las especies.

5.1. Criterios de priorización de especies para restauración

A través de la ejecución de las actividades detalladas en la metodología, se establecen los criterios de priorización que tienen como propósito fundamental orientar a los productores o usuarios en la selección de especies forestales más adecuadas para ser introducidas en áreas degradadas. Este proceso es esencial para fomentar la restauración del paisaje forestal, ya que permite identificar las especies que no solo se adaptan mejor a las condiciones del terreno, sino que también contribuyen a la recuperación de la biodiversidad y al fortalecimiento de los ecosistemas locales. Al implementar estos criterios, se busca garantizar que las iniciativas de reforestación sean efectivas y sostenibles.

Figura 18. Criterios de priorización de especies forestales para la restauración del ecosistema de bosque mixto.



1. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Alnus acuminata* Kunth

Familia: Betulaceae

Nombres Comunes: Aliso blanco, llamo, Aliso, Palo de llamo

Usos potenciales:

- Construcción
- Madera
- Energético
- Medicinal
- Sombra de café
- Agricultura (tutores, postes)
- Protección
- Otros: mangos de herramientas. La corteza contiene taninos que pueden emplearse en curtición de cueros. Se introduce en los potreros como beneficio indirecto para el pasto (fijación de nitrógeno)

Descripción botánica: Árbol pequeño o de tamaño mediano, a veces muy grande, con corteza delgada, de color marrón oscuro y lisa; las hojas son pecioladas, elípticas o ampliamente ovadas, de 7 a 15 cm de largo, agudas o acuminadas, obtusas o redondeadas en la base, con bordes duplicados y serrados, verdes por encima y glabros o puberulentos; los amentos masculinos miden de 5 a 15 cm de largo; los estróbilos femeninos son cortos pedunculados o subsésiles, de 1,5 a 3 cm de largo a veces ligeramente más grandes, y de 10 a 14 mm de grosor.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quezaltenango, San Marcos, Huehuetenango.



Fotos por: Joel Cutzal

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Germinación moderada que va del 30 a 55%
Fecha de fructificación	La especie florece de enero a febrero (masculinas) y de septiembre a enero (femeninas), con fructificación entre agosto y noviembre, siendo septiembre y octubre los meses clave.	Cantidad de semillas por kg	800,000 a 4,500,000 semillas secas con una pureza del 45 a 60%.
Forma de colecta	Los frutos se recolectan directamente de árboles de al menos 10 años cuando cambian de verde a amarillento o marrón oscuro, antes de abrirse. Deben secarse a la sombra en un ambiente fresco durante 36 horas y luego al sol por 2 horas. Se recomienda cortar los frutos para verificar la madurez, buscando embriones blancos y alas marrones. No se debe permitir que los frutos maduren en el árbol.	Tipo de siembra	La siembra se realiza en semilleros con una mezcla de arena y materia orgánica (1:1), presionando ligeramente las semillas para asegurar el contacto con el sustrato. Se riega dos veces al día, y la germinación ocurre entre 5 y 40 días. El repique se hace cuando las plántulas miden 3 a 5 cm y tienen 4 a 6 hojas, con un riego fino y sombra durante dos semanas, logrando hasta un 90% de supervivencia. Las plántulas tardan de 4 a 6 meses en crecer de 30 a 40 cm.
Puede almacenarse	Si		
Tiempo de almacenamiento	Las semillas se almacenan en frascos de vidrio o bolsas plásticas herméticas en refrigeración a temperaturas de 3 °C a 5 °C. En refrigeradores comunes, las semillas pierden un 2% mensual de su capacidad germinativa, mientras que a temperatura ambiente la pérdida es del 5,5% al 10% en un período de 9 meses	Métodos de escarificación	Escarificación en arena gruesa y húmeda a 5 °C, durante 10 a 20 días, no se recomienda remojar las semillas debido a que dificulta la manipulación de estas.

2. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Alnus jorullensis* Kunth

Familia: Betulaceae

Nombres Comunes: Aliso, llamo

Usos potenciales:

- Construcción
- Madera
- Energético
- Medicinal
- Sombra de café
- Agricultura (tutores, postes)
- Protección
- Otros: fijación de carbono al suelo

Descripción botánica: El árbol alcanza hasta 30 m de altura y 75 cm de diámetro, con corteza fina y lisa de color marrón o grisáceo. Presenta inflorescencias en amentos estaminados de 3 a 6 cm, con flores masculinas y femeninas en el mismo árbol. Los estróbilos son sésiles, de aproximadamente 12 mm. Las hojas son oblongas a obovadas, de 7 a 12 cm, simples y alternas, con un ápice acuminado y borde dentado. Las semillas son pequeñas, aladas y miden entre 1.5 a 3 mm.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Huehuetenango, Chimaltenango (Chimaltenango, Patzicía, Patzún, Santa Apolonia, Tecpán Guatemala), Chiquimula, El Progreso, Guatemala (Guatemala, San Juan Sacatepéquez, Villa Nueva), Huehuetenango, Jalapa, Quiché, Quetzaltenango (San Carlos Sija), Sacatepéquez (Antigua Guatemala, Jocotenango, Pastores, San Lucas Sacatepéquez), Sololá (Concepción, Santa Clara La Laguna, Santa María Visitación, Sololá), San Marcos, Zacapa.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se ha observado que alcanza de 65 a 70%
Fecha de fructificación	Octubre a enero	Cantidad de semillas por kg	1,620,000
Forma de colecta	Escalando el árbol	Tipo de siembra	Semillero o en almácigo
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	No requiere ningún tratamiento, debido a que al mojarse las semillas se dificulta su manipulación.
Tipo de almacenamiento	En cuarto frío, en recipientes sellados a la sombra o en ambientes secos y ventilados.		

3. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Arbutus xalapensis* Kunth

Familia: Ericaceae

Nombres Comunes: Madrón, Chulube, Madroño

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): Artesanías

Descripción botánica: Arbusto o árbol, de 4 a 9 metros de altura, tiene una corteza lisa y marrón que se desprende en láminas delgadas. Sus ramitas jóvenes son rojizas y tomentosas. Presenta inflorescencias en panículas de 3 a 8 cm con flores de cáliz de 4-6 mm y corola blanca o rosada. Los frutos son drupas globosas, carnosas, de 0.5 a 1 cm, amarillas a rojizas. Las hojas, persistentes, pero a menudo caducas al final de la estación seca, son oblongas a ovado-lanceoladas, de 8 a 14 cm, con bordes enteros o aserrados. Las semillas son pequeñas y hay varias en cada fruto.

Distribución en Guatemala: Baja Verapaz, Zacapa, Jalapa, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quiché, Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se reporta un bajo rendimiento que va de 8 al 10%
Fecha de fructificación	Septiembre a octubre	Cantidad de semillas por kg	4,300
Forma de colecta	Colecta en ramas o en el suelo	Tipo de siembra	Almácigo de arena
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	1. Sumergir la semilla en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. 2. Sumergir la semilla en agua caliente (70°C) durante 5 segundos.
Tiempo de almacenamiento	N/A		

4. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Cedrela tonduzii* C.DC

Familia: *Meliaceae*

Nombres Comunes: Cedro de montaña

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: No
- Otros (especificar): N/A

Descripción botánica: Árbol que alcanza alturas de 30 a 45 metros y diámetros de 80 a 100 cm, con algunos ejemplares llegando hasta 180 cm. Su tronco es recto y rugoso, con corteza gris, marrón o marrón rojizo. Las flores pequeñas, unisexuales y agrupadas en racimos de más de 40 cm, florecen entre abril y mayo y son polinizadas por insectos. Los frutos son cápsulas lechosas pendulares que maduran entre junio y diciembre, liberando de 25 a 30 semillas al secarse. Las hojas son compuestas y pinnadas, de 20 a 50 cm de largo, con folíolos verdes en el haz y glaucos en el envés. Las semillas son aladas y se dispersan fácilmente por el viento.

Distribución en Guatemala: El Progreso, Jalapa, Jutiapa, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Suchitepéquez, Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos.



Fotos por: Joel Cutzal

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Posee un alto porcentaje de germinación que va de 80 a 88%
Fecha de fructificación	Diciembre a febrero	Cantidad de semillas por kg	23,000
Forma de colecta	Escalando el árbol	Tipo de siembra	Semillero, almácigo o en sustrato
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	No requiere tratamiento pregerminativo.
Tiempo de almacenamiento	En cuarto frío, en recipientes sellados a la sombra o en ambientes secos y ventilados.		

5. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Chiranthodendron pentadactylon* Larreat

Familia: *Malvaceae*

Nombres Comunes: Canac, Mano de mico, Árbol de las manitas, Mano de león, Tayuyo, Majagua

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros: Melífera, Alimento para aves, Cultural (para envolver tamalitos), algunas de sus propiedades medicinales son: tratar úlceras crónicas, inflamación de los ojos, dolor de dientes, hemorroides, control de la presión, problemas del corazón, epilepsia, insomnio y como tranquilizante del sistema nervioso

Descripción botánica: Árbol grande alcanza entre 12 y 30 metros de altura, con un tronco de 1 a 2 metros de diámetro. Sus hojas son de pecíolo largo, ovado-redondeadas, de 12 a 30 cm de largo, subagudas a acuminadas, con base profundamente cordada y una densa cubierta de tomento marrón en la parte inferior. El cáliz mide entre 3.5 y 5 cm, es marrón por fuera y rojo oscuro por dentro, con una depresión nectarífera en la base de cada lóbulo. La columna de estambres tiene 5 ramas largas y curvadas. La cápsula es oblonga-elipsoide, dura y leñosa, de 10 a 15 cm de largo, con 5 lóbulos profundos; el arilo de las semillas es de color naranja.

Distribución en Guatemala: Ubicado en altitudes de 2,000 a 3,000 msnm, El Progreso, Zacapa, Guatemala, Sacatepéquez (Volcán de Agua), Chimaltenango, Sololá, Quiché, Huehuetenango, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se ha observado germinación de 63 a 87%
Fecha de fructificación	Fructifican durante todo el año, sin embargo, se recomienda recolectar de marzo a agosto.	Cantidad de semillas por kg	29,339 a 34,652
Forma de colecta	Los frutos se colectan directamente del árbol antes de la maduración.	Tipo de siembra	Debe realizarse en semilleros de arena (preferiblemente de peat moss o vermiculita)
Puede almacenarse	Si		
Tiempo de almacenamiento	Pueden almacenarse a temperaturas de 4°C (se mantienen viables durante tres meses) y a temperatura ambiente se mantienen viables hasta 6 meses, en ambos casos se almacenan en recipientes herméticos.	Métodos de escarificación	Escarificación mecánica alrededor, excepto en el ápice y la base, con la finalidad de desgastar parcialmente su testa, después realizar estratificación, imbibición o muesca, se recomienda combinar la escarificación mecánica con imbibición durante 12 a 36 horas a 5°C.

6. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Clethra pachecoana* Standl. & Steyerm

Familia: *Clethraceae*

Nombres Comunes: Zapotillo, Escobo

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): N/A

Descripción botánica: Árbol alcanza alturas de 6 a 15 metros o más, con un tronco esbelto y ramas jóvenes tomentosas. Presenta inflorescencias en racimos de hasta 10 cm, con pétalos blancos. Sus frutos son cápsulas lechosas de 2 a 4 cm, que cambian de verde a marrón al madurar. Las hojas son coriáceas, de 4 a 7 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, glabras en el haz. Las semillas elípticas miden aproximadamente 2 cm de largo, con una amplia ala que facilita su dispersión.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Jalapa, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quiché, Huehuetenango, Quezaltenango y San Marcos.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se reporta de 22 a 52% de germinación
Fecha de fructificación	Floración de junio a noviembre, con mayor presencia en septiembre, y fructifica de noviembre a marzo, con mayor presencia en enero.	Cantidad de semillas por kg	228,000 a 345,000
Forma de colecta	Se pueden recolectar directamente del árbol con ayuda de una tijera. Puede recolectarse directamente del suelo, teniendo cuidado de no recolectar frutos de otras especies.	Tipo de siembra	Las semillas deben ser colocadas en cajas germinativas, en sustratos de tierra, la semilla germina de los 18 a los 95 días, el repique se puede realizar de los 67 a los 135 días.
Puede almacenarse	Si		
Tiempo de almacenamiento	N/A	Métodos de escarificación	Se sumergen las semillas en agua a una temperatura de 100 °C durante 20 minutos y posteriormente en agua a 3 °C por 20 minutos

7. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Cupressus lusitanica* Mill

Familia: *Cupressaceae*

Nombres Comunes: Ciprés, Kisis

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: No
- Otros (especificar): Cercos vivos o cortinas rompevientos

Descripción botánica: Este árbol grande puede alcanzar alturas de 25 a 30 metros y diámetros de hasta 120 cm, con un tronco recto y cilíndrico y corteza pardo-rojiza que presenta fisuras longitudinales. Las flores masculinas son pequeñas y se agrupan en conos, mientras que los conos femeninos son casi esféricos, de 12 a 15 mm de diámetro, que cambian de color de verde azulado a marrón oscuro al madurar. Los frutos son gábulas dehiscentes, también casi esféricas y de tamaño similar, que se vuelven duras y leñosas al madurar. Las hojas son escamosas, de color verde oscuro, dispuestas en verticilos de tres o en pares, y miden aproximadamente 1 mm de largo. Cada cono femenino contiene entre 75 y 120 semillas aplanadas, de aproximadamente 3 a 4 mm, con alas poco efectivas.

Distribución en Guatemala: El Progreso, Jalapa, Chimaltenango, Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango, San Marcos, Huehuetenango y Sololá.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	De acuerdo con experiencias locales se ha observado del 65 al 75% de germinación
Fecha de fructificación	Todo el año	Cantidad de semillas por kg	120,200
Forma de colecta	En el árbol, antes de que el fruto abra.	Tipo de siembra	Semillero o almácigo de arena
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 12 horas antes de la siembra
Tiempo de almacenamiento	En cuarto frío, en recipientes sellados a la sombra o en ambientes secos y ventilados.		

8. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Diphysa americana* Mill

Familia: *Fabaceae*

Nombres Comunes: Guachipilín

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): Tintes naturales, cercos, forraje, fijación de nitrógeno

Descripción botánica: Árbol mediano, de 4 a 15 metros de altura, es caducifolio y tiene una copa irregular. Su fuste es negruzco, retorcido y fisurado, con una corteza llamativa que presenta fisuras verde amarillentas. Las flores amarillas, agrupadas en racimos axilares al final de la época lluviosa, son muy vistosas. Produce frutos secos tipo vaina indehiscente de aproximadamente 8 cm que imitan hojas secas. Las hojas son imparipinnadas, con 9 a 21 hojuelas de 1.5 a 3.5 cm, y las semillas son ovoides, carnosas, de 0.7 a 1 cm de largo y color crema claro, con un embrión curvado en el extremo más delgado.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula, Jutiapa, Sacatepéquez, Retalhuleu, Sololá, Quetzaltenango, San Marcos, Quiché y Huehuetenango.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Alcanza de 60 a 80%
Fecha de fructificación	Abril a mayo	Cantidad de semillas por kg	123,000
Forma de colecta	Escalando el árbol o cortando en las ramas.	Tipo de siembra	Semillero o en almácigo, se recomienda la propagación por esquejes.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 12 o 24 horas antes de la siembra
Tiempo de almacenamiento	En cuarto frío, en recipientes sellados a la sombra o en ambientes secos y ventilados.		

9. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Frangula capreifolia*
(Schlechtend.) Grubov

Familia: *Rhamnaceae*

Nombres Comunes: Ilamo amarillo, Ilamo negro, Yema de huevo, Sup, Palo liso, Capulín amarillo

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): Los frutos son alimento del Quetzal y del pavo de cacho

Descripción botánica: Arbusto grande o árbol pequeño que puede alcanzar entre 15 y 20 metros de altura, con un tronco de hasta 60 cm de diámetro y ramas pubescentes o glabras. Sus flores verdosas se agrupan en las axilas de las hojas y tienen un cáliz de aproximadamente 2,5 mm. Los frutos son drupas globosas o elipsoides, de 5 a 10 mm de diámetro, que cambian de verde a negro al madurar y contienen una o dos semillas en pulpa carnosa. Las hojas son delgadas, elípticas a lanceoladas, de 6 a 15 cm, con bordes serrulados y un envés densamente pubescente. Las semillas son elípticas, miden alrededor de 6 mm por 4 mm y son aladas, lo que permite su dispersión por el viento.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango, San Marcos y Huehuetenango.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se ha registrado que pueden alcanzar de 8-40%
Fecha de fructificación	Se han identificado botones florales en mayo y flores en junio. Frutos inmaduros en agosto y frutos maduros en septiembre.	Cantidad de semillas por kg	8,500-9,090
Forma de colecta	Se deben recolectar directamente del árbol, con ayuda de una tijera podadora, cuándo los frutos ya estén de color púrpura o negros.	Tipo de siembra	Se recomienda establecerla en semilleros, con sustratos de arena y tierra negra en proporción 2:1, desinfectado con agua hirviendo. Realizar el semillero en un invernadero, con temperatura media de 18 °C y humedad relativa de 94%. La germinación ocurre entre los 70 a 100 días
Puede almacenarse	Si		
Tiempo de almacenamiento	N/A	Métodos de escarificación	Mantener las semillas en agua a temperatura ambiente durante 2 días.

10. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Fraxinus uhdei* (Wenz.)
Ligelsch

Familia: *Oleaceae*

Nombres Comunes: Fresno, Madre de agua,
Urapán

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): Tintes naturales,
cercos, forraje, fijación de nitrógeno

Descripción botánica: Árbol de 12 a 20 m de alto, con corteza de color gris. Hojas compuestas, imparipinadas, de siete folíolos. Cada folíolo es verde, membranoso, lanceolado, con un ápice acuminado. Flores en panículas más pequeñas que las hojas compuestas, con flores diminutas. Florencia en marzo. Frutos numerosos, de color café, alados (sámaras) de 2 a 4 cm de largo por 5 mm de ancho.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chiquimula, Jutiapa, Sacatepéquez, Retalhuleu, Sololá, Quetzaltenango, San Marcos, Quiché y Huehuetenango.



Foto por: Manuel Guillermo Millán Otero

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se germinación promedio es de 40%
Fecha de fructificación	Abril a septiembre	Cantidad de semillas por kg	47,300
Forma de colecta	Las semillas se pueden recolectar de los árboles después de que han cambiado de un color verde a dorado; alternatively, las semillas se pueden barrer y juntar de la calle o de otras superficies lisas después de su caída.	Tipo de siembra	Se establecen en semillero o directamente en los recipientes, se recomienda la propagación por esquejes.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	1) Escarificar con arena o turba por 60 a 90 días a 5 °C. 2) Remojar en agua de 10 a 27 días a 21 °C antes de sembrarlas. 3) Retirar la testa y remojar por 24 horas.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas pueden almacenarse por varios meses en envases de vidrio bajo condiciones herméticas, a 4 °C, con un contenido de humedad de 7 a 10 %.		

11. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Heliocarpus appendiculatus* Turcz

Familia: *Malvaceae*

Nombres Comunes: Palo de pote, Cajete, Jonote, Calahue

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): De la corteza se extrae fibra para crear cuerdas y artesanías

Descripción botánica: Árbol que mide hasta 15 metros de altura, con un tronco de 30 a 40 cm de diámetro y corteza gris clara o amarillo grisáceo, que es roja o marrón rojiza en su interior. Presenta panículas grandes con yemas de 6 mm y sépalos lineales tomentosos. Sus frutos son ovalados u orbiculares, con superficies hirsutas y márgenes ciliados. Las hojas son ovadas o redondeadas, de 12 a 23 cm, con una base redondeada y apéndices verdes; son verdes y casi glabras en el haz, y densamente tomentosas en el envés. Las semillas miden aproximadamente 2 mm, con una capa externa suave y una interna dura.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, El progreso, Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez, Retalhuleu, Quetzaltenango, San Marcos y Quiché.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Su germinación va de 60 a 64%
Fecha de fructificación	Agosto a septiembre	Cantidad de semillas por kg	940,000
Forma de colecta	Los frutos se colectan en el árbol o en el suelo, siempre y cuando no hayan abierto, se exponen al sol para extraer las semillas	Tipo de siembra	Se realiza en semilleros o directamente en recipientes
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	1) Sumergir la semilla durante 12 a 24 horas en agua a temperatura ambiente. 2) Sumergir las semillas en agua de 10 a 30 segundos en agua caliente.
Tiempo de almacenamiento	En bolsas selladas, en lugar seco y luminoso, se mantienen viables 20 días como máximo, se recomienda siembra inmediata		

12. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Juglans olanchana* Standl. & L. O. Williams

Familia: Juglandaceae

Nombres Comunes: Nogal

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: No
- Otros (especificar): N/A

Descripción botánica: Árbol de 20 a 40 m de altura y 0.9 a 1.5 m de diámetro, con fuste cilíndrico y recto, ramificación permanente desde los 4 a 5 m. Corteza áspera, gris oscura o café, con fisuras y escamas. Hojas compuestas con 4 a 6 pares de hojuelas, elíptico-oblongas a elíptico-lanceoladas, de 5 a 10 cm. Especie monoica con flores pequeñas, blanco amarillentas; femeninas en espigas cortas y masculinas en racimos. Produce drupas grandes, ovaladas, con exocarpo áspero y semilla rugosa de aproximadamente 3.8 cm de diámetro. Semillas ortodoxas con testa dura y dormancia natural.

Distribución en Guatemala:

Alta Verapaz: San Pedro Carchá, Tactic, Cobán, Santa Cruz Verapaz; **Baja Verapaz;** **Quiché,** **Sacatepéquez;** **Guatemala:** Guatemala, Amatlán, Mixco, Villa Nueva; **Huehuetenango;** **Santa Rosa:** Pueblo Nuevo Viñas; **Sololá:** Santa María Visitación, Sololá, Santa Lucía Utatlán, Santa Clara La Laguna, Santiago Atitlán, Santa Cruz La Laguna, San Lucas Tolimán, San Pedro La Laguna, San Juan La Laguna; **Totonicapán.**

En bosques de pino-encino de 975 a 1,500 m.s.n.m.



Fotos por: María Chavarría

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Tiene una alta tasa de germinación que va de 65 a 70%
Fecha de fructificación	Agosto a octubre	Cantidad de semillas por kg	35
Forma de colecta	En el suelo	Tipo de siembra	Semillero o directamente en la bolsa o tubete.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	1) Remojar en agua a temperatura ambiente durante 24 horas. 2) Perforar la semilla sin dañar el embrión.
Tipo de almacenamiento	Soporta de 2 a 4 meses en recipientes sellados en ambiente seco y ventilado.		

13. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Liquidambar styraciflua L.*

Familia: *Altingiaceae*

Nombres Comunes: Liquidámbar, árbol del ámbar, árbol del estoraque, estoraque, ocozol y liquidámbar americano

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: No
- Otros (especificar): Aromatizante, Cosmético, Producción de resina, Ornamental, Artesanal, Alimento de aves

Descripción botánica: Árbol que alcanza alturas de 25 a 40 metros, con corteza grisácea profundamente surcada y un tronco de más de un metro de diámetro. Presenta inflorescencias masculinas en amentos erectos de 3-6 cm y femeninas en cabezuelas globosas colgantes de 2,5 a 5 cm. Su fruto es un sincárpico globoso de 2-4 cm, erizado, que contiene 1-2 semillas fértiles y permanece en el árbol durante el invierno. Las hojas son cordadas o subcordadas, con lóbulos acuminados y con pecíolos de 10 a 18 cm, y son verde oscuro y lustrosas en el haz. Las semillas son aladas, ovaladas y angulosas, de 8-10 mm, junto con varias semillas estériles de aproximadamente 2 mm.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Quiché, Guatemala, Huehuetenango, Petén y Jalapa.



Fotos por: Candy Girón Cabrera

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Posee una moderada tasa de germinación que va de 30 a 70%
Fecha de fructificación	Mayo a junio	Cantidad de semillas por kg	150,000
Forma de colecta	Los frutos se pueden coleccionar de árboles talados o directamente escalando o sacudiendo los árboles en pie.	Tipo de siembra	En almácigos germinan a una profundidad de 0.6 a 1.5 cm.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Inmersión en agua a temperatura ambiente de 24 a 48 horas. 2) Estratificación en frío a 2 °C, durante 15 a 90 días (se recomiendan 30). 3) Estratificación antes de la siembra durante 30 a 60 días en arena húmeda a 4 °C.
Tiempo de almacenamiento	Se almacenan en frascos sellados a temperaturas entre 1 y 5 °C con una humedad del 10 al 15 %. En condiciones de almacenamiento en frío seco, pueden conservarse durante un año.		

14. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Lysiloma auritum* (Schltdl.) Benth.

Familia: Fabaceae

Nombres Comunes: Sare, Quebracho blanco, Sare negro, Cacagüite, Cacahuite, Guaje, Sicaguite

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: No
- Otros (especificar): Para curtir pieles y cercos vivos

Descripción botánica: Este árbol puede medir entre 6 y 25 metros de altura, con una copa plana o abierta y corteza marrón claro que a veces se enrosca en grandes escamas. Presenta ramitas jóvenes densamente pilosas. Sus inflorescencias son racimos cortos de 1 a 1.5 cm, con flores pediceladas y un cáliz de 2 mm; la corola es blanca y mide entre 3 y 4 mm. El fruto es una vaina o legumbre de 12 a 16 cm de largo, de color negruzco o ferruginoso y glabra. Las hojas son compuestas, con 10 a 25 pares de folíolos oblongo-lineales de 4 a 5 mm, generalmente ciliados. Las semillas son de color pardo rojizo a oscuro, miden entre 6 y 8 mm y están cubiertas por una vaina.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Jalapa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango y Sololá.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Su germinación es baja y va del 5 al 9%
Fecha de fructificación	Fructifica de agosto a marzo, la época de floración de febrero a mayo.	Cantidad de semillas por kg	39,000
Forma de colecta	Los frutos se colectan directamente del árbol cuando tiene un color negro. Las semillas se extraen de las vainas de forma manual se asolean de 4-5 días, en períodos de 3-4 horas por día.	Tipo de siembra	Se recomienda sembrarlas en cajas germinativas con arena o directamente en bolsa, colocando 2 o 3 semillas en cada una. Necesitan de 3 a 13 días para germinar, el repique se realiza 2 -4 semanas después de iniciar la germinación y la permanencia en vivero varía de 3 a 6 meses. Se recomienda la propagación por esquejes.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas 24 horas en agua a temperatura ambiente, eliminando impurezas
Tiempo de almacenamiento	Debe almacenarse en seco y en envases sellados y colocarlos en un lugar fresco.		

15. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Oreopanax xalapensis*
Decne. & Planch.

Familia: *Araliaceae*

Nombres Comunes: Mano de león, mano de tigre, aticuej, chili, mazorco, matagente, cacho de venado, mano de danta, mazorquilla, palmillo, palo de agua, pata de gallo

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): Ornamentación, Alimento de aves, Forrajero

Descripción botánica: Es un arbusto o árbol que puede alcanzar hasta 18 metros de altura y tiene un tronco de 45 cm de diámetro. Sus hojas son digitadamente 5-9 folioladas, con folíolos cartáceos o subcoriáceos, estrechamente oblongos-lanceolados a obovados, de 10 a 25 cm de largo, y presentan un color verde lustroso por encima. Las flores se agrupan en cabezas de 5 a 15 mm de diámetro, formando racimos terminales que pueden medir más de 30 cm. Los frutos son sub globosos, de 5 a 6 mm, que cambian de color blanco a negro al madurar y son muy jugosos.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Santa Rosa, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Suchitepéquez, Sololá, Quiché, Huehuetenango, Quezaltenango, San Marcos.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Posee una germinación moderada que va de 45 a 63%
Fecha de fructificación	Florece de julio a octubre, fructifica de abril a mayo	Cantidad de semillas por kg	170,000 a 280,000
Forma de colecta	Los frutos se recolectan manualmente cuando están maduros.	Tipo de siembra	Se recomienda la siembra en semillero, preferiblemente con luz indirecta.
Puede almacenarse	Si		
Tiempo de almacenamiento	Las semillas se almacenan con contenidos de humedad de 6 a 8% en cámaras frías a una temperatura de 4°C, en estas condiciones pueden mantenerse viables durante 8 meses.	Métodos de escarificación	No requiere ningún tratamiento, sin embargo, pueden sumergirse en agua a temperatura ambiente durante 24 horas.

16. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Ostrya virginiana subsp. Guatemalensis* (Mill) K. Koch

Familia: *Betulaceae*

Nombres Comunes: Palo ladino, Duraznillo, Palo de hierro

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): Ornamental, Melífera, Alimento de aves, Artesanías, Forraje

Descripción botánica: Árbol mediano que alcanza de 6 a 18 metros de altura y hasta 0,90 m de diámetro, con corteza delgada de color marrón claro. Presenta inflorescencias en forma de amento, delgadas y colgantes, con amentos fructíferos de 5 a 7 cm y brácteas infladas de color verde pálido o pardusco. El estróbilo mide entre 2,5 y 7,5 cm y contiene semillas en involucros membranosos reticulados. Las hojas son delgadas, cortamente pecioladas, ovadas a oblongas, de 6 a 10 cm, con bordes aserrados y densamente pilosas en el envés. La nuececilla es monosperma, ovoide, de 5 a 6 mm de largo y 2 a 3 mm de ancho, de color castaño, lisa y lustrosa.

Distribución en Guatemala: Baja Verapaz, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Santa Rosa, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Suchitepéquez, Quiché, Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos. ehuetenango, Quezaltenango, San Marcos.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Su germinación va de 27 a 65%
Fecha de fructificación	Agosto a octubre	Cantidad de semillas por kg	55,100 a 77,200
Forma de colecta	Los frutos se colectan en el árbol antes de abrir, se coloca en un lugar seco para extraer las semillas.	Tipo de siembra	Se realizan en semilleros o directamente en recipientes colocando de dos a tres semillas por recipiente.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Deben estratificarse durante 60 días en arena húmeda alternado temperaturas de 30° C durante 8 hs y 20° C durante las 16hs. Posteriormente se siguen estratificando durante 140 días más a una temperatura de 5° C.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas se mantienen viables durante 18 meses en condiciones herméticas entre 1 a 4 °C y con un 8% de humedad.		

17. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Perymenium grande* Hemsl.

Familia: Asteraceae

Nombres Comunes: Taxiscobo, Tzaj, Tatascán, Tatascame

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): Ornamental, Melífera, Alimento de aves, Artesanías, Forraje

Descripción botánica: Arbustos o árboles que alcanzan hasta 20 metros de altura, aunque generalmente son más pequeños, con corteza blanquecina, grisácea o marrón claro, que a menudo está fisurada y puede desprenderse en secciones verticales. Las flores presentan un radio de 7 a 8, con una lámina de 8-13 mm y un tubo de 1 a 3 mm; el disco tiene alrededor de 25 flores con corola de 4 a 5 mm. Los frutos son aquenios del disco, fuertemente convexos y alados, con aristas marginales de hasta 2 mm. Las hojas son ovadas o lanceoladas, miden entre 10 y 26 cm de largo y 3.5 a 7.5 cm de ancho, con bordes aserrados y densamente hispídulas en el envés, y pecíolos de 1.5 a 7 cm.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Chiquimula, Huehuetenango, Guatemala, Jalapa, El Progreso, Chimaltenango, Sacatepéquez y Sololá.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Distintos documentos indican que el porcentaje de germinación con semillas es alto, sin embargo, no existen fuentes de información que lo confirmen de manera precisa.
Fecha de fructificación	Floración de septiembre a abril y la producción de frutos y semillas en los meses de enero a abril	Cantidad de semillas por kg	N/A
Forma de colecta	N/A	Tipo de siembra	Se recomienda la propagación asexual con esquejes debido a que se obtiene un 95% de supervivencia y el desarrollo de las plantas es más acelerado.
Puede almacenarse	N/A		
Tiempo de almacenamiento	N/A	Métodos de escarificación	N/A

18. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Pinus ayacahuite* Ehren.

Familia: *Pinaceae*

Nombres Comunes: Pino blanco, acalote, ayacahuite, ocote gretado, pinabete, pino gretado

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: No
- Otros (especificar): Ornamental, árboles navideños, producción de resina

Descripción botánica: Este árbol puede alcanzar hasta 50 metros de altura y un tronco de 2 metros de diámetro, con ramas que son grises y suaves en jóvenes, volviéndose cafés oscuros en ejemplares viejos. Los estróbilos masculinos son cónicos y amarillos, mientras que los femeninos miden entre 25 y 35 cm y tienen escamas café claro a rojizo. Las hojas presentan 5 acículas por fascículo, son pálidas a verde grisáceo arriba y plateadas abajo, con longitudes de 5,5 a 22 cm. Las semillas son grises a café con manchas oscuras, con alas de 3 a 3,7 cm de largo.

Distribución en Guatemala: Huehuetenango, Jalapa, Quetzaltenango, Totonicapán, Sacatepéquez, Zacapa, El Progreso, San Marcos y Sololá.



Foto por: Mike Tidwell

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	La germinación va de 60 a 70%
Fecha de fructificación	Agosto a octubre	Cantidad de semillas por kg	13,200 a 19,600
Forma de colecta	Se colectan los estróbilos escalando el árbol, se colocan en patios de secado para que abran con ayuda de la luz solar	Tipo de siembra	Semillero o directamente en la bolsa o tubete colocando 2 a 3 semillas por recipiente
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 12 a 18 horas antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas son ortodoxas y pueden ser almacenadas a temperaturas entre 4-5°C durante cinco años.		

19. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Pinus hartwegii* Lindl

Familia: *Pinaceae*

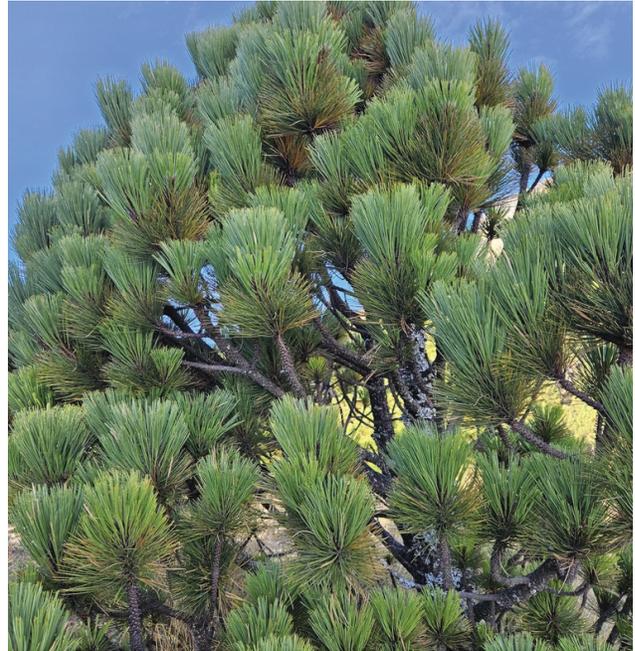
Nombres Comunes: Pino Colorado, Pino de las Cumbres, Pino de montaña, Pino de altura

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: No
- Otros (especificar): Artesanías, Ornamental

Descripción botánica: Árbol grande que mide entre 20 y 30 metros de altura, con troncos que superan 1 metro de diámetro. La corteza de los árboles viejos es marrón rojiza, con grietas verticales y horizontales, y se presenta en placas escamosas. Los estróbilos masculinos son oblongo-ovoides y púrpura oscuro, agrupados en 2 a 6 en pedúnculos horribles, mientras que los estróbilos femeninos son ovoides, simétricos y miden entre 8 y 10 cm, naciendo en grupos de 3 a 5. Las hojas están en fascículos de 4 a 5, son gruesas y rígidas, de 8 a 12 cm de largo, con márgenes finamente aserrados. Las semillas son negras, miden cerca de 5 mm, tienen alas articuladas de color marrón pálido y miden entre 10 y 11 mm de largo.

Distribución en Guatemala: Baja Verapaz, Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos, Sacatepéquez, Guatemala y Sololá.



Fotos por: Botanicalkatz

Características de la Semilla			
Producción	Añual	Porcentaje de germinación	Tiene una alta tasa de germinación que es del 72%
Fecha de fructificación	Agosto a octubre	Cantidad de semillas por kg	75,000 a 90,000
Forma de colecta	Las semillas se recolectan de conos maduros, se obtienen escalando los árboles. Se recomienda realizar la recolección en condiciones secas para asegurar la viabilidad.	Tipo de siembra	Se realizan en semilleros o directamente en recipientes colocando de dos a tres semillas por recipiente.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 12 a 18 horas antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas son almacenadas de 5 a 10 años sin que pierda significativamente su viabilidad, manteniéndola a temperaturas entre 3 y 4 °C y con contenidos de humedad de 6 a 8%, en bolsas de plástico herméticamente selladas.		

20. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Pinus maximinoi* H.E. Moore

Familia: *Pinaceae*

Nombres Comunes: Pino candelillo, Pino hembra

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: No
- Otros (especificar): Resina para fabricación de aguarrás

Descripción botánica: Este árbol puede alcanzar alturas de 35 a 50 metros y diámetros de 40 a 90 cm, con una corona densa en forma de domo. La corteza joven es delgada y grisácea, volviéndose quebradiza con la edad. Sus conos son ovoides, miden de 5 a 9 cm de largo y son deciduos. El follaje es denso y péndulo, con 5 acículas por fascículo de 20 a 35 cm. Las semillas tienen alas café claro de 16 a 20 mm que facilitan su dispersión y poseen de 6 a 8 cotiledones.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Santa Rosa, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Guatemala, Sacatepéquez, Huehuetenango, Chimaltenango, Sololá, Totonicapán y Quiché.



Fotos por: Joel Cutzal

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Muy alta tasa de germinación que va de 84 a 95%
Fecha de fructificación	Diciembre a marzo	Cantidad de semillas por kg	50,000 a 100,000
Forma de colecta	Se colectan los estróbilos escalando el árbol, se colocan en patios de secado para que abran con ayuda de la luz solar	Tipo de siembra	Semillero o directamente en la bolsa o tubete colocando 2 a 3 semillas por recipiente
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 12 a 18 horas antes de la siembra
Tiempo de almacenamiento	Se almacenan en bolsas de polietileno herméticamente selladas, a bajas temperaturas (3 a 4° C), con un contenido de humedad de 6 a 8%, de esta manera soportan viables de 5 a 10 años, en condiciones ambientales pierden su viabilidad en menos de dos meses		

21. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Pinus montezumae* Lamb.

Familia: *Pinaceae*

Nombres Comunes: Pino macho

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: No
- Otros (especificar): Ebanistería, celulosa para papel

Descripción botánica: Este árbol de altura media a grande puede alcanzar hasta 30 metros y tener un tronco de 75 cm o más de diámetro, con corteza gris oscura y rugosa. Sus conos son ovoides a cónicos, de 18 a 30 cm de largo, y se abren al madurar. Las hojas, generalmente en fascículos de 5, son de color verde oscuro, miden entre 15 y 45 cm y son serruladas. Las semillas tienen alas de 2 a 2,5 cm de largo, engrosadas en la base.

Distribución en Guatemala: Chimaltenango, Guatemala, Huehuetenango, Quetzaltenango, Sacatepéquez, San Marcos y Totonicapán



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	85%
Fecha de fructificación	Diciembre a enero	Cantidad de semillas por kg	27,000
Forma de colecta	Se colectan los estróbilos escalando el árbol, se colocan en patios de secado para que abran con ayuda de la luz solar	Tipo de siembra	Se realizan en semilleros o directamente en recipientes colocando de dos a tres semillas por recipiente.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas son almacenadas con un contenido de humedad de 6 a 8% o de 10% y en un ambiente con temperaturas inferiores a 0 °C. Las semillas pueden ser almacenadas por 10 años		

22. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltldl.

Familia: *Pinaceae*

Nombres Comunes: Pino de ocote, Pino rojo, Pino colorado

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: No
- Otros (especificar): Madera impregnada, resina para fabricación de aguarrás

Descripción botánica: Este árbol puede alcanzar alturas de 30 a 35 metros y diámetros de 40 a 100 cm, con una corona cónica e irregular y corteza áspera de color café oscuro, profundamente fisurada y exfoliante. Sus conos son ampliamente ovoides, de 5 a 10 cm de largo, persistentes y dispuestos en pedúnculos rígidos. Las agujas son gruesas y ásperas, agrupadas en fascículos de 3 a 5, con longitudes de 20 a 28 cm. Las semillas son triangulares, miden entre 4 y 7 mm y tienen alas de 10 a 15 mm.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Guatemala, Huehuetenango, Sacatepéquez, Quiché, San Marcos y Zacapa.



Foto por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se ha observado un porcentaje de germinación de 60 a 90 %
Fecha de fructificación	Marzo a mayo	Cantidad de semillas por kg	38,000 a 65,000
Forma de colecta	Se colectan los estróbilos escalando el árbol, se colocan en patios de secado para que abran con ayuda de la luz solar	Tipo de siembra	Semillero o directamente en la bolsa o tubete colocando 2 a 3 semillas por recipiente
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	Se almacenan en bolsas de polietileno herméticamente selladas, a bajas temperaturas (3 a 4°C), con un contenido de humedad de 6 a 8%, mantienen un 80% de germinación durante períodos de 60 meses.		

23. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Pinus pseudostrobus* Lindl.

Familia: *Pinaceae*

Nombres Comunes: Pino triste, Pino blanco, Pino lacio

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: No
- Otros (especificar): Ornamentación, celulosa para papel

Descripción botánica: Este árbol de tamaño medio a muy grande mide entre 10 y 30 metros de altura, con troncos que a veces superan 1 metro de diámetro. Su corteza es suave y cambia de color gris al principio a café grisáceo en la madurez. Las ramas jóvenes son de 4 a 8 mm de grosor y pueden ser ligeramente rugosas y pruinosas. Los conos son dehiscentes, deshidratados en madurez, y tienen formas ovoides a cónico-oblongos, midiendo entre 5,5 y 14 cm de largo y 2,5 a 10 cm de grosor, con escamas engrosadas en la punta. Las hojas suelen agruparse en fascículos de 5 (a veces 6), son flexibles, suaves, alargadas y pueden medir de 10 a 35 cm de largo y 0,6 a 1 mm de grosor, con bordes moderadamente serrulados y estomas presentes en ambas superficies. Las semillas son aladas, delgadas en la base o ligeramente engrosadas.

Distribución en Guatemala: Chimaltenango, Huehuetenango, Guatemala, Quetzaltenango, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá y Totonicapán.



Fotos por: Ramón 19

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Tiene una alta tasa de germinación entre el 75 a 86%
Fecha de fructificación	Noviembre a diciembre	Cantidad de semillas por kg	43,000
Forma de colecta	Se colectan los estróbilos escalando el árbol, se colocan en patios de secado para que abran con ayuda de la luz solar	Tipo de siembra	Se realizan en semilleros o directamente en recipientes colocando de dos a tres semillas por recipiente.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua a temperatura ambiente durante 24 horas antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas son almacenadas con un contenido de humedad de 6 a 8% o de 10% y en un ambiente con temperaturas inferiores a 0 °C. Las semillas pueden ser almacenadas por 10 años		

24. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Pinus tecunumanii* Eguluz & J. P. Perry.

Familia: *Pinaceae*

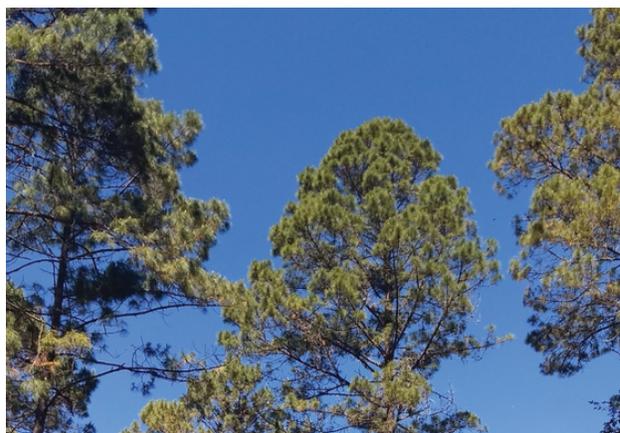
Nombres Comunes: Pino rojo, Pino Tecún Umán

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: No
- Otros (especificar): Artesanías, celulosa y papel, madera tratada

Descripción botánica: Este árbol puede alcanzar alturas de 30 a 45 metros y diámetros de 50 a 110 cm. Las ramas jóvenes presentan brotes pruinosos, y el fuste puede tener engrosamientos nodales. La corteza es áspera y fisurada en la base, volviéndose lisa y más delgada hacia la parte superior, de color grisáceo y exfoliante en escamas que dejan manchas rojizo-anaranjadas. Los conos son angostamente cónicos, miden entre 4 y 8 cm de largo y 3 a 5 cm de ancho, y pueden ser solitarios o en grupos. El follaje es delgado y verde claro, con acículas generalmente agrupadas en fascículos de 4, midiendo entre 14 y 25 cm de largo. Las semillas son ortodoxas.

Distribución en Guatemala: Baja Verapaz, Guatemala, Chimaltenango, Jalapa, Totonicapán, Quetzaltenango y Sololá.



Fotos por: Diego Manzano Méndez

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se ha reportado una tasa de germinación promedio de 77%
Fecha de fructificación	Agosto a octubre	Cantidad de semillas por kg	50,000 a 70,000
Forma de colecta	Se colectan los estróbilos escalando el árbol, se colocan en patios de secado para que abran con ayuda de la luz solar	Tipo de siembra	Se realizan en semilleros o directamente en recipientes colocando de dos a tres semillas por recipiente.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas en agua por 12 horas antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas son almacenadas de 5 a 10 años sin que pierda significativamente su viabilidad, manteniéndola a temperaturas entre 3 y 4 °C y con contenidos de humedad de 6 a 8%, en bolsas de plástico herméticamente selladas.		

25. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Piscidia grandifolia* (Donn. Sm.) I.M. Johnst.

Familia: *Fabaceae*

Nombres Comunes: Palo de zope, Zopilote, Zopilocuabo

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): La corteza y raíces son utilizados para la pesca, son abortivas en ganado bovino. Los frutos y forraje son utilizados como suplemento en la dieta de bovinos en época seca.

Descripción botánica: Este árbol mide hasta 15 metros de altura, con una copa ancha y corteza pálida que puede volverse gris, marrón claro o verduzco. Presenta inflorescencias en panículas cilíndricas de 10 a 15 cm, con pétalos rosados y blancos. Sus vainas son legumbres de 4 a 11 cm de largo, con 3 a 5 semillas densamente pilosulas. Los folíolos son ovalados a ovados, de 6 a 12 cm, con un haz glabro y nervaduras impresas en el envés. Las semillas tienen alas anchas y algo rizadas.

Distribución en Guatemala: Baja Verapaz, Chiquimula, Santa Rosa, Guatemala, Sacatepéquez, Huehuetenango y Sololá.



Fotos por: Joel Cutzal

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Tiene una tasa de germinación promedio de 55%
Fecha de fructificación	Frutos observados entre febrero y abril, clon floración en enero y febrero.	Cantidad de semillas por kg	59,524
Forma de colecta	Los frutos son recolectados directamente del árbol o cuando caen al suelo, cuando estos ya están secos y muestran un color café claro. La semilla se obtiene al desechar la cubierta seminal o ala.	Tipo de siembra	Se recomienda sembrarlas en cajas germinativas con arena mezclada con tierra negra, o directamente en bolsa, colocando 2 semillas en cada una. Necesitan de 5 a 20 días para que las plantas emerjan.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Remojo en agua a temperatura ambiente por 24 horas, o bien remojo en agua a 100° C durante 3 minutos, sacar y remojar en agua ambiente antes de realizar la siembra.
Tiempo de almacenamiento	No se tienen registros de almacenamiento de estas semillas, aunque sí pueden almacenarse perdiendo su viabilidad conforme para el tiempo.		

26. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Prunus serotina* var. *capuli* (Cav.) McVaugh

Familia: Rosaceae

Nombres Comunes: Cerezo negro, Capulín

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): Frutos comestibles, corteza es utilizada para tratar diarreas, la semilla contiene aceites útiles en la fabricación de jabón y pinturas. La fermentación del fruto produce bebidas embriagantes.

Descripción botánica: Árbol pequeño o de tamaño mediano, que rara vez alcanza los 15 metros de altura y puede tener un tronco de hasta un metro de diámetro. La corteza es marrón rojiza o grisácea y casi lisa, con una copa generalmente ancha. Las hojas son delgadas y brillantes, sobre pecíolos delgados que a menudo tienen 2 glándulas cerca del ápice. Las láminas son lanceoladas a ovado, de 6 a 18 cm de largo, con bordes serrados y casi glabras. Los racimos son alargados, con muchas flores delgadas y pediceladas; los pétalos son blancos. El fruto es rojo o casi negro, mide alrededor de 1 cm de diámetro o más, y tiene un sabor dulce.

Distribución en Guatemala: Se encuentra principalmente a altitudes de 1,500 a 3,000 msnm, Alta Verapaz (Cobán), Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quiché, Totonicapán, Quetzaltenango y San Marcos.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	50-100%, alcanza el 100% con tratamientos pregerminativos.
Fecha de fructificación	Florece de enero a marzo. La época de fructificación es entre mayo y agosto.	Cantidad de semillas por kg	9000 a 11800
Forma de colecta	Puede ser recolectada al pie del árbol o directamente del árbol. Es mejor coleccionar en el árbol para evitar pudriciones en el suelo. Una vez recolectados es necesario macerar los frutos manualmente y de forma mecanizada para obtener la semilla, no se debe permitir que el fruto se fermente ya que provoca daños a la semilla.	Tipo de siembra	Se siembran directamente en bostas a 1.50 cm de profundidad, la germinación se da de 15 a 50 días. Puede utilizarse sustratos mezclando tierra negra, turba, humus, cascarilla de arroz y tierra agrícola. Si se realiza semillero, las plantas deben tener de 4 a 5 centímetros para el repique.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Las semillas se colocan en agua a temperatura ambiente durante 5 días. Sumergir las semillas en agua a temperaturas de 80-90 °C y dejar reposar 24 horas.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas se secan y ventilar y se eliminan las impurezas. Se guarda en recipientes sellados a baja o alta humedad, pero con bajas temperaturas (2 °C), Mantienen su viabilidad hasta por 8 años.		

27. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus acutifolia* Née

Familia: *Fagaceae*

Nombres Comunes: Encino rojo, Roble, Sical, Huite, Bans

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): N/A

Descripción botánica: Árbol mediano de 10 a 15 m de altura y tronco de 0.5 a 1 m de diámetro, con ramillas café rojizo de 1.5 a 4 mm de grosor y lenticelas. Yemas ovoides de 3 a 4 mm con ápice tomentoso. Hojas deciduas de 6 a 20 cm, lanceoladas u oblongas, con márgenes enteros o dentados. Flores masculinas en amentos y femeninas lignificadas, polinización por viento. Fruto: bellotas de 16 a 20 mm, café glabro y 1/3 incluido en la copa.



Fotos por: Miguel Ángel Ajozal Chonay

Distribución en Guatemala: **Baja Verapaz:** Salamá, Cubulco, San Jerónimo; **Alta Verapaz:** Tukurú, San Cristóbal Verapaz; **Chimaltenango:** Tecpán, San Juan Comalapa, San José Poaquil, San Martín Jilotepeque, Chimaltenango, Acatenango, San Miguel Pochuta; **El Progreso:** Sanarate, Sansare, Morazán, San Antonio La Paz, San Agustín Acasaguastlán; **Guatemala:** San Juan Sacatepéquez, Chinautla, Mixco, San Raymundo, Palencia, Guatemala; **Huehuetenango:** Santa Eulalia, Aguacatán, San Juan Ixcoy, Chiantla, Nentón, Santa Cruz Barillas, Santa Eulalia, Todos Santos Cuchumatán, Santiago Chimaltenango, Jacaltenango, La Libertad, Cuilco, Santa Bárbara, Huehuetenango, San Rafael Pétzal, Malacatancito; **Jalapa:** Monjas, Jalapa, San Pedro Pinula; **Jutiapa:** Santa Catarina Mita, Jutiapa, Quetzaltenango; **Quiché:** Uspantán, Chicamán, San Pedro Jocopilas, Nebaj, Sacapulas, Santa Cruz del Quiché, Pachalum, Joyabaj, San Andrés Sajcabajá, Canillá; **Sololá:** San Lucas Tolimán; **Sacatepéquez:** San Lucas Sacatepéquez, Santa María de Jesús, Antigua Guatemala, Santo Domingo Xenacoj, Sumpango, San Miguel Dueñas; **San Marcos:** San Rafael Pie de la Cuesta, Esquipulas Palo Gordo, San Miguel Ixtahuacán; **Santa Rosa:** Casillas; **Zacapa:** Río Hondo; **Totonicapán:** San Francisco El Alto, Momostenango, Santa María Chiquimula. En bosques de pino-encino de 1,000 a 2,700 m.s.n.m.

Características de la Semilla			
Producción	Bianual	Porcentaje de germinación	Su tasa de germinación es de 30%, considerada baja aun con tratamientos pregerminativos
Fecha de fructificación	Septiembre a octubre	Cantidad de semillas por kg	600
Forma de colecta	Frutos sanos en el suelo o en las ramas.	Tipo de siembra	Semillero o directamente en la bolsa o tubete.
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Sumergir la semilla de 24 a 48 horas en agua a temperatura ambiente antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	N/A		

28. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus benthamii* A.DC.

Familia: *Fagaceae*

Nombres Comunes: Encino blanco, Roble

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): La corteza es utilizada como tratamiento de diarreas crónicas, las semillas tostadas son un sustituto del café.

Descripción botánica: Este árbol de tamaño mediano a grande mide entre 15 y 35 metros de altura, con ramillas de 0,5 a 3 mm de grosor, café rojizo oscuro y lenticelas prominentes. Las flores masculinas se agrupan en amentos, mientras que las femeninas se disponen en ejes lignificados, siendo polinizadas por el viento. El fruto es una bella globosa, solitaria o en pares, con copas hemisféricas de 20 a 22 mm de ancho. Las hojas son coriáceas, de 5 a 10 cm de largo y 2 a 5 cm de ancho, con un haz glabro y lustroso y un envés tomentoso.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Jutiapa, Jalapa, Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango, San Marcos y Zacapa.



Fotos por: Miguel Ángel Ajozal Chonay

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Posee una moderada tasa de germinación que va de 40 a 70%
Fecha de fructificación	De agosto a noviembre y con floración de mayo a julio.	Cantidad de semillas por kg	600-650
Forma de colecta	Se colectan en el suelo, a menos de 20 días de haber caído del árbol para que no sean dañadas. Pueden recolectarse también directamente en el árbol.	Tipo de siembra	Sembrar la semilla a una profundidad no mayor de una vez el tamaño de la misma, en posición horizontal, evitando la exposición a la luz directa, en semillero o directamente en bolsas. Las semillas germinan de 16 a 35 días.
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas 24 horas en agua a temperatura ambiente, eliminando impurezas y promoviendo la sincronización en la germinación.
Tiempo de almacenamiento	N/A		

29. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus corrugata* Gancho.

Familia: *Fagaceae*

Nombres Comunes: Chicharro, Roble, Encino Rey

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): N/A

Descripción botánica: Este árbol mide entre 6 y 20 metros de altura, con corteza surcada de color gris claro y ramillas de 1,5 a 5 mm de grosor que son glabras y cambian de café a grisáceas. Presenta inflorescencias tipo amento con 1 a 2 flores y un fruto anual, solitario, con una copa hemisférica de 3 a 6 cm de ancho y bellas sub globosas a ovoides de 3 a 5 cm de diámetro, color café oscuro. Las hojas son coriáceas, de 5 a 15 cm (hasta 25 cm) de largo, lanceoladas a oblanceoladas, con márgenes dentados y ambas superficies brillantes y glabras.

Distribución en Guatemala: Chiquimula, Alta Verapaz, Suchitepéquez, Retalhuleu, Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango y San Marcos.



Fotos por: Jessie Aguilar

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Su germinación es variada, alcanzando valores de 50 a 80%
Fecha de fructificación	Agosto a noviembre	Cantidad de semillas por kg	190-1300
Forma de colecta	Puede ser directamente en el árbol o en el suelo, al recolectarlas en el suelo deben ser de color oscuro.	Tipo de siembra	Sembrar la nuez acostada y enterrada a la misma profundidad que su grosor, puede ser en semillero o directamente en bolsa o tubete. Los sustratos pueden ser de tierra, o una mezcla de tierra con arena.
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Sumergir las semillas 24 horas en agua a temperatura ambiente, eliminando impurezas.
Tiempo de almacenamiento	Se recomienda realizar la siembra una vez recolectada la semilla. Tiene viabilidad nula a los 6 meses.		

30. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus crassifolia* Humb. & Bonpl.

Familia: *Fagaceae*

Nombres Comunes: Encino colorado, Roble, Masket, Patán, Encino Huaje

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): Tiene características para usar la celulosa para papel

Descripción botánica: Este árbol pequeño a mediano mide entre 10 y 15 metros de altura, con un tronco de 0,5 metros de diámetro y ramillas cubiertas de tomento gris o café. Presenta inflorescencias tipo amento con 1 a 2 flores y un fruto bianual que puede ser solitario o en grupos, con copas de 15 mm de largo y bellotas ovoides de 15 a 18 mm. Las hojas son muy gruesas y coriáceas, de 4 a 15 cm de largo, con márgenes dentados y un haz brillante, glabro excepto en la vena media.

Distribución en Guatemala: Chimaltenango, Guatemala, Huehuetenango, Quetzaltenango, Quiché, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá y Zacapa.



Fotos por: Joel Cutzal

Características de la Semilla			
Producción	Anual o Bianual	Porcentaje de germinación	50 al 80% los primeros 15 días, con semillas recién colectadas.
Fecha de fructificación	Las bellotas son producidas de julio a agosto	Cantidad de semillas por kg	538
Forma de colecta	Se colectan en el suelo, a menos de 20 días de haber caído del árbol para que no sean dañadas.	Tipo de siembra	Se recomienda sembrar la nuez acostada y enterrada a la misma profundidad que su grosor, puede ser en semillero o directamente en bolsa o tubete. Los sustratos pueden ser de tierra, o una mezcla de tierra con arena.
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Colocar las semillas en agua a temperatura ambiente 12 a 24 horas para separar impurezas, semillas vanas y humedecer las buenas.
Tiempo de almacenamiento	La viabilidad de la semilla tiene un tiempo máximo de 3 meses antes de la siembra.		

31. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus peduncularis* Née.

Familia: *Fagaceae*

Nombres Comunes: Encino, Encino blanco, Pitán, Roble, Thus, Zinuh

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): Utilizado como durmientes de ferrocarril, pisos y muebles de calidad. Las semillas son comestibles, principalmente comida para cerdos. La corteza es utilizada para curtir cueros gruesos y duraderos. El tinte que resulta es utilizado en textilería.

Descripción botánica: Este árbol de tamaño mediano mide entre 12 y 18 metros de altura, con un tronco de 0,75 a 1 metro de diámetro, de color café y corteza rugosa con lenticelas pálidas. Las flores masculinas se agrupan en amentos y las femeninas en ejes lignificados, polinizadas por el viento. El fruto es anual, solitario o en grupos, con copas de 15 a 18 mm de ancho y hermosas ovoides de 15 mm de largo. Las hojas son gruesas y coriáceas, de 6 a 16 cm de largo, obovadas o elípticas, con márgenes onduladas o dentadas y un envés tomentoso.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Zacapa, Chiquimula, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quiché, Huehuetenango, Quetzaltenango y San Marcos.



Fotos por: Saban-Sequén, EA

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	50-80 cuándo la semilla es recién cosechada.
Fecha de fructificación	Frutos observados entre Julio y agosto, con floración de abril a junio.	Cantidad de semillas por kg	500-1500
Forma de colecta	Colecta de frutos en el árbol de color verde amarillentos. Colecta en el suelo, a menos de 20 días después de haber caído del árbol.	Tipo de siembra	Se recomienda sembrarlas en cajas germinativas con Peat Moss, arena o directamente en bolsas, colocando 2 semillas por bolsa. La bellota debe sembrarse de tal forma que la cicatriz peduncular quede hacia abajo. La germinación es heterogénea, entre 8 a 30 días.
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Colocar las semillas en agua a temperatura ambiente hasta que germinen y luego sembrarlas.
Tiempo de almacenamiento	La viabilidad de la semilla tiene un tiempo máximo de 3 meses antes de la siembra.		

32. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus purulhana* Trel.

Familia: *Fagaceae*

Nombres Comunes: Encino blanco

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): N/A

Descripción botánica: Árbol de 6 a 25 m de altura, con ramas café rojizo de 2 a 4 mm, inicialmente vellosas y luego glabras. Yemas ovoides de 2 mm, pilosas o glabras, y estípulas persistentes de aproximadamente 8 mm. Flores masculinas en amentos y femeninas en ejes lignificados, polinización anemófila. Fruto anual, solitario o en grupos, sobre pedúnculos de 1.5 a 2.5 cm; copas jóvenes de 10 mm, densamente tomentosas. Hojas deciduas de 10 a 20 cm, obovadas a elípticas, con márgenes ondulados y venas de 11 a 15 por lado.



Foto por: Mervin Pérez

Distribución en Guatemala:

Baja Verapaz: San Miguel Chicaj, Purulhá, San Jerónimo, Salamá; **Alta Verapaz:** San Juan Chamelco, San Cristóbal Verapaz, Tactic, Tukurú; **Chimaltenango:** Santa Apolonia; **El Progreso:** San Agustín Acasaguastlán, San Antonio La Paz, Morazán; **Chiquimula:** Quetzaltepeque, Esquipulas, Chiquimula; **Santa Rosa:** Oratorio; **Guatemala:** Chinautla, Guatemala, Palencia; **Huehuetenango:** Cuilco, San Miguel Ixtahuacán, Huehuetenango, Malacatancito, San Juan Ixcoy; **Jalapa:** Monjas, San Pedro Pinula; **Jutiapa:** Santa Catarina Mita, Jutiapa, Quesada; **Quetzaltenango:** Nebaj, Sacapulas, Cunén, Uspantán, Joyabaj; **Totonicapán:** Momostenango, Santa María Chiquimula; **Sacatepéquez:** Sumpango; **San Marcos y Zacapa:** Río Hondo.

En bosques de pino-encino de 750 a 2,100 m.s.n.m.

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	40% cuando las semillas son recién colectadas
Fecha de fructificación	Septiembre a octubre	Cantidad de semillas por kg	195
Forma de colecta	Frutos sanos en el suelo o en las ramas.	Tipo de siembra	Semillero o directamente en la bolsa o tubete.
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Sumergir la semilla de 24 a 48 horas en agua a temperatura ambiente antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	N/A		

33. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus rugosa* Née

Familia: *Fagaceae*

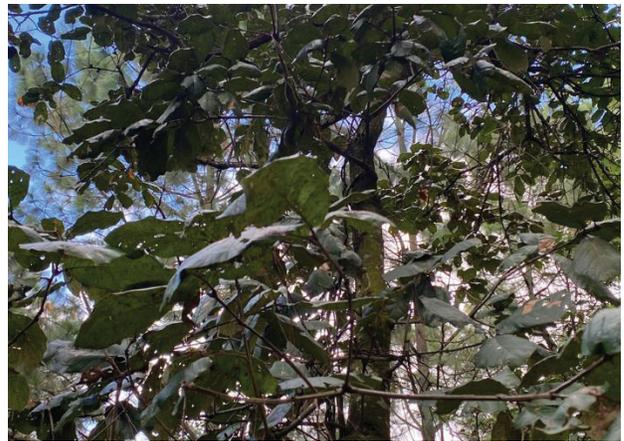
Nombres Comunes: Roble, Encino, Encino avellano

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): Con las bellotas se hace un tipo de bebida similar al café; la corteza por los taninos se usa para curtir piel; con la pulpa se puede elaborar papel; la corteza se utiliza para tratar úlceras y hemorragias.

Descripción botánica: Este árbol mide entre 3 y 8 metros de altura, aunque puede alcanzar hasta 25 metros, con un tronco de 30 a 90 cm de diámetro y ramillas tomentosas que se vuelven casi glabras. Presenta flores masculinas en amentos y femeninas en ejes lignificados, polinizadas por el viento. El fruto es anual, solitario o en grupos de 2 a 3 bellotas ovoides de 15 a 25 mm de largo, con copas hemisféricas cubiertas de escamas pubescentes. Las hojas son gruesas y coriáceas, de 6 a 15 cm de largo, con márgenes crenados o dentados y un haz lustroso.

Distribución en Guatemala: Chiquimula, Alta Verapaz, Suchitepéquez, Retalhuleu, Chimaltenango, Sololá, Quetzaltenango y San Marcos



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Su germinación es variada, alcanzando valores de 50 a 93%
Fecha de fructificación	Frutos observados en octubre a diciembre.	Cantidad de semillas por kg	190 a 1300
Forma de colecta	Se colectan en el suelo, a menos de 20 días de haber caído del árbol para que no sean dañadas, las semillas con cúpula regularmente son vanas.	Tipo de siembra	Se recomienda sembrar la nuez acostada y enterrada a la misma profundidad que su grosor, puede ser en semillero o directamente en bolsa o tubete. Germina el 50% a los 15 días
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Colocar las semillas en agua a temperatura ambiente 12 a 24 horas para separar impurezas, semillas vanas y humedecer las buenas.
Tiempo de almacenamiento	La viabilidad de la semilla tiene un tiempo máximo de 3 meses antes de la siembra.		

34. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus sapotifolia* Liebm.

Familia: *Fagaceae*

Nombres Comunes: Encino Rojo, Roble, Xaccoy

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: No
- Otros (especificar): Resina para fabricación de aguarrás



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Descripción botánica: Árbol de 4 a 20 m de altura, con ramillas de 1.5 a 2.5 mm, surcadas y glabras, de color café claro a rojizo oscuro. Corteza lisa con lenticelas prominentes. Yemas agudas de 3 mm, glabras o con escamas ciliadas, y estípulas deciduas. Flores masculinas en amentos y femeninas en ejes lignificados, polinización anemófila. Fruto anual, solitario o en grupos, con copas de 8 mm y bellotas de 15 mm de largo y 7 mm de ancho, color café claro.

Distribución en Guatemala:

Alta Verapaz: San Cristóbal Verapaz, Tactic, Cobán, Santa Cruz Verapaz; **Baja Verapaz:** Tukurú, El Chol, San Jerónimo, Salamá, Purulhá; **Chiquimula:** Concepción Las Minas, Esquipulas, Olopa, Quetzaltepeque, Chiquimula; **El Progreso:** San Antonio La Paz, San Cristóbal Acasaguastlán, San Agustín Acasaguastlán, Morazán, Sansare; **Guatemala:** Palencia, San Juan Sacatepéquez, San Pedro Sacatepéquez, Mixco, Guatemala, Chinautla, San José Pinula, Santa Catarina Pinula; **Totonicapán:** Momostenango, Totonicapán; **Huehuetenango:** San Juan Ixcoy, Cuilco, Huehuetenango, Chiantla; **Jalapa:** San Pedro Pinula, Mataquescuintla; **Jutiapa:** Jutiapa, Sacatepéquez; **Quiché:** San Juan Cotzal, Uspantán, Joyabaj, Nebaj, Chajul, Cunén, Pachalúm; **San Marcos; Santa Rosa:** Casillas, Santa Cruz Naranjo; **Chimaltenango:** Tecpán Guatemala, Chimaltenango y **Zacapa:** Gualán, Zacapa, Río Hondo, Usumatlán.

En bosques de pino-encino de 800 a 2,600 m.s.n.m.

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Se ha observado que la germinación promedio alcanza valores de 50 a 60%
Fecha de fructificación	Septiembre a octubre	Cantidad de semillas por kg	375
Forma de colecta	Frutos sanos en el suelo o en las ramas.	Tipo de siembra	Semillero o directamente en la bolsa o tubete.
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Sumergir la semilla de 24 a 48 horas en agua a temperatura ambiente antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	N/A		

35. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quercus skinerii* Benth.

Familia: *Fagaceae*

Nombres Comunes: Chicharro, Encino, Caucho

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): Artesanilla con las semillas



Descripción botánica: Árbol de 15 a 35 m de altura, con ramillas de 2 a 4 mm, estriadas y tomentosas, de color café rojizo oscuro. Corteza lisa y yemas ovoides de 4 a 7 mm, pubescentes y café claro, con estípulas deciduas de 7 a 10 mm. Flores masculinas en amentos y femeninas en ejes lignificados, polinización anemófila. Fruto bianual, muy grande, solitario o en grupos sobre pedúnculos de 5 mm; copas de 22 a 45 mm. Bellotas de 18 a 40 mm, glabras, cubriendo 1/4 de su longitud dentro de la copa. Hojas delgadas, de 8 a 30 cm de largo y 3 a 12 cm de ancho, con ápice acuminado y márgenes cartilagosos con dientes aristados.



Fotos por: Miguel Ángel Ajozal Chonay

Distribución en Guatemala:

Chiquimula: Esquipulas, Chiquimula; **Zacapa:** La Unión, Usumatlán; **Jalapa:** Monjas; **Santa Rosa:** Casillas, Cuilapa; **Quetzaltenango:** San Martín Chile Verde; **Suchitepéquez:** Patulul **Guatemala:** San José Pinula, Guatemala; **Alta Verapaz:** Cobán, Santa Cruz Verapaz; Tactic; **Baja Verapaz:** Purulhá, San Jerónimo; **El Progreso:** San Agustín Acasaguastlán; **Sacatepéquez:** Santiago Sacatepéquez, San Juan Alotenango; **Chimaltenango:** Santa Apolonia, San Martín Jilotepeque, Pochuta; **Escuintla;** **Sololá:** Santiago Atitlán, San Lucas Tolimán; **Suchitepéquez:** Patulul; **Quiché;** **San Marcos.**

En bosques de pino-encino y nubosos de 900 a 2,100 m.s.n.m.

Características de la Semilla			
Producción	Bianual	Porcentaje de germinación	Con tratamientos pregerminativos alcanza valores de 20 a 25%
Fecha de fructificación	Septiembre a octubre	Cantidad de semillas por kg	19
Forma de colecta	Se colectan en el suelo, a menos de 20 días después de haber caído del árbol.	Tipo de siembra	Semillero (Colocar la semilla con la base hacia arriba)
Puede almacenarse	No	Métodos de escarificación	Sumergir la semilla de 24 a 48 horas en agua a temperatura ambiente antes de la siembra.
Tiempo de almacenamiento	N/A		

36. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Quetzalia ilicina* (Standley & Steyererm.) Lundell.

Familia: Celastraceae

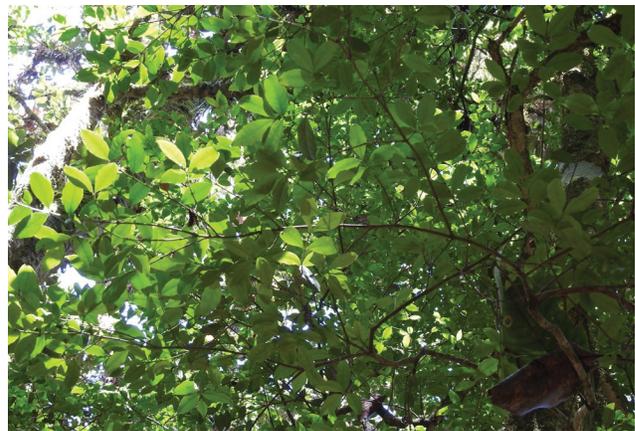
Nombres Comunes: Iximché, Palo de maíz

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): Potencial contra patógenos como *Trypanosoma cruzi* y *Leishmania amazonensis*, Ornamental, Alimento de aves (Quetzal, Pavo de cacho)

Descripción botánica: Árbol glabro que alcanza entre 9 y 12 metros de altura, con ramitas de color pardo purpúreo. Sus hojas son pecioladas, coriáceas y enteras, con un pecíolo robusto de 7-10 mm de largo. Las láminas foliares son elípticas u oblongas-elípticas, miden entre 6.5 y 9.5 cm de largo y 2.5 a 4.5 cm de ancho, presentando un color verde amarillento cuando están secas y un brillo en ambas superficies.

Distribución en Guatemala: Se encuentra en altitudes de 1,600 a 2,800 msnm, endémico de: El Progreso, Zacapa (Laderas sur del Volcán Gemelos, Sierra de las Minas), Quetzaltenango, San Marcos, Sololá, Totonicapán, Quiché, Huehuetenango (Sierra de los Cuchumatanes).



Fotos por: Neptalí Rodríguez Marcial

Características de la Semilla			
Producción	N/A	Porcentaje de germinación	N/A
Fecha de fructificación	Octubre a diciembre	Cantidad de semillas por kg	N/A
Forma de colecta	N/A	Tipo de siembra	N/A
Puede almacenarse	N/A	Métodos de escarificación	N/A
Tiempo de almacenamiento	N/A		

37. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Salix humboldtiana* Willd.

Familia: *Salicaceae*

Nombres Comunes: Sauce amargo, Sauce chileno

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): Cortinas rompevientos, protección contra erosión

Descripción botánica: Arbusto o árbol, que generalmente mide hasta 18 metros de altura, tiene ramas delgadas de color marrón o marrón amarillento. Las flores femeninas son pequeñas, con un ovario globoso de 2 mm, un estigma verde cristalino y un pedúnculo de 1 mm; las masculinas tienen 3 a 4 estambres de 5 mm cubiertos por escamas verdes. Los frutos son cápsulas ovadas y bivalvas, que contienen numerosas semillas con un penacho algodonoso blanco. Las hojas son corto-pecioladas, lineares o lanceolinesales, de 6 a 15 cm de largo y 3 a 10 mm de ancho, con bordes serrulados y un color verde brillante. Las semillas miden entre 0,5 y 0,7 mm, con un denso penacho de pelos blancos.

Distribución en Guatemala: Petén, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Izabal, Zacapa, El Progreso, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Retalhuleu, Huehuetenango, Quetzaltenango, Sololá, Chimaltenango y San Marcos.



Fotos por: Don Marsille

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	El porcentaje de germinación es moderado, alcanzando hasta el 40%
Fecha de fructificación	Abril a septiembre	Cantidad de semillas por kg	47,300
Forma de colecta	Las semillas se pueden recolectar de los árboles después de que han cambiado de un color verde a dorado; alternativamente, las semillas se pueden barrer y juntar de la calle o de otras superficies lisas después de su caída.	Tipo de siembra	Se establecen en semillero o directamente en los recipientes, se recomienda la propagación por esquejes.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	1) Escarificar con arena o turba por 60 a 90 días a 5 °C. 2) Remojar en agua de 10 a 27 días a 21 °C antes de sembrarlas. 3) Retirar la testa y remojar por 24 horas.
Tiempo de almacenamiento	Las semillas pueden almacenarse por varios meses en envases de vidrio bajo condiciones herméticas, a 4 °C, con un contenido de humedad de 7 a 10 %.		

38. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Sambucus canadiensis* L.

Familia: *Adoxaceae*

Nombres Comunes: Sauco blanco, Sauco

Usos potenciales:

- Construcción: No
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: No
- Agricultura (tutores, postes): No
- Protección: Si
- Otros (especificar): Mermeladas, Jarabes, Vinos, Forraje, Alimento de aves

Descripción botánica: Arbusto perenne que mide de 4 a 6 metros de altura, con una copa redondeada y un tronco curvo y rugoso. Sus flores hermafroditas se agrupan en racimos terminales de más de 15 cm, con una corola estrellada de 4 a 5 mm. Los frutos son bayas globosas, jugosas y comestibles, de 8 a 10 mm de diámetro, que contienen de 3 a 6 semillas. Las hojas son compuestas y opuestas, de 20 a 30 cm de largo, flexibles y con bordes aserrados. Aunque el follaje es siempre verde, las semillas son tóxicas por la producción de ácido cianhídrico, por lo que se debe lavar la pulpa del fruto antes de consumirla.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Huehuetenango, Jalapa, El Progreso, Quetzaltenango, Quiché, Sacatepéquez, San Marcos, Sololá y Totonicapán.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Su germinación es variada, alcanzando valores de 45 a 85%
Fecha de fructificación	Mayo a junio	Cantidad de semillas por kg	250,00 a 350,000
Forma de colecta	La recolección de los frutos suele efectuarse desde el suelo, cortando los racimos con unas tijeras podadoras	Tipo de siembra	La siembra se hace a una profundidad de 2,5 cm, en recipientes o semilleros
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	1) Estratificación en caliente (6-12 semanas) + estratificación en frío (12 semanas) y 2) Estratificación en frío (12 semanas) + congelación (1 día).
Tiempo de almacenamiento	El almacenamiento se debe hacer a temperatura de 4°C, en un recipiente hermético y el contenido de humedad debe estar entre 4-8 %		

39. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Trema micrantha* (L.)
Blume.

Familia: *Ulmaceae*

Nombres Comunes: Capulín negro, Capul, Capulín

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: Si
- Energético: Si
- Medicinal: Si
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: Si
- Otros (especificar): La corteza puede utilizarse para elaborar sogas. Se cosen las hojas y semillas para tratamiento de erupciones en la piel. Sirve de refugio y alimento para aves migratorias.

Descripción botánica: Este árbol o arbusto perennifolio mide entre 5 y 13 metros de altura (hasta 30 metros) y tiene un diámetro de 20 a 40 cm (hasta 70 cm), con una copa en forma de sombrilla. Presenta un tronco cilíndrico y recto, con ramas dispuestas en espiral. Las flores son actinomorfas, con inflorescencias axilares, y producen drupas carnosas elipsoides o esféricas de 1,5 a 3 mm, que cambian de verde a rojo-anaranjado al madurar. Las hojas son simples, alternas, con márgenes crenados o serrados, y las semillas son pequeñas, negras, con alta capacidad de germinación.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Zacapa, Baja Verapaz, El Progreso, Chiquimula, Santa Rosa, Escuintla, Guatemala, Sacatepéquez, Chimaltenango, Sololá, Quiché, Quetzaltenango y Suchitepéquez.



Fotos por: Joel Cutzal (2024)

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Tiene una alta germinación, que va de 58 a 70%
Fecha de fructificación	Frutos maduran durante todo el año, presentando mayor fructificación en época seca. La floración se da de mayo a diciembre.	Cantidad de semillas por kg	135,000 a 300,000
Forma de colecta	Los frutos se colectan directamente del árbol cuando presentan una coloración rojiza, se transportan en bolsas de manta y se remojan por 48 horas para que la pulpa se afloje.	Tipo de siembra	Siembra directa en semillero para el control de temperatura y sincronizar la germinación. El tiempo de germinación es de 30 a 50 días a una temperatura de 26°C. Colectadas frescas germinar a los 20 días.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Inmersión en agua por 24 horas. Refrigerar a 2°C por 3 a 4 meses.
Tiempo de almacenamiento	Se recomienda almacenarla a bajas temperaturas (2 °C) en recipientes herméticos.		

40. FICHA TÉCNICA FORESTAL

Nombre Científico: *Vachellia pennatula*
(Schltdl. y Cham.) Seigler y Ebinger.

Familia: Fabaceae

Nombres Comunes: Yaje, Saespino, Acacia, Algarrobo, Espino, Espino blanco

Usos potenciales:

- Construcción: Si
- Madera: No
- Energético: Si
- Medicinal: No
- Sombra de café: Si
- Agricultura (tutores, postes): Si
- Protección: No
- Otros (especificar): Las flores son melíferas, con potencial para extraer aceites para perfumería. Es una planta forrajera, fijadora de nitrógeno. Por el contenido de taninos en la corteza se usa en curtiduría.

Descripción botánica: Este árbol hermafrodita alcanza hasta 12 metros de altura y 30 cm de diámetro, es espinoso, caducifolio, con un tronco corto y copa aplanada. La corteza es verde grisáceo en jóvenes y pardo-rojiza en maduros, con fisuras delgadas. Sus flores son fragantes, agrupadas en cabezuelas globosas, y los frutos son vainas oblongo-lineales de 5 a 13 cm, que no abren debido a su lignificación. Las hojas son compuestas bipinnadas, de 10 a 20 cm de longitud, con numerosos pares de pinnas y folíolos de color verde oscuro en el haz. Las semillas son oblongas u obovadas, de 8 a 9 mm de largo, con 8 a 10 semillas por vaina.

Distribución en Guatemala: Alta Verapaz, Baja Verapaz, Zacapa, El Progreso, Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez y Huehuetenango.



Fotos por: Adid Jimenez

Características de la Semilla			
Producción	Anual	Porcentaje de germinación	Sin escarificar 27.5%. Con escarificación mecánica con lija aumenta a 92.5%.
Fecha de fructificación	De agosto a febrero el fruto es verde, de febrero a abril el fruto es maduro, la floración es de abril a mayo	Cantidad de semillas por kg	7,448
Forma de colecta	Se pueden recolectar directamente del árbol cuando tengan un color castaño oscuro o en el suelo. Es necesario secar los frutos de 3 a 4 días al sol, posteriormente se meten a un costal y se golpean para extraer las semillas.	Tipo de siembra	Se recomienda sembrar a un centímetro de profundidad, la germinación es epigea, puede establecerse en semillero o directamente en bolsas o tubetes utilizando un sustrato tradicional.
Puede almacenarse	Si	Métodos de escarificación	Debido a la latencia física, es necesario lijar las semillas para aumentar el porcentaje de germinación
Tiempo de almacenamiento	Por su latencia física tiene capacidad de almacenarse por varios años. Con temperatura de -20°C y un porcentaje de humedad en la semilla del 15%.		



6.

BIBLIOGRAFÍA

Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. 2010. Lineamientos Técnicos de Manejo Forestal Sostenible para los Bosques Pino Encino de Mesoamérica. Editores: Andrea Nájera, Luis Fernando Pereira y Jorge David Chapas. Conservación Internacional (CI) y The Nature Conservancy (TNC). Guatemala. 44 Pág.

Apodaca-Martínez, M; Cetina Alcalá, VM; Jasso-Mata, J; López-López, MÁ; González-Rosas, H; Uscanga-Mortera, E; García-Esteva, A. 2019. Ruptura de la latencia física y germinación de semillas de *Chiranthodendron pentadactylon* (Malvaceae) (en línea). *Ciencias botánicas* 97(2):211–217. DOI: <https://doi.org/10.17129/botsci.2094>.

Arizaga, S; Martínez, J; Salcedo, M; Bello, M. 2009. Manual de la biodiversidad de encinos michoacanos. Primera Edición. México. 150 p.

Donis, A. 2023. Prácticas agropecuarias, agroindustriales y forestales supervisadas en Proyecto El Escobal, Panamerican Silvers Guatemala. Escuela Nacional Central de Agricultura, Programa de Prácticas, Santa Rosa, Guatemala. 82 p.

Fraaz Leal, S. 2017. Evaluación de especies vegetales como barreras vivas para el control de la erosión de suelos en la finca San Francisco, municipio de Purulhá, Baja Verapaz. Trabajo de graduación, Técnico Producción Agrícola. Cobán, Alta Verapaz, Guatemala. USAC. 75 p.

García Moscoso, J. 1998. Caracterización dendrológica y ecológica del género *Quercus* L. en el bosque de la Montaña de Uyuca, Zamorano, Honduras. Tesis Lic. Ing. Agr. Honduras. Zamorano. 82 p.

Geilfus, F. 1994. El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Turrialba, Costa Rica. 2 v. Serie Técnica, Manual Técnico/CATIE no. 9. 794 p.

Hortícola, PER. 2024. *Dendropanax arboreus* (L.) Decne. & Planch. (1854). — ARALIACEAE — (en línea, sitio web). Consultado 30 dic. 2024. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/7-araliilm.pdf.

IARNA-URL (Instituto de Investigación y Proyección sobre Ambiente Natural y Sociedad de la Universidad Rafael Landívar). 2018. Ecosistemas de Guatemala basado en el Sistema de Clasificación de Zonas de Vida. Guatemala. 122 p.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT) & CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, GT). 2023. Dinámica de la cobertura forestal 2016-2020.

INAB (Instituto Nacional De Bosques, GT) 2017. Conceptos Generales de Restauración del Paisaje Forestal: guía para su implementación en Guatemala. Guatemala, Guatemala. 158 p. (Serie técnica DT-012)

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2014. Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies forestales en plantaciones en Guatemala, Serie Técnica No. DT-002(2015). Guatemala 212 p.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2018. Paquete Tecnológico Forestal para Pino de Ocote *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl. Guatemala, Departamento de Investigación Forestal. 37 p. (Serie técnica DT-019-2018).

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2019. Paquete Tecnológico Forestal para Pino Candelillo *Pinus maximinoi* H.E. Moore versión 1.0. Guatemala, Departamento de Investigación Forestal. 78 p. (Serie técnica DT-033-2019).

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2020. Paquete Tecnológico Forestal para Ciprés común, *Cupressus lusitanica* Mill. Guatemala, Departamento de Investigación Forestal. 86 p. (Serie técnica DT-27-2020).

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2022. Boletín informativo: INAB da recomendaciones para prevenir y actuar ante un incendio forestal. Guatemala, Guatemala.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2023. Guía técnica de especies forestales nativas para restauración del paisaje forestal de Guatemala. Guía técnica sobre recursos genéticos forestales. Serie Técnica GT-050A(2021). Guatemala. 60 p.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2023. Informe de Labores 2023.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2023. Manual de criterios y parámetros técnicos de PROBOSQUE. Tomo I. Guatemala, Guatemala. 106 p.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2023. Manual Técnico de campo para promover la Restauración de Tierras Forestales Degradadas del Bosque de Coníferas de Guatemala. 1ed. Departamento de Restauración Forestal. Guatemala, Guatemala. 96 p. (Serie técnica).

INAB; Popoyán, USAID. 2021. Catálogo de frutos y semillas forestales. Departamento de Semillas y Recursos Genéticos Forestales. Serie Técnica DT-045(2021). Guatemala. 35 p.

INAB; Popoyán, USAID. 2021. Guía Técnica de Frutos y Semillas Forestales. Departamento de Semillas y Recursos Genéticos Forestales. Serie Técnica DT-046(2021). Guatemala. 74 p.

López Malera, A. 2004. Guía técnica dendroenergética para el manejo forestal de la especie roble amarillo (*Quercus peduncularis* Née)

Macías, J; Ortíz, P; García, J; Masaya, L. 2021. Los insectos descortezadores de los pinos en Guatemala: Biología, ecología y manejo en la salud y la sanidad forestal. Instituto Nacional de Bosques. Guatemala, Guatemala, Serviprensa. 83 p.

MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2020. Determinación de la Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra a escala 1:50,000 de la República de Guatemala. Primera edición. 260 p.

Mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala. 2015. Estrategia de restauración del paisaje forestal: mecanismo para el desarrollo rural sostenible de Guatemala. Guatemala, Guatemala, Serviprensa. 58 p.

Mesa de restauración del paisaje forestal de Guatemala. 2018. Oportunidades de restauración del paisaje forestal en Guatemala. Guatemala, Guatemala, Serviprensa. 44 p.

Pennington, T y Sarhukán, J. 2005. Árboles tropicales de México: manual para la identificación de las principales especies. 3 ed. México. Universidad Nacional Autónoma de México, Fondo de Cultura Económica. 523 p.

Prunus serotina. 1998. Ficha técnica del cerezo. *Brittonia* 7 (299): 227-229.

Reglamento para la implementación de planes sanitarios, Acta n.º JD.12.2023. Artículo 1-23. Diario de Centro América. Guatemala, Guatemala. 12 de jul. 2023.

Rodas, L; Quezada, M; Valencia, S; Marroquín, A; Hernández, B; Martínez, J. 2018. Encinos de Guatemala. Primera Edición. Ciudad de Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. 134 p.

Rodríguez-Acosta, M. & Allen, C. 2020. Manual de Propagación de Quercus: Una guía fácil y rápida para cultivar encinos en México y América Central. Jardín Botánico Universitario de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. México. 79 p.

Rodríguez-Trejo, D. A. (Coord.). 2021. Semillas de Especies Forestales. División de Ciencias Forestales, Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, Edo. de Méx. 505 p.

Román, F; De Liones, R; Sautu, A; Deago, J; Hall, S. 2012. Guía para la propagación de 120 especies de árboles nativos de Panamá y el Neotrópico. Environmental Leadership and Training Initiative – ELTI. Colombia. 84 p.

Salazar, R; Soihet, C; Méndez, J. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales en América Latina. Vol 1. Proyecto de Semillas Forestales PROSEFOR del CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 41. Turrialba, Costa Rica. 220 p.

Salazar, R; Soihet, C; Méndez, J. 2001. Manejo de semillas de 75 especies forestales en América Latina. Vol 2. Proyecto de Semillas Forestales PROSEFOR del CATIE. Serie Técnica. Manual Técnico No. 48. Turrialba, Costa Rica. 155 p.

Silva, A; Vega, D; López, P; Corral, J; Briseño, J; Briones, C; Loera, J; Parra, E; Rodríguez, D; Jardel, E. 2021. Metodología para la evaluación de la severidad de incendios forestales en campo, en ecosistemas de bosque templado de México. Versión 1.0. Proyecto CONAFOR-CONACYT-2018-C02-B-S 131553. México. 62 p.

Standley, P.C. 1958. Flora of Guatemala, Volumen I. EE. UU. Chicago Natural Museum. Fieldiana botany 24 (1) 11-63 p.

Trema micrantha. 1998. Ficha técnica del capulín. Museum botanicum 2 (58): 259-262.

Véliz, M; Barrios, A; Dávila C. 2007. Actualización Taxonómica de la Flora de Guatemala, Capítulo 1. Pinophyta (Coníferas). Universidad de San Carlos de Guatemala; Dirección General de Investigación. 130 p.

El presente documento agradece a las siguientes empresas y propietarios individuales que compartieron los conocimientos y experiencias de las acciones de restauración que han implementado en el territorio de la República de Guatemala.

	Asociación Vivamos Mejor	Aldea Chuitzanchaj, Santa Cruz La Laguna, Sololá
N/A	Compañía Constructora Centroamericana S.A.	Finca Los Planes, San José Pinula, Guatemala.
N/A	Jessica Jamilet Gonzáles Xajpot	Municipio de Patzún, Chimaltenango
	Pan American Silver, Guatemala	Mina Escobal, San Rafael Las Flores, Santa Rosa
	Municipalidad de Santa Apolonia	Astillero municipal, Santa Apolonia, Chimaltenango
	Instituto de Investigación sobre el Cambio Climático	Vivero Forestal Regional, Parramos, Chimaltenango
N/A	Efraín Estrada Porres	Aldea Montecristo, Chimaltenango, Chimaltenango

FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE DEGRADACIÓN ARBÓREA Y DE SUELO EN ECOSISTEMAS DE BOSQUE MIXTO DE GUATEMALA

ESTRATO No. 1

Fecha	Responsable:
Ubicación física:	
Propietario:	

INSTRUCCIONES GENERALES	La ficha tiene una estructura que tiene como nivel superior los “factores de la degradación” , a su vez cada factor da origen a una estructura de nivel secundario denominada “subfactores de la degradación” ; por cada subfactor existen una serie de “categorías” que describen de forma detallada las condiciones que pueden estar sucediendo en un área degradada.
	En el apartado 3.3 de esta guía, encontrará la descripción de qué significa cada una de las categorías, con el objeto de que sea una guía para seleccionar la categoría y ponderación correcta.

INSTRUCCIONES (Factor 1 y 2)	PASO 1: A continuación, encontrará tres “subfactores” , que son “Degradación arbórea, incendios forestales y plagas y enfermedades” . Después de haber realizado el caminamiento de campo y conocer antecedentes de la causa que provocó la degradación, deberá seleccionar “un solo subfactor” (el responsable de la degradación) para asignarle una ponderación entre: “bajo, moderado o extremo” .
	PASO 2: Para los otros dos factores que no fueron seleccionados como responsables de la degradación, también les deberá asignar una ponderación = 0, que es equivalente a la categoría “sin evidencia” . Al finalizar los primeros dos pasos, la puntuación máxima de la ficha no debe superar 25 puntos.

FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE NIVELES DE DEGRADACIÓN ARBÓREA Y DE SUELO EN EL ECOSISTEMA “BOSQUE MIXTO” DE GUATEMALA

FACTORES	SUBFACTORES	CUALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	SUBTOTAL
1. DISTURBIOS ANTROPOGÉNICOS	1.1. DEGRADACIÓN ARBÓREA	Sin evidencia	0	
		Bajo	15	
		Moderado	20	
		Extremo	25	
	1.2 INCENDIOS FORESTALES	Sin evidencia	0	
		Bajo	15	
		Moderado	20	
		Extremo	25	

2. DISTURBIOS NATURALES	2.1. PLAGAS Y ENFERMEDADES	Sin evidencia	0	
		Bajo	15	
		Moderado	20	
		Extremo	25	
SUBTOTAL DEL APARTADO No.1 =				

INSTRUCCIONES (Complemento a disturbios naturales)	A continuación, encontrará el subfactor denominado “Otros disturbios naturales” . Deberá seleccionar si existe o no existe evidencia. El subtotal máximo de este apartado es de 12 puntos.			
2. DISTURBIOS NATURALES	2.2. OTROS DISTURBIOS NATURALES	Sin evidencia de vientos	0	
		Con evidencia de vientos	3	
		Sin evidencia de deslaves	0	
		Con evidencia de deslaves	3	
		Sin evidencia de inundaciones	0	
		Con evidencia de inundaciones	3	
		Sin evidencia de otro tipo de disturbio	0	
		Con evidencia de otro tipo de disturbio	3	
		Especificar: (ceniza volcánica, heladas, etc.)_____		
SUBTOTAL DEL APARTADO No.2 =				

INSTRUCCIONES (Factor 3)	El factor “Componentes de estructura” contempla cuatro subfactores, en este apartado, deberá seleccionar una categoría por cada subfactor, todos los subfactores deben tener una sola puntuación o ponderación. El punto máximo de este apartado es de 18 puntos.
	La información se obtiene del inventario forestal, se tabula y se utiliza a medida que los subfactores lo soliciten. Únicamente en el subfactor denominado “abundancia de especies arbóreas” además de la información del inventario forestal se deberá considerar la presencia de especies arbóreas altamente recurrentes que se identifican en el recorrido y que no forman parte del inventario.

3. COMPONENTES DE ESTRUCTURA	3.1. ESTRUCTURA VERTICAL	Estrato I	6	
		Estrato II	4	
		Estrato III	3	
		Estrato IV	2	
		Estrato V	0	
	3.2. CLASES DIAMÉTRICAS	Estructura inicial	3	
		Estructura poco desarrollada	2	
		Estructura medianamente desarrollada	1	
		Estructura altamente desarrollada	0	
	3.3. ABUNDANCIA DE ESPECIES ARBÓREAS	Poca abundancia	6	
		Moderada abundancia	3	
		Alta abundancia	0	
	3.4. COBERTURA DE COPAS	Muy baja cobertura	3	
Baja cobertura		2		
Moderada cobertura		1		
Extrema cobertura		0		
SUBTOTAL DEL APARTADO No. 3 =				

INSTRUCCIONES (Factor 4 y 5)	A continuación, se presentan los factores: “Degradación del suelo” y “Condiciones del entorno” , deberá seleccionar una categoría por cada subfactor, todos los subfactores deben tener una sola puntuación o ponderación; a excepción del subfactor “entorno del terreno” dónde existen respuestas dicotómicas. El punto máximo de este apartado es de 45 puntos. El punteo total representa la suma de todos los apartados de la ficha.
-------------------------------------	--

4. DEGRADACIÓN DEL SUELO	4.1. EROSIÓN HÍDRICA	Sin evidencia de cárcavas	0	
		Con evidencia de cárcavas	4	
	4.2. PEDREGOSIDAD	Pedregosidad no limitante	0	
		Pedregosidad limitante	4	
	4.3. DRENAJE	Sin áreas anegadas	0	
		Existencia de áreas anegados	4	
	4.4. PENDIENTE	Plano o ligeramente inclinado	0	
		Moderadamente inclinado	4	
		Fuertemente inclinado	3	
		Muy inclinado	4	
		Extremadamente inclinado	6	
	4.5. PROFUNDIDAD EFECTIVA	Muy profundo	0	
		Poco profundo	1	
		Moderadamente profundo	3	
		Poca limitación de profundidad	5	
Alta limitación de profundidad		6		
5. CONDICIONES DEL ENTORNO	5.1. RUTAS DE ACCESO	Baja	2	
		Moderada	3	
		Alta	5	
	5.2. PASTOREO	Sin evidencia	0	
		Moderada	2	
		Alta	5	
	5.3. EXTRACCIÓN MENOR	Sin evidencia	0	
		Moderada	2	
		Alta	5	
	5.4. ENTORNO DEL TERRENO	Contiguo a otros bosques	3	
		Sin bosques contiguos	0	
		Proximidad a centros poblados	3	
Alejado de centros poblados		0		
SUBTOTAL DEL APARTADO No. 4 =				
PONDERACIÓN TOTAL DE LA FICHA (APARTADO 1 + APARTADO 2 + APARTADO 3 + APARTADO 4) =				

FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE LOS NIVELES DE DEGRADACIÓN ARBÓREA Y DE SUELO EN ECOSISTEMAS DE BOSQUE MIXTO DE GUATEMALA

ESTRATO No. 2

Fecha:	Responsable:
Ubicación física:	
Propietario:	

INSTRUCCIONES GENERALES	La ficha tiene una estructura que tiene como nivel superior los “factores de la degradación” , a su vez cada factor da origen a una estructura de nivel secundario denominada “subfactores de la degradación” ; por cada subfactor existen una serie de “categorías” que describen de forma detallada las condiciones que pueden estar sucediendo en un área degradada.
	En el apartado 3.3 de esta guía, encontrará la descripción de qué significa cada una de las categorías, con el objeto de que sea una guía para seleccionar la categoría y ponderación correcta.

INSTRUCCIONES (Factor 1 y 2)	PASO 1: A continuación, encontrará tres “subfactores” , que son “Degradación arbórea, incendios forestales y plagas y enfermedades” . Después de haber realizado el caminamiento de campo y conocer antecedentes de la causa que provocó la degradación, deberá seleccionar “un solo subfactor” (el responsable de la degradación) para asignarle una ponderación entre: “bajo, moderado o extremo” .
	PASO 2: Para los otros dos factores que no fueron seleccionados como responsables de la degradación, también les deberá asignar una ponderación = 0, que es equivalente a la categoría “sin evidencia” . Al finalizar los primeros dos pasos, la puntuación máxima de la ficha no debe superar 10 puntos.

FICHA PARA LA EVALUACIÓN DE NIVELES DE DEGRADACIÓN ARBÓREA Y DE SUELO EN EL ECOSISTEMA “BOSQUE MIXTO” DE GUATEMALA

FACTORES	SUBFACTORES	CUALIFICACIÓN	PONDERACIÓN	SUBTOTAL
1. DISTURBIOS ANTROPOGÉNICOS	1.1. DEGRADACIÓN ARBÓREA	Sin evidencia	0	
		Bajo	5	
		Moderado	8	
		Extremo	10	
	1.2 INCENDIOS FORESTALES	Sin evidencia	0	
		Bajo	5	
		Moderado	8	
		Extremo	10	

2. DISTURBIOS NATURALES	2.1. PLAGAS Y ENFERMEDADES	Sin evidencia	0	
		Bajo	5	
		Moderado	8	
		Extremo	10	
SUBTOTAL DEL APARTADO No.1 =				

INSTRUCCIONES (Complemento a disturbios naturales)	A continuación, encontrará el subfactor denominado “Otros disturbios naturales” . Deberá seleccionar si existe o no existe evidencia. El subtotal máximo de este apartado es de 6 puntos.			
2. DISTURBIOS NATURALES	2.2. OTROS DISTURBIOS NATURALES	Sin evidencia de vientos	0	
		Con evidencia de vientos	2	
		Sin evidencia de deslaves	0	
		Con evidencia de deslaves	2	
		Sin evidencia de inundaciones	0	
		Sin evidencia de otros disturbios	2	
		Con evidencia de inundaciones	0	
		Con evidencia de otros disturbios	2	
		Especificar: (ceniza volcánica, heladas, etc.)_____		
SUBTOTAL DEL APARTADO No.2 =				

INSTRUCCIONES (Factor 3)	El factor “Componentes de estructura” contempla cuatro subfactores, en este apartado, deberá seleccionar una categoría por cada subfactor, todos los subfactores deben tener una sola puntuación o ponderación. El punteo máximo de este apartado es de 39 puntos.
	La información se obtiene del inventario forestal, se tabula y se utiliza a medida que los subfactores lo soliciten. Únicamente en el subfactor denominado “abundancia de especies arbóreas” además de la información del inventario forestal se deberá considerar la presencia de especies arbóreas altamente recurrentes que se identifican en el recorrido y que no forman parte del inventario.

3. COMPONENTES DE ESTRUCTURA	3.1. ESTRUCTURA VERTICAL	Estrato I	9	
		Estrato II	7	
		Estrato III	5	
		Estrato IV	2	
		Estrato V	0	
	3.2. CLASES DIAMÉTRICAS	Estructura inicial	10	
		Estructura poco desarrollada	6	
		Estructura medianamente desarrollada	3	
		Estructura altamente desarrollada	0	
	3.3. ABUNDANCIA DE ESPECIES ARBÓREAS	Poca abundancia	9	
		Moderada abundancia	6	
		Alta abundancia	3	
	3.4. COBERTURA DE COPAS	Muy baja cobertura	9	
		Baja cobertura	7	
		Moderada cobertura	4	
		Extrema cobertura	0	
SUBTOTAL DEL APARTADO No. 3 =				

INSTRUCCIONES (Factor 4 y 5)	<p>A continuación, se presentan los factores: “Degradación del suelo” y “Condiciones del entorno”, deberá seleccionar una categoría por cada subfactor, todos los subfactores deben tener una sola puntuación o ponderación; a excepción del subfactor “entorno del terreno” dónde existen respuestas dicotómicas. El punto máximo de este apartado es de 45 puntos. El puntaje total representa la suma de todos los apartados de la ficha.</p>
-------------------------------------	---

4. DEGRADACIÓN DEL SUELO	4.1. EROSIÓN HÍDRICA	Sin evidencia de cárcavas	0	
		Con evidencia de cárcavas	4	
	4.2. PEDREGOSIDAD	Pedregosidad no limitante	0	
		Pedregosidad limitante	4	
	4.3. DRENAJE	Sin áreas anegadas	0	
		Existencia de áreas anegadas	4	
	4.4. PENDIENTE	Plano o ligeramente inclinado	0	
		Moderadamente inclinado	1	
		Fuertemente inclinado	3	
		Muy inclinado	4	
		Extremadamente inclinado	6	
	4.5. PROFUNDIDAD EFECTIVA	Muy profundo	0	
		Poco profundo	1	
		Moderadamente profundo	3	
		Poca limitación de profundidad	5	
Alta limitación de profundidad		6		

5. CONDICIONES DEL ENTORNO	5.1. RUTAS DE ACCESO	Baja	2	
		Moderada	3	
		Alta	5	
	5.2. PASTOREO	Sin evidencia	0	
		Moderada	2	
		Alta	5	
	5.3. EXTRACCIÓN MENOR	Sin evidencia	0	
		Moderada	2	
		Alta	5	
	5.4. ENTORNO DEL TERRENO	Contiguo a otros bosques	3	
		Sin bosques contiguos	0	
		Proximidad a centros poblados	3	
Alejado de centros poblados		0		
SUBTOTAL DEL APARTADO No. 4 =				
SUMATORIA TOTAL DE LA FICHA =				



Créditos fotos portada y contraportada: Lic. Walter Osberto Albillo Martínez