



Instituto Nacional de Bosques  
Más bosques, Más vida

# Paquete Tecnológico Forestal

Ciprés común  
*Cupressus lusitanica* Mill

Con el apoyo de:



SECRETARÍA  
NACIONAL DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA



Serie Técnica  
DT-027 (2020)

Publicación del Instituto Nacional de Bosques (INAB)  
7a avenida 12-90 zona 13  
Guatemala, Guatemala, Centro América  
www.inab.gob.gt

Dirección de Desarrollo Forestal  
7a avenida 6-80 zona 13  
Guatemala, Guatemala, Centro América  
Teléfono: 2321-4600 y 2321-4608

Departamento de Investigación Forestal  
7a avenida 6-80 zona 13  
Guatemala, Guatemala, Centro América  
Teléfono: 2321-4600 y 2321-4608

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación para fines educativos o sin intenciones de lucro, sin ningún otro permiso especial del titular de los derechos, con la condición de que se cite la fuente de donde proviene.

Citar este documento como:

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

---

#### ELABORADO POR:

---

Departamento de Investigación Forestal del Instituto Nacional de Bosques (INAB), con la redacción principal de Joel Nicolás Eliézer Cutzal Chavajay (Responsable de Parcelas Permanentes de Medición Forestal, del Departamento de Investigación Forestal del INAB) y redacción preliminar del Ing. Edwin Cano (Consultor).

**Agradecimientos:** A la Dirección de Manejo y Conservación de Bosques del INAB por aportes en el contenido del presente documento, en distintas áreas de especialidad.

Al Ing. Edwin Oliva Hurtarte y al comité editorial del INAB por la revisión final del documento para la publicación oficial.

A los profesionales y entidades que se citan en el presente documento, por su esfuerzo y contribución técnica y científica en la investigación forestal.

Este documento ha sido posible gracias al apoyo financiero de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales (OIMT) a través del proyecto PD 495/08 Rev. 4(F) "Sistema de información sobre la productividad de los bosques de Guatemala", y cuyos donantes son los gobiernos de Japón y Estados Unidos de América.



Instituto Nacional de Bosques  
Más bosques. Más vida

La impresión del presente documento ha sido gracias a:



## PRESENTACIÓN

---

El Instituto Nacional de Bosques –INAB- es el órgano de dirección y autoridad competente del Sector Público Agrícola, en materia forestal; una de las principales atribuciones del Instituto consiste en impulsar la investigación para la resolución de problemas de desarrollo forestal a través de programas ejecutados por universidades y otros entes de investigación.

En atención a su mandato, el INAB, con apoyo de la Organización Internacional de las Maderas Tropicales –OIMT- presenta el paquete tecnológico forestal, donde las áreas temáticas relevantes que conforman el contenido son: aspectos introductorios, selección de sitio, producción de plántulas y genética, establecimiento de plantaciones, silvicultura de plantaciones, manejo de plagas y enfermedades, incrementos y existencias en plantaciones, contribuyendo así con proporcionar información de base para orientar actuales y potenciales reforestadores y silvicultores para la planificación del manejo de plantaciones.

El paquete tecnológico forestal de Ciprés común, *Cupressus lusitánica* Mill está conformado por los principales resultados de investigaciones, documentos científicos y experiencias documentadas que aportan conocimientos novedosos para ciertas etapas del cultivo o bien, que confirman la importancia de realizar actividades mínimas que favorezcan la productividad esperada y permitan alcanzar los objetivos y metas de un proyecto forestal, ofreciendo también insumos a próximos reforestadores para la toma de decisiones, a fin de que se planifiquen actividades que conlleven a una plantación forestal, cuyos productos de calidad satisfagan los requerimientos de los mercados nacionales e internacionales.

En este documento se pone a disposición del sector forestal, datos e información para la planificación de actividades dentro del ciclo del cultivo, desde la colecta de frutos, cosecha de semillas, métodos de propagación, selección adecuada de los sitios para el establecimiento de plantaciones, manejo silvicultural de plantaciones, ejemplos de buena y mala elección de sitios, diagnóstico y manejo de plagas y enfermedades, registro de las existencias de plantaciones a nivel nacional y simulación de la productividad de las plantaciones en busca de la maximización de productos forestales a partir de modelos de crecimiento. La serie de Paquetes tecnológicos forestales publicada por el INAB pretende propiciar el aumento de la rentabilidad y productividad de las plantaciones forestales de especies consideradas prioritarias, brindando insumos que estimulen la competitividad de las plantaciones forestales en un país de vocación forestal.

Ing. Rony Estuardo Granados Mérida  
Gerente INAB

## JUNTA DIRECTIVA DEL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES

INSTITUCIÓN	CARGO	REPRESENTANTE
<b>Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación</b>	<b>Titular</b>	José Angel López Camposeco
	<b>Suplente</b>	Manuel Benedicto Lucas López
<b>Ministerio de Finanzas Públicas</b>	<b>Titular</b>	Violeta María Mazariegos Zetina
	<b>Suplente</b>	Edwin Oswaldo Martínez Camero
<b>Asociación Nacional de Municipalidades de la República de Guatemala</b>	<b>Titular</b>	Eduardo Moll Santacruz
	<b>Suplente</b>	Julio Baldomero Asig Isem
<b>Escuela Nacional Central de Agricultura</b>	<b>Titular</b>	Federico Guillermo Alvarado González
	<b>Suplente</b>	Luis Eduardo Mendoza Soto
<b>Gremial Forestal de Guatemala</b>	<b>Titular</b>	Roberto Andrés Bosch Figueredo
	<b>Suplente</b>	Fernando Alcides Enríquez Flores
<b>Asociación Nacional de Organizaciones No Gubernamentales de los Recursos Naturales y El Medio Ambiente</b>	<b>Titular</b>	Miriam Elena Monterroso Bonilla
	<b>Suplente</b>	Carmen Raquel Torcelli Bech
<b>Representantes de Universidades</b>	<b>Titular</b>	Raúl Estuardo Mass Ibarra
	<b>Suplente</b>	Mirna Lucrecia Vela Armas
<b>Gerente del INAB y secretario de la Junta Directiva</b>	<b>Titular</b>	Rony Estuardo Granados Mérida

## TABLA DE CONTENIDO

---

<b>1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE</b> .....	<b>1</b>
Nombre científico y notas taxonómicas .....	1
Nombres comunes .....	1
Descripción morfológica.....	2
Distribución geográfica de la especie .....	2
Importancia de la especie en el país .....	3
Aptitud forestal – agroforestal .....	6
Restauración .....	6
Sistemas agroforestales. ....	6
Usos .....	7
Estado de protección legal de la especie en el país .....	7
<b>2. SELECCIÓN DE SITIO</b> .....	<b>8</b>
Características de sitio que determinan el crecimiento de la especie .....	8
Clima.....	8
Fisiografía .....	10
Suelo.....	11
Factores limitantes: .....	12
Distribución potencial de la especie en Guatemala.....	13
Recomendaciones para una correcta elección de sitio para la especie. ....	14
Ejemplos de buena o mala elección.....	15
<b>3. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS Y GENÉTICA</b> .....	<b>16</b>
Diversidad genética y procedencia .....	16
Rodales semilleros .....	16
Semilla.....	19
Descripción.....	19
Colecta .....	19
Acondicionamiento .....	21
Conservación y viabilidad .....	21
Limpieza .....	21
Tratamientos pre-germinativos .....	22
Producción de plantas.....	22
Métodos sexuales o por semilla.....	22
Métodos asexuales.....	24
<b>4. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES</b> .....	<b>25</b>
Comportamiento ecológico de la especie .....	25
Instalación .....	25
<b>5. SILVICULTURA DE PLANTACIONES</b> .....	<b>33</b>

Control de malezas .....	33
Poda .....	36
Raleo.....	39
Introducción en sistemas agroforestales.....	43
Aprovechamiento final .....	46
<b>6. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES .....</b>	<b>47</b>
Plagas y enfermedades en viveros.....	48
Damping Off, ( <i>Phytophthora</i> spp.) .....	48
Grillo, ( <i>Grillus assimilis</i> ) .....	49
<i>Fusarium</i> spp.....	49
Plagas y enfermedades en plantaciones.....	49
Gallina ciega, ( <i>Phyllophaga</i> spp.) .....	49
Chinche, familia Cercopidae, orden Homóptera. ....	50
Torito, Periquito; ( <i>Aconophora compressa</i> ): Orden Hemíptera.....	50
Pulgón, ( <i>Cinara</i> spp.), Orden Homóptera.....	51
Gorgojo del ciprés, ( <i>Phloeosinus</i> spp.), Orden Coleóptera. ....	51
Hongo foliar, ( <i>Pestalotia</i> spp.) .....	53
Tizón de la hoja, ( <i>Cercospora</i> spp.).....	53
Ardilla común: <i>Sciurus vulgaris</i> .....	54
Monitoreo Forestal.....	55
<b>7. CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE PLANTACIONES .....</b>	<b>56</b>
Metodología de seguimiento y evaluación del crecimiento en Guatemala.....	56
Crecimiento e incrementos.....	56
La altura dominante y su efecto en el índice de Sitio (I.S.).....	58
Categorías de sitio en función de variables dasométricas.....	60
Curvas en función de los modelos de crecimiento .....	61
<b>8. EXISTENCIAS.....</b>	<b>64</b>
Herramientas.....	64
Inventario actual de plantaciones en Guatemala .....	74
Proyección del inventario de producción para Ciprés común. ....	77
<b>9. CONCLUSIONES.....</b>	<b>80</b>
<b>10. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>81</b>
<b>11. BIBLIOGRAFÍA .....</b>	<b>83</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

---

Figura 1. Gráfica de la tendencia de reforestaciones con la especie Ciprés común en Guatemala, mediante los programas de incentivos PINFOR y PROBOSQUE durante el periodo 1992 al 2019.....	4
Figura 2. Gráfica de la tendencia de reforestaciones con la especie Ciprés común en Guatemala mediante el programa de incentivos PINPEP durante el periodo 2006 al 2018. ....	4
Figura 3. Tendencia de sistemas agroforestales establecidos con la especie Ciprés común en Guatemala, mediante el programa de incentivos PINPEP durante el periodo 2007 al 2018. ....	5
Figura 4. Comportamiento de la temperatura mínima y máxima en puntos de presencia de bosque natural de Ciprés común en Guatemala. ....	8
Figura 5. Registros de precipitación (mm) acumulada anual en puntos de presencia de distribución natural de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala. ....	9
Figura 6. Histograma de frecuencia absoluta de la distribución de altitudes (msnm) registrada en áreas de distribución natural de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala. ....	10
Figura 7. Mapa de distribución potencial de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill y la ubicación de registros de existencia de la especie en Guatemala. ....	13
Figura 8. Descripción de los códigos de forma y defecto de 51 parcelas permanentes de medición forestal [PPMF] de ciprés común en Guatemala.....	19
Figura 9. Fruto dehiscente de ciprés común después del proceso de beneficiado (izquierda); referencia de la longitud de la semilla de ciprés común (derecha). Fuente: Departamento de certificación de fuentes y semillas forestales del INAB. ....	20
Figura 10. Producción de plantas de <i>Cupressus lusitanica</i> Miller en bolsas, en la finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala.....	24
Figura 11. Estado actual de la plantación mixta de ciprés común y pino candelillo con edad de 6.75 años en Finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. ....	31
Figura 12. Estado actual de la plantación de 2.75 años de edad en arreglo mixto en franjas de <i>Cupressus lusitanica</i> (5 surcos continuos) y <i>Pinus maximinoi</i> (5 surcos continuos) en finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. ....	32
Figura 13. Esquema de la segunda limpia realizada en plantaciones de ciprés común afectadas por presencia de heladas, en la Finca Santa Elena, Tecpán Guatemala, Chimaltenango.....	36
Figura 14. Árbol con fuste libre de ramas hasta los 7 m de altura en plantación forestal de 9.75 años (izquierda) y árbol con fuste libre de ramas hasta los 5 m de altura en SAF de árboles en línea de 6.75 años (derecha), en la finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango. ....	38
Figura 15. Comportamiento de los tres mejores perfiles de raleo identificados mediante PPMF de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala. ....	40
Figura 16. Esquema del marcaje de árboles para raleo utilizando los criterios de selección, eliminando el 50% de la densidad (2 de cada 4 árboles).....	42

Figura 17. Esquema de la estructura del sistema agroforestal entre <i>Cupressus lusitanica</i> Mill y <i>Persea americana</i> var. <i>Hass</i> en la finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. ....	43
Figura 18. Árboles de ciprés común <i>Cupressus lusitanica</i> Mill de 2 años de edad y plantación de aguacate <i>Persea americana</i> var. <i>Hass</i> ya establecida, finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala.....	44
Figura 19. Asocio de sistema agroforestal de 6.75 años de edad entre <i>Cupressus lusitanica</i> Mill y <i>Persea americana</i> var. <i>Hass</i> establecidos en la misma fecha de plantación, en la finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Guatemala. ....	45
Figura 20. Árboles de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill para cosecha final, Finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá.....	46
Figura 21. Vista frontal de ninfa de <i>Aconophora compressa</i> a la (izquierda) y hojas de ciprés color marrón causado por virus que transmitido por el vector al momento de la succión de la savia (derecha) en plantaciones del departamento de Huehuetenango (fuente: Rodríguez, 2012). ....	50
Figura 22. Diferentes instares de adulto y ninfa del áfido (izquierda) y daño que causan los áfidos en plantaciones de Ciprés común (derecha). (Fuente: Rodríguez 2012). ....	51
Figura 23. Galerías y orificios de entrada que representan daño a la corteza de árboles de Ciprés común afectados por el insecto adulto de <i>Phloeosinus</i> spp. (Fuente: Paulo Ortiz del INAB). ....	52
Figura 24. Insecto adulto de <i>Phloeosinus</i> spp., dentro de la corteza de Ciprés común, realizando la galería primaria. (Fuente: Paulo Ortiz, del INAB). ....	52
Figura 25. Desprendimiento de corteza provocado por <i>Sciurus vulgaris</i> en plantaciones de Ciprés común en Patzún, Chimaltenango, Guatemala. (Fuente: Paulo Ortiz del INAB). ....	54
Figura 26. Aspectos que contribuyen al monitoreo y vigilancia de plantaciones forestales, para la prevención y planificación controlada de actividades de combate. ....	55
Figura 27. Frecuencia absoluta del número de mediciones de PPMF en <i>Cupressus lusitanica</i> Mill por clase de edad, utilizada para la actualización de modelos de crecimiento en Guatemala. ....	57
Figura 28. Familia de curvas de crecimiento en altura dominante [m] para plantaciones de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala. ....	62
Figura 29. Familia de curvas de crecimiento en dap [cm] para plantaciones de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala.....	63
Figura 30. Familia de curvas de crecimiento en área basal [m <sup>2</sup> /ha] para plantaciones de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala. ....	63
Figura 31. Familia de curvas de crecimiento en volumen total [m <sup>3</sup> /ha] para plantaciones de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala. ....	64
Figura 32. Estimación del volumen (m <sup>3</sup> ) equivalente a raleos a ser aplicados en plantaciones forestales de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill durante el año 2020.....	76
Figura 33. Distribución del volumen total (m <sup>3</sup> ) estimado de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en áreas de proyectos incentivados en Guatemala, durante el periodo 2023-2024. ....	78



Figura 34. Estimación del volumen (m<sup>3</sup>) equivalente a raleos aplicados a plantaciones forestales de *Cupressus lusitanica* Mill durante el periodo 2021 al 2022. ....79

## ÍNDICE DE TABLAS

---

Tabla 1. Proporción de registros de presencia de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en su ambiente natural y ubicación según zona de vida, en el territorio de Guatemala. ....	10
Tabla 2. Descripción del área de distribución potencial para <i>Cupressus lusitanica</i> Mill por departamentos de Guatemala. ....	14
Tabla 3. Listado de fuentes semilleras inscritas ante el Registro Nacional Forestal de INAB, activas e inactivas en Guatemala. ....	17
Tabla 4. Valores de edad, dinámica de la densidad (arb/ha) y DAP (cm) en tres distanciamientos de siembra de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en el occidente de Guatemala. ....	29
Tabla 5. Descripción de agentes causales dañinos de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill reportados en Guatemala. ....	47
Tabla 6. Familia de modelos de crecimiento para la especie Ciprés común, <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala. ....	58
Tabla 7. Categorías de sitio para para plantaciones puras de ciprés común <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala. ....	59
Tabla 8. Aptitud para el crecimiento de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en sitios “buenos” y “excelentes” de Guatemala, en sitios con PPMF de la especie instalada en plantaciones puras. ....	59
Tabla 9. Incremento medio anual (IMA) de variables de crecimiento en periodos de 5 años de crecimiento para <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala, por categoría de sitio. ....	61
Tabla 10. Áreas con plantaciones puras de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill por departamento y municipio, establecidas por medio de incentivos forestales PINFOR-PROBOSQUE (periodo 1998-2019), PINPEP (periodo 2006-2018) y compromisos de repoblación forestal (periodo 1995-2019) en Guatemala. ....	67
Tabla 11. Áreas con sistemas agroforestales (SAF) de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill por departamento y municipio, establecidas por medio de incentivos PINPEP (periodo 2007 al 2018) en Guatemala. ....	72
Tabla 12. Inventario actual de volumen (m <sup>3</sup> ) de la especie <i>Cupressus lusitanica</i> Miller en Guatemala, con base a reforestaciones del periodo 1998 al 2019. ....	75
Tabla 13. Estimación del volumen equivalente a raleos aplicados a plantaciones forestales de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill durante el año 2020. ....	76
Tabla 14. Proyección del volumen de corta final (m <sup>3</sup> ) para las plantaciones de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill en Guatemala, periodo 2023-2044. ....	77
Tabla 15. Estimación del volumen (m <sup>3</sup> ) equivalente a raleos aplicados a plantaciones forestales de <i>Cupressus lusitanica</i> Mill durante el periodo 2021 al 2026. ....	79



# 1. CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA ESPECIE

---

## Nombre científico y notas taxonómicas

*Cupressus lusitanica* Mill; familia Cupresaceae; orden Pinales; Clase Pinopsida; División Pinophyta; Reino Plantae.

**SINÓNIMOS:** *Callitropsis lusitanica* (Mill.) D.P. Little, *Cupressus benthamii* Endl, *Cupressus benthamii* var. *knightiana* (Perry ex Gordon) Mast, *Cupressus lusitanica* var. *lindleyi* (Klotzsch ex Endl.) Mast, *Cupressus glauca* Lam, *Cupressus knightiana* Perry ex Gordon, *Cupressus lindleyi* Klotzsch ex Endl, *Cupressus lusitanica* var. *hondurensis* Silba, *Cupressus lusitanica* var. *benthamii* (Endl.) Carrière, *Cupressus lusitanica* var. *knightiana* Rehder, *Cupressus lusitanica* var. *Lindleyi* (Klotzsch ex Endl.) Franco, *Hesperocyparis lusitanica* (Mill.) Bartel, *Neocupressus lusitanica* (Mill.) de Laub.

Nota: La jerarquía anterior se basa en Tropicos.org<sup>1</sup>, difiere con los criterios de ITIS-World Plants<sup>2</sup> en donde reconoce como único nombre *Cupressus lusitanica* Mill, y otros dos nombres validos los clasifica como taxones intraespecíficos, que son: *Cupressus lusitanica* var. *benthamii* (Endl.) Carrière y *Cupressus lusitanica* var. *lusitanica*.

## Nombres comunes

Basado en: Basado Standley y Steyermark 1958; Chaves y Fonseca 1992; DIGEBI ,1996; Pérez, Hernández y otros 2001; Cojfi, Chacach y Armando, 2001; Ortiz, Aguilar y otros, 2003?

**NOMBRES VERNÁCULOS:** En Guatemala, la especie se conoce como "ciprés común" o "ciprés". En gran parte del departamento de San Marcos, en la región noroeste y suroeste de Quetzaltenango y en la región sur de Huehuetenango, donde se habla el idioma materno Mam, se conoce como Ky'ís. En algunas regiones de los departamentos de Sololá y sus áreas limítrofes al norte de Suchitepéquez, donde se habla la lengua materna Tz'utujil, se conoce como K'ísiis. En los departamentos de Chimaltenango, Sacatepéquez, en la región noroeste de Guatemala, región noreste de Suchitepéquez, y regiones noreste y sureste de Sololá, donde se habla el idioma materno Kaqchikel, se conoce como K'ísis. En los departamentos de Quiché, Totonicapán, algunas regiones del suroeste y noroeste de Sololá, en algunas regiones del noroeste de Suchitepéquez, algunas regiones del noreste de Retalhuleu, en algunos municipios de Quetzaltenango y Huehuetenango, donde se habla el idioma materno K'iché, se conoce como K'ísis.

De acuerdo con Standley y Steyermark 1958, también se le conoce como Tscap en Jacaltenango, Huehuetenango; Tzis en Huehuetenango; Chinchac, Paxaque y Ksis en las faldas del volcán Santa María, Quetzaltenango.

**OTROS NOMBRES COMÚNES:** En otros países también es llamado ciprés, ciprés lusitánico, ciprés de Portugal, ciprés o cedro de Goa, pino o cedro blanco y ciprés mexicano.

---

<sup>1</sup> Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 23 Abr 2020 < <http://legacy.tropicos.org/Name/9400067>>

<sup>2</sup> ITIS-World Plants. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2019 Annual Checklist. (base de datos). Conifer database. 23 Abr 2020 < <http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2019/search/all/items/20/key/Cupressus+lusitanica/match/1/fossil/1> >

## Descripción morfológica

Basado en: Standley y Steyermark 1958; Chaves y Fonseca 1992; Cordero y Boshier 2003

**PORTE NATURAL DEL ÁRBOL:** Es un árbol que puede llegar a medir entre 20 y 35 m de altura. El fuste entre 100 a 120 cm de diámetro a la altura del pecho, de forma recta y acanalada en la base. La copa puede ser grande o pequeña, con forma piramidal o estrecha, la cual al alcanzar la madurez se amplía, dando como resultado ramas pendulosas.

**CORTEZA:** La corteza externa presenta coloración parda rojiza y en la parte interna de color blanquizco, a menudo se separa en tiras largas y estrechas, de aproximadamente 5 mm de grosor.

**RAMAS:** Son extendidas, a menudo con puntas algo refractadas y ramillas colgantes, las ramas más pequeñas se ramifican irregularmente, ligeramente comprimidas.

**HOJAS:** Se describen como escamosas imbricadas de color verde oscuro a glauco de 1 a 2 mm de largo, ovado, agudo, deprimido, con un hoyo glandular dorsal; hojas opuestas, toda la rama decidua como una unidad, hojas de las ramas terminales de 6 a 7 mm de largo y de crecimiento rápido.

**ESTRÓBILOS:** Las "flores" masculinas miden alrededor de 5 mm de largo, son numerosas, con coloración verde amarillentas, ubicadas en los extremos de los brotes. Los conos femeninos, botánicamente llamados gálbulas son casi esféricos, dehiscentes, de 12 a 15 mm de diámetro, inicialmente de color verdeazulado, se vuelven duros, leñosos, de color café oscuro al madurar. Formados por 6-8 escamas peltadas leñosas con 75 a 120 semillas por gábulas, de color café y de 3 a 4 mm de longitud, aplanadas irregularmente, con alas poco efectivas.

## Distribución geográfica de la especie

Basado en: Standley y Steyermark 1958; Chaves y Fonseca 1991, Veliz y otros 2007.

**DISTRIBUCIÓN NATURAL:** La especie puede ser encontrada desde las montañas al Sur de Chiapas, México, pasando por Guatemala, Honduras, El Salvador, hasta Nicaragua. Los registros botánicos la ubican desde la latitud 36° Norte, a lo largo de 8,600 Km desde California, Estados Unidos de América, hasta la latitud 21° Sur en Tarija, Bolivia.

En Guatemala, se encuentra presente en los departamentos de Guatemala, Huehuetenango, San Marcos, Quetzaltenango, Sacatepéquez, Chimaltenango, Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso (Sierra de Las Minas), Zacapa Sierra de las Minas, Jalapa (La Soledad), Quiché y Totonicapán. Los bosques más frondosos en el territorio de Guatemala pueden encontrarse en Tecpán Guatemala, Chimaltenango, en el departamento de Quetzaltenango y departamento de San Marcos. Así mismo, el INAB tiene registro de distribución natural de la especie en el departamento de Sololá.

En los bosques naturales de Guatemala, el ciprés común suele conformar rodales puros o mixtos asociados con *Abies guatemalensis* Rehder, *Pinus ayacahuite* var. *veitchii*, *Pinus montezumae* var. *rudis*, *Quercus* spp., *Litsea glaucescens* HBK, *Prunus brachybotrya* Zuce; y *Alnus* spp., en las zonas de vida bosque muy húmedo montano subtropical y bosque muy húmedo montano bajo subtropical.

**LUGARES DE INTRODUCCION:** Fuera del rango nativo de distribución, la especie ha sido evaluada realizando pruebas de procedencia, desarrollando materiales mejorados en Costa Rica, Colombia, Nueva Zelanda, Hawái y Tanzania. Además, de acuerdo a ZipCodeZoo<sup>3</sup> la especie ha sido reportada en Australia, Bolivia, República Dominicana, Ecuador, Portugal, Argentina, Egipto, Sudáfrica, Estados Unidos, España, Irlanda, Reino Unido y varios países del sur de Asia.

En Guatemala, fuera de su rango de distribución natural, existen plantaciones establecidas en Camotán, Chiquimula, sin embargo, su desempeño como plantación industrial no fue el esperado, categorizando dicha plantación en un índice de sitio “pésimo”; otro caso registrado en plantación forestal ubicada en Palín, Escuintla, cuyo desempeño como plantación forestal la califica como un índice de sitio “medio”; por último, una plantación ubicada en Santa Bárbara, Suchitepéquez, cuyo desempeño como plantación industrial categoriza a la plantación con un índice de sitio “bueno”, el éxito de esta última podría estar relacionada por crecer en sitios con suelos de origen volcánico, dentro de la región climática de la Bocacosta de Guatemala.

### Importancia de la especie en el país

Basado en: Estadísticas PINFOR-PROBOSQUE 1998-2019<sup>4</sup>; Estadísticas PINPEP 2006 a 2018<sup>5</sup>; INAB 2019.

Ciprés común es un árbol de especial interés en Guatemala, ya que es una especie conífera que a diferencia del género *Pinus* con quien comúnmente comparte sitios, no es propensa a plagas devastadoras en su estado juvenil o maduro, lo anterior permite que los productores forestales incurran en menor riesgo de inversión en el mediano y largo plazo, dicho aspecto se ve reflejado en la actualidad en la instalación de múltiples arreglos mixtos entre *Cupressus lusitanica* y *Pinus* sp., con el argumento de que aun pudiendo verse afectada la especie del género *Pinus* (vulnerable al gorgojo del género *Dendroctonus*) puede garantizarse la cosecha final con Ciprés común. De acuerdo a los registros del Instituto Nacional de Bosques [INAB], el área reforestada mediante el Programa de Incentivos Forestales [PINFOR] y mediante el Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de Bosques en Guatemala [PROBOSQUE] desde el año 1998 al 2019 asciende a 4,724.28 ha de plantaciones puras, por medio de 494 proyectos de reforestación con polígonos desde 0.08 ha hasta 94.60 ha; cuyo objetivo principal ha sido la producción de madera y satisfacer la demanda de la industria.

Aunado a las reforestaciones derivadas de los programas PINFOR y PROBOSQUE; Guatemala, por medio del Programa de Incentivos Forestales para Poseedores de Pequeñas Extensiones de Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal [PINPEP] ha promovido aún más las reforestaciones de Ciprés común. De acuerdo a registros de INAB, a partir del año 2006 al 2018 se han reforestado 758.81 hectáreas de plantaciones puras con la especie, por medio de 1,478 proyectos de reforestación con áreas que oscilan entre 0.01 ha hasta 10 ha.

---

<sup>3</sup> ZipCodeZoo es una enciclopedia en línea gratuita dedicada a la documentación de todas las especies e infraespecies conocidas por la ciencia. [http://zipcodezoo.com/index.php/Cupressus\\_lusitanica](http://zipcodezoo.com/index.php/Cupressus_lusitanica).

<sup>4</sup> INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2019. Base de datos PINFOR-PROBOSQUE (Programa de Incentivos forestales y Programa de Incentivos para la recuperación, establecimiento, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala) 1998-2019. Guatemala, Coordinación del programa PROBOSQUE del INAB.

<sup>5</sup> INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2018. Base de datos PINPEP (Programa de Incentivos forestales para Poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal) 2006-2018. Guatemala, Coordinación del programa PINPEP del INAB.

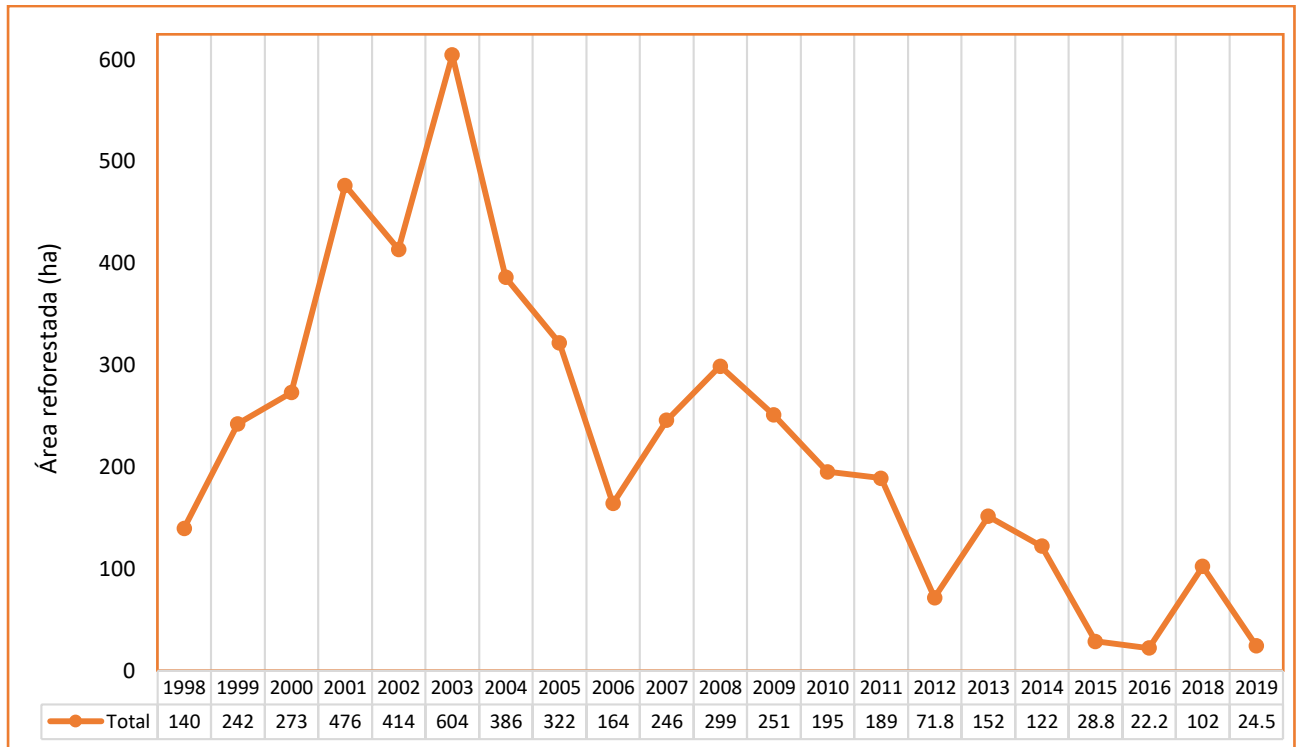


Figura 1. Gráfica de la tendencia de reforestaciones con la especie Ciprés común en Guatemala, mediante los programas de incentivos PINFOR y PROBOSQUE durante el periodo 1992 al 2019.

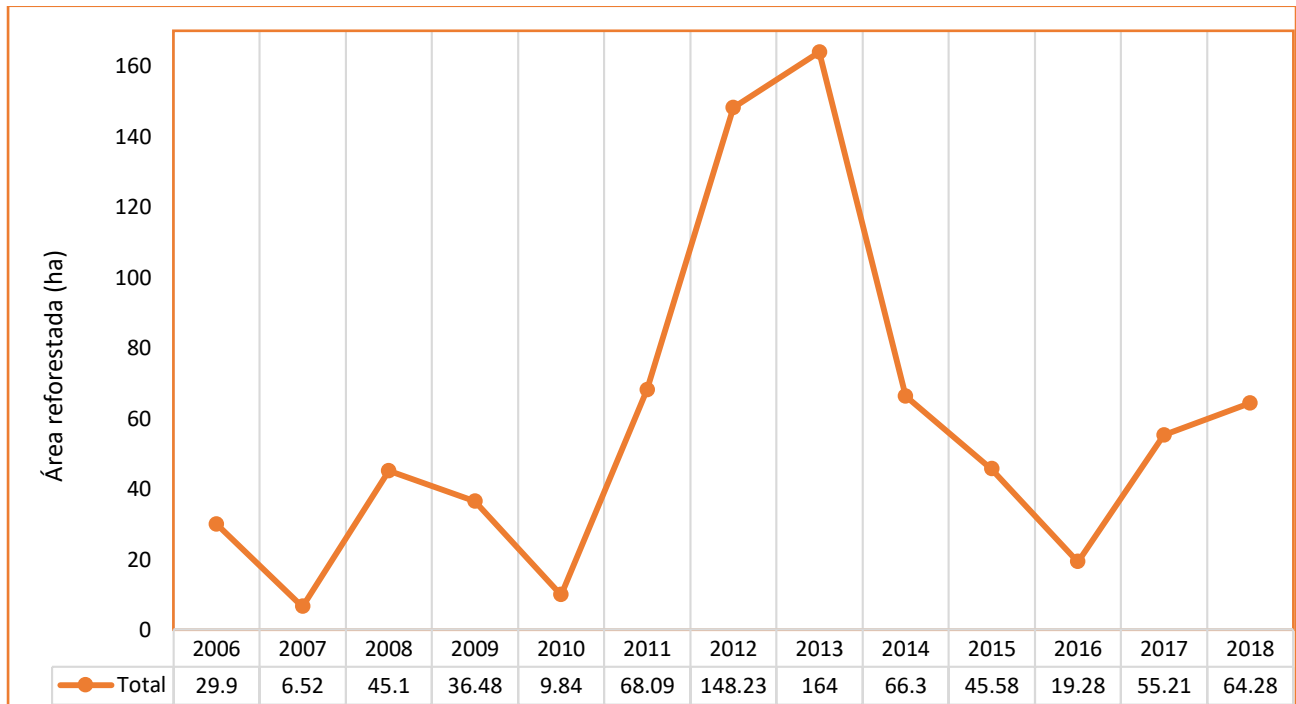


Figura 2. Gráfica de la tendencia de reforestaciones con la especie Ciprés común en Guatemala mediante el programa de incentivos PINPEP durante el periodo 2006 al 2018.

Las existencias de plantaciones puras de Ciprés común en Guatemala, mediante programas de incentivos forestales (PINFOR, PROBOSQUE y PINPEP), y mediante compromisos de repoblación forestal (CRF), asciende a un total de 6,165.07 hectáreas, lo que ha permitido que las reforestaciones se registren en 20 departamentos y 166 municipios de Guatemala. De todos los lugares reportados, la mayor concentración de área reforestada ha sido en el departamento de Huehuetenango con 1,763.39 hectáreas, equivalentes al 28.60% de las existencias con la especie; seguido del departamento de Guatemala con 973.64 hectáreas, equivalentes al 15.84% de las existencias con la especie; y, en tercera posición el departamento de Chimaltenango con 743.62 hectáreas, equivalentes al 12.06% de las existencias con la especie.

Además de las existencias de plantaciones forestales incentivadas, los sistemas agroforestales también han sido promovidos mediante el respaldo legal de políticas PROBOSQUE y PINPEP en Guatemala, mediante la incorporación de árboles forestales a distintas unidades agrícolas con el objeto de diversificar las unidades productivas y contribuir con el aumento de cobertura forestal como una actividad económica; para el efecto, mediante el programa PROBOSQUE, fue hasta el año 2018 donde se tienen los primeros registros de 5 proyectos agroforestales, dos de ellos en la modalidad de árboles en asocio con cultivos perennes, dos en la modalidad de sistemas silvopastoriles y otro proyecto en la modalidad de árboles en línea; el área total incentivada mediante el programa PROBOSQUE en Guatemala es de 35.01 hectáreas.

En cuanto a los sistemas agroforestales incentivados mediante el programa PINPEP, el área total asciende a 731.76 hectáreas del periodo 2007 al 2018, por medio de 366 proyectos agroforestales; 264 proyectos de "árboles en línea" (72.13% del total de proyectos), 61 proyectos de "árboles en asocio con cultivos perennes" (16.66% del total de proyectos), 26 proyectos de "árboles en asocio con cultivos anuales" (7.10% del total de proyectos), 12 proyectos de "sistemas silvopastoriles" (3.27% del total de proyectos), y 3 proyectos de "huertos familiares" (0.84% del total de proyectos).

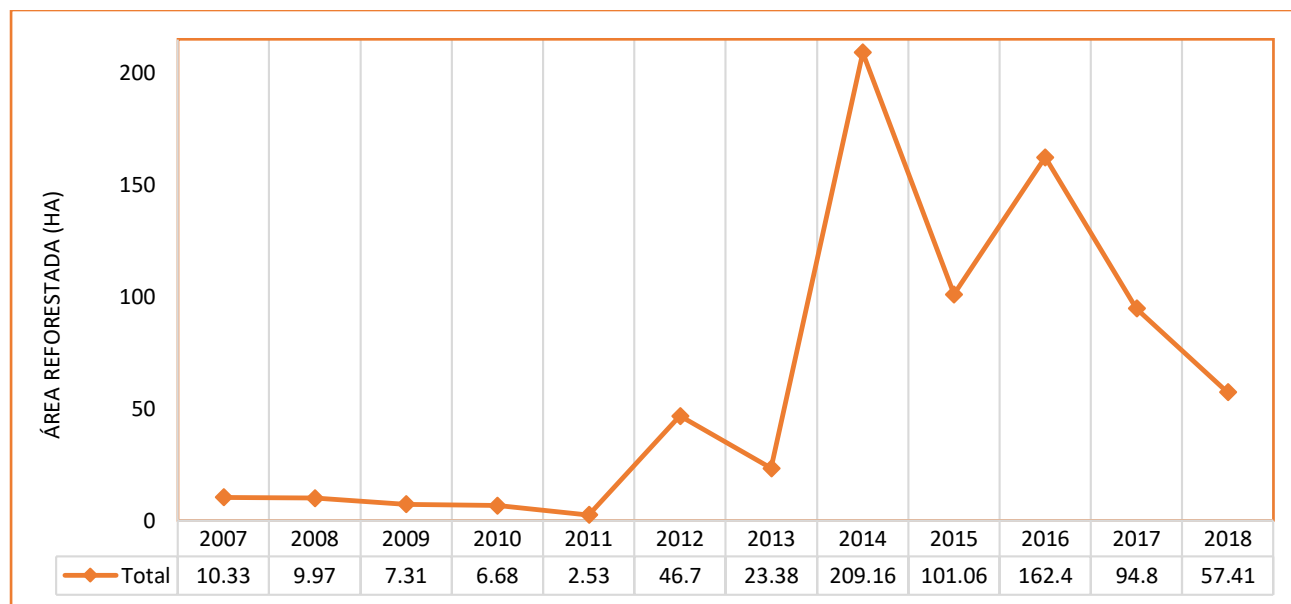


Figura 3. Tendencia de sistemas agroforestales establecidos con la especie Ciprés común en Guatemala, mediante el programa de incentivos PINPEP durante el periodo 2007 al 2018.

En cuanto al mercado de productos forestales, Ciprés común es una especie que a partir del año 2017 forma parte de un grupo de 4 especies producidas en Guatemala con demanda de nuevos nichos de mercado; es decir, es un mercado en crecimiento de especies que tradicionalmente no se exportaban y, ahora forma parte de las principales 7 especies exportadas de Guatemala. La demanda del continente asiático se incrementó en un 53%, siendo China el principal país de destino (equivalente al 97% del producto dirigido al continente asiático) y se exporta principalmente como madera en troza o muebles. Durante el año 2018 las exportaciones de Ciprés común representaron un monto de USD\$ 2,659,952.75.

## Aptitud forestal – agroforestal

Basado en: Cordero y Boshier 2003, Mora y Galvis 2018, INAB (Sistematización de experiencias 2020).

### Restauración

Se ha determinado que plantaciones puras de Ciprés común, sujetas al manejo tradicional (densidad, limpias, podas, raleos) con fines de producción industrial, restringen el crecimiento de otras especies vegetales leñosas y herbáceas que se observan en sitios adyacentes a las plantaciones forestales; sin embargo, se ha observado que en ausencia de un plan de manejo en las plantaciones forestales (abandonadas), la especie genera oportunidades para el desarrollo del sitio con propósitos de la conservación de la biodiversidad y de los suelos. La estrategia más apropiada con fines de restauración consiste en plantar con distancias considerables la especie forestal, con el objeto de generar claros y así promover una restauración pasiva, adicionalmente, en los claros pueden plantarse otras especies arbóreas nativas de rápido crecimiento que permitan el reclutamiento natural de otras especies (restauración activa).

En Guatemala se ha identificado el potencial de la especie como tolerante para fines de reforestación en sitios con condiciones adversas, en zonas montañosas donde pocas especies pueden prosperar. En distintas regiones de Guatemala, existen sitios con altos contenidos de arcilla y con cierto grado de compactación, tales sitios han sido reforestados con especies del género *Pinus*, dando como resultado altos porcentajes de mortalidad y, es allí donde Ciprés común demuestra su potencial, aunque demuestre un crecimiento inicial lento, pero alcanzan porcentajes de sobrevivencia superiores a 70% en condiciones donde especies del género *Pinus* no prosperan.

### Sistemas agroforestales.

Gracias a su copa densa, ramificación exuberante y relativamente rígida, la especie es plantada comúnmente como cortina rompevientos para la protección de cultivos agrícolas permanentes, sin embargo, la madera obtenida después de cumplir su turno de corta puede no ser de la mejor calidad, debido a que el viento afecta el crecimiento de las fibras en la madera de la especie.

La especie ha demostrado crecer adecuadamente aun teniendo del 25% al 30% de follaje en la longitud total del fuste, lo anterior potencializa la incorporación de Ciprés común a sistemas agroforestales con la modalidad de “árboles en línea” o “árboles en contorno”. El manejo fundamental consiste en iniciar las podas entre el segundo y tercer año de edad de la planta, logrando así la entrada de luz vertical para el adecuado crecimiento de los cultivos agrícolas permanentes; lo que en Guatemala es una práctica ya identificada por productores forestales, prueba de ello es que existen registros de 517.36 hectáreas sometidas a manejo de sistemas agroforestales en la modalidad de árboles en línea promovidos por 264 proyectos PINPEP.



## Usos

Basado en: Cordero y Boshier 2003; Figueroa 2013; Mancilla 2009, INAB (Sistematización de experiencias 2020).

MADERA Y MUEBLES: En Guatemala, su principal interés radica en utilizar la madera con fines de aserrío, para la elaboración de todo tipo de muebles y con fines de construcción (liviana y pesada). Los principales componentes químicos de la madera de Ciprés común tienen los siguientes valores promedio: celulosa 66.27% w/w (por sus siglas en inglés "w" significa weight = peso; relación peso/peso), cenizas 0.52% w/w, extraíbles 6.76% w/w, lignina 29.07% w/w y taninos 0.88% w/w; los valores no presentan diferencia significativa en función de la altura del árbol.

E uso de Ciprés común es preferido en el altiplano occidental de Guatemala para formar parte de la estructura de cabañas, casas de madera y otras construcciones con madera semi elaborada, sirviendo como columnas, vigas y tendales; a manera de ejemplo, este tipo de construcciones es común observarlas en restaurantes de Tecpán Guatemala, Chimaltenango, Guatemala.

RESINA: Produce un aceite esencial que se extrae de ramillas tiernas, hojas corteza y estróbilos por medio de destilación al vapor y/o alguna otra metodología de extracción, siendo de un líquido de color amarillo pálido claro, tiene un rendimiento que varía desde un 0.28% a 0.58%.

CARBÓN Y LEÑA: La leña de esta especie es ampliamente utilizada al igual que el carbón, sin embargo, no son especies atractivas o preferidas para dichos fines.

ORNAMENTAL: Las ramas también son utilizadas en decoración, coronas e incluso producción de árboles de navidad.

OTROS USOS: El aceite es utilizado para diversos fines, principalmente en la industria cosmética tanto para el cuidado de la piel y cabello, así como la fabricación de lociones, colonias y perfumes. Es astringente y puede ser utilizado en cualquier tipo de piel. También lo emplean en baños templados al agregarlo al agua o para masajes, reanimando y estimulando los músculos adoloridos después de haber realizado alguna actividad física. El aceite esencial también es utilizado como un antiséptico, por lo cual se fabrican jabones, expectorantes y sustancias astringentes, hemostático, cicatrizante vasoconstrictor, antiespasmódico del aparato respiratorio, antirreumático, antibiótico y diurético.

## Estado de protección legal de la especie en el país

Basado en: CONAP 2009.

Carece de protección especial por ser una especie ampliamente distribuida en el país, donde la disminución de sus poblaciones naturales no es alta ni representa una pérdida significativa de su hábitat. Además, la especie posee adecuadas características de producción y calidad de semillas, regeneración natural adecuada y facilidad en el establecimiento de plantaciones; asimismo, en la actualidad no se encuentra en ninguno de los índices de la "Lista de Especies Amenazadas" (LEA) del Consejo Nacional de Áreas Protegidas; y no se encuentra dentro del listado de especies amenazadas de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre (CITES) ratificado por Guatemala.

## 2. SELECCIÓN DE SITIO

### Características de sitio que determinan el crecimiento de la especie

Basado en: Cordero y Boshier 2003; Chaves y Fonseca, 1991; Argueta 2012; Estrada 2010.

#### Clima

**TEMPERATURA:** En Centro América se indica que la distribución natural de la especie es en un rango de temperatura mayor a 12 °C; sin embargo, en Guatemala, con base al registro de puntos de presencia de la especie en bosques naturales incentivados mediante el programa PROBOSQUE mas registros de existencia de parcelas permanentes de Bosque Natural de Coníferas y a las variables climáticas proporcionadas por WorldClim<sup>6</sup>, se determinó que la temperatura mínima promedio anual es de 7.84 °C (el valor mínimo T = 0.64 °C se encuentra a una altitud de 3,587 msnm; el rango máximo T = 16.73 °C se encuentra a una altitud de 1,507 msnm); así mismo, se determinó que la temperatura máxima promedio anual es de 20.34 °C (el valor mínimo T = 15.12 °C se encuentra a una altitud de 3,587 msnm; el rango máximo T = 26.98 °C se encuentra a una altitud de 1,909 msnm). Al analizar la temperatura máxima y mínima en conjunto, se determinó que la temperatura promedio anual en áreas de distribución natural de la especie asciende a 14.09 °C.

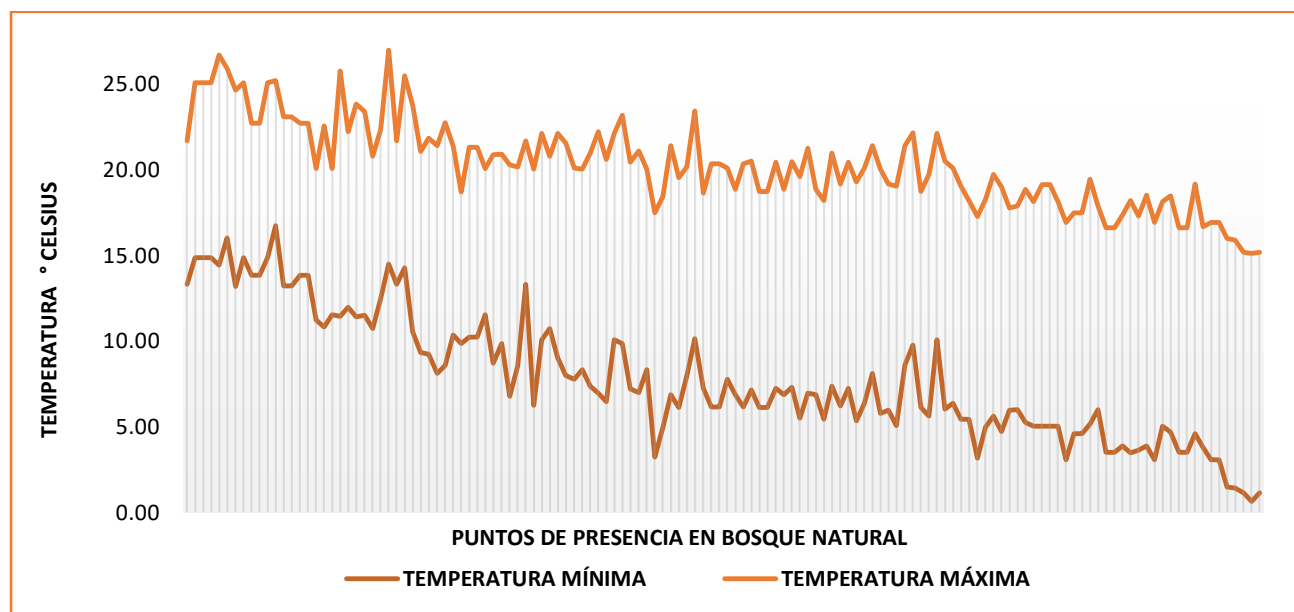


Figura 4. Comportamiento de la temperatura mínima y máxima en puntos de presencia de bosque natural de Ciprés común en Guatemala.

En plantaciones forestales, se ha identificado que la temperatura es una característica climática con mayor relación con la productividad. Los mejores incrementos se reportan en áreas donde las temperaturas oscilan entre 15 °C a 22 °C como promedio anual, a mayor temperatura, el rendimiento tiende a verse afectado.

<sup>6</sup> WorldClim.org. Consulta de base de datos meteorológicas y climáticas globales de alta resolución. 26 Abr 2020 <<https://worldclim.org/data/index.html>>

**PLUVIOMETRÍA:** En Centro América, se reporta que en el rango de distribución natural de la especie las precipitaciones varían de 1,500 hasta 2,500 mm acumulados por año. No obstante, en Guatemala, según el registro de puntos de presencia en bosques naturales incentivados mediante el programa PROBOSQUE, más registros de parcelas permanentes de medición forestal de Bosque Natural de Coníferas y al uso de las variables climáticas proporcionadas por WorldClim, se determinó que en condiciones de distribución natural de la especie la precipitación promedio anual acumulada es de 1,353.08 mm (el valor mínimo anual registrado corresponde a 909.27 mm como promedio anual y el valor máximo registrado corresponde a 3,359.64 mm como valor promedio anual). Los meses de mayo, junio, julio, agosto y septiembre son los que registran mayor precipitación y en dichos meses, la precipitación promedio mensual oscila con un valor de 191.44 mm.

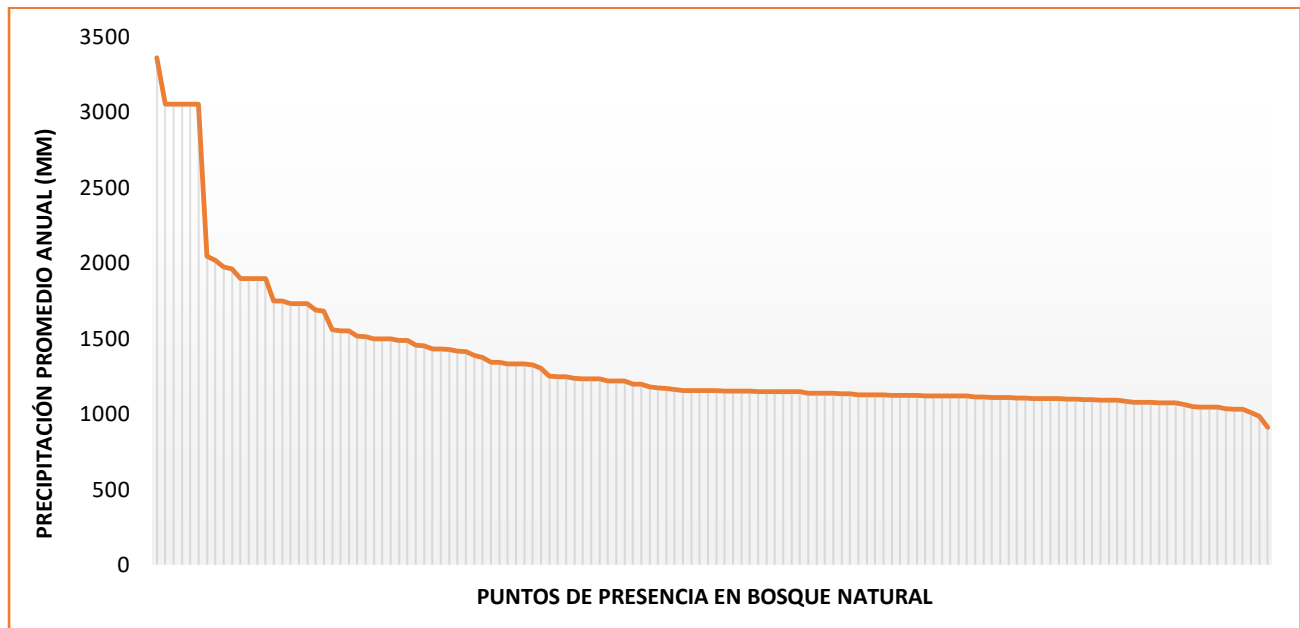


Figura 5. Registros de precipitación (mm) acumulada anual en puntos de presencia de distribución natural de *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.

**VIENTO:** La especie no es afectada en áreas donde los vientos oscilan en velocidades de 2 a 3 km por hora. Los sitios que son muy afectados por vientos no son aptos para la especie, ya que el excesivo viento para Ciprés común se considera un factor limitante.

**ZONA DE VIDA:** Según Holdridge (1953), es una especie indicadora del bosque muy húmedo montano bajo subtropical y del bosque muy húmedo montano bajo; Sin embargo, está ampliamente dispersa en otras zonas de vida de tierras un tanto más bajas. Como respaldo de dicho criterio, puede observarse la tabla 1, que confirma que los registros de presencia de bosque natural se sitúan en mayor proporción en ambas zonas de vida.

Estrada (2010) reporta que para el departamento de Huehuetenango, la especie se encuentra creciendo en condiciones naturales en las zonas de vida: bosque húmedo montano bajo (bh-MB) y bosque muy húmedo montano bajo (bmh-MB), esta última coincide con lo descrito por Holdridge, que Ciprés común es especie indicadora de dicha zona de vida.

Tabla 1. Proporción de registros de presencia de *Cupressus lusitanica* Mill en su ambiente natural y ubicación según zona de vida, en el territorio de Guatemala.

NOMBRE DE LA ZONA DE VIDA	FRECEUNCIA ABSOLUTA
<b>Bosque húmedo Montano Bajo Subtropical</b>	<b>18.57%</b>
<b>Bosque húmedo Montano Subtropical</b>	0.71%
<b>Bosque húmedo Subtropical ( templado )</b>	2.86%
<b>Bosque muy húmedo Montano Bajo Subtropical</b>	<b>45.00%</b>
<b>Bosque muy húmedo Montano Subtropical</b>	13.57%
<b>Bosque muy húmedo Subtropical ( cálido )</b>	7.86%
<b>Bosque muy húmedo Subtropical ( frío )</b>	7.14%
<b>Bosque pluvial Montano Bajo Subtropical</b>	3.57%
<b>Monte espinoso Subtropical</b>	0.71%
<b>TOTAL</b>	<b>100.00%</b>

### Fisiografía

ALTITUD: En Centro América, se reporta que la especie se distribuye de forma natural en rangos altitudinales de 1,800 a 2,600 msnm, no obstante, en Guatemala dichos rangos tienden a ampliarse, los registros indican que la especie puede encontrarse en rangos altitudinales de 1,340 a 3,730 msnm, siendo la altitud promedio de 2,445 en el área de distribución natural de la especie.

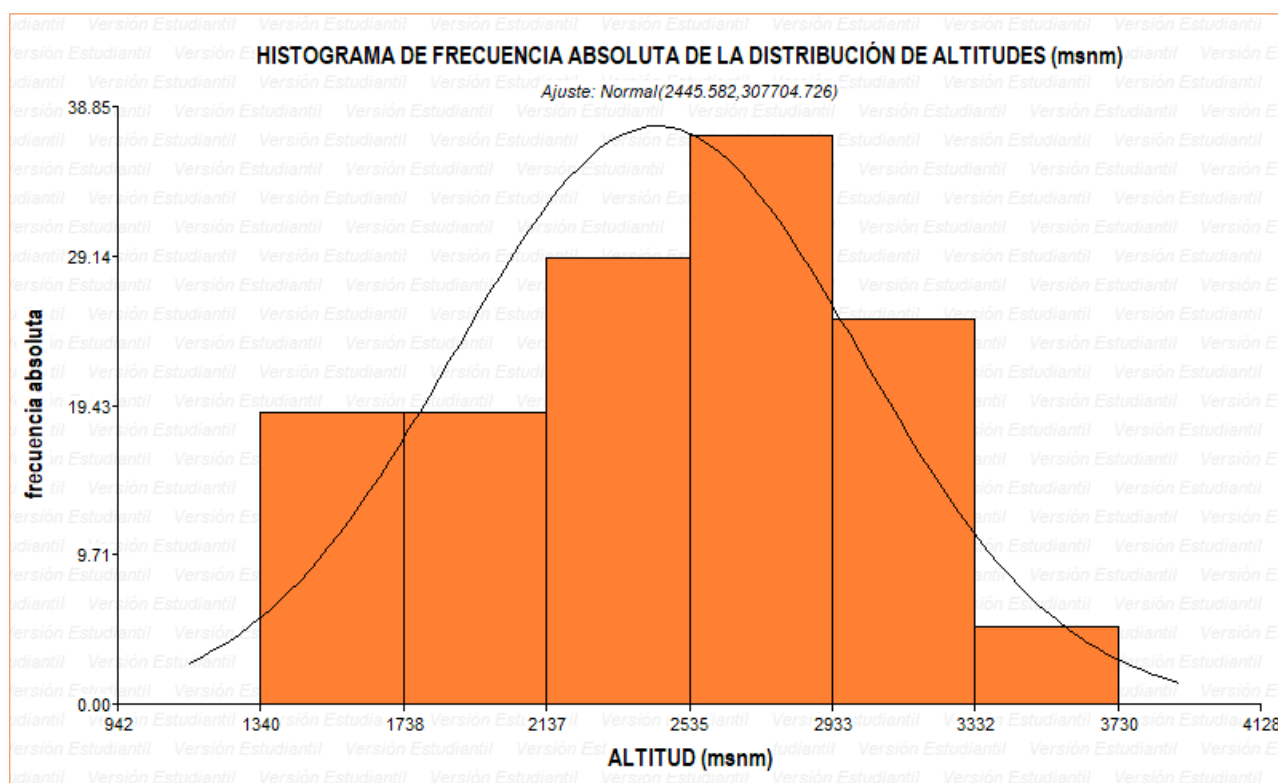


Figura 6. Histograma de frecuencia absoluta de la distribución de altitudes (msnm) registrada en áreas de distribución natural de *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.

Aunque el rango de distribución natural registrado en Guatemala es amplio, es importante considerar la gráfica del histograma anterior, donde es evidente que más del 77% de los sitios se encuentran concentrados en altitudes de 1,738 msnm a 3,332 msnm, el restante 23% entre los límites inferiores y superiores de la distribución altitudinal.

En plantaciones forestales, existen reforestaciones establecidas en rangos altitudinales de 1,300 msnm a 2,961 msnm, aunque la altitud no expresa correlación con la productividad del sitio forestal, se recomienda que las plantaciones se establezcan en sitios con altitudes entre 1,500 msnm a 2,700 msnm; por debajo de 1,500 msnm los rendimientos tienden a disminuir. En dichas condiciones regularmente se concentran plantaciones con índices de sitio malos y pésimos; en el otro extremo, a medida que las plantaciones se establezcan en altitudes cercanas a los 3,000 msnm, la presencia de heladas se hace frecuente, perjudicando desde un inicio el porcentaje de sobrevivencia de la plantación, o bien, deben adoptarse prácticas de protección de la planta; tal como se indica en el capítulo de silvicultura de plantaciones, en el subtema: control de malezas.

PENDIENTE: La especie se adapta a sitios con pendientes desde 0 a 70%, sin embargo, los mejores rendimientos se obtienen en plantaciones establecidas en sitios con pendientes menores del 50%, debido a que en menor pendiente, la planta se expone durante mayor periodo a la luz plena del sol, así mismo, los sitios con poca pendiente se caracterizan por tener mayor reservorio de materia orgánica, aspecto que beneficia el crecimiento de la planta. Al contrario, los sitios con pendientes elevadas, tiende a reducirse el contenido de materia orgánica y el sistema radicular del árbol está más expuesto a la superficie y menos anclado al suelo; lo que produce mayor vulnerabilidad de los árboles ante los fuertes vientos.

PEDREGOSIDAD: La pedregosidad superficial no es un factor limitante en el crecimiento inicial de las plantaciones, árboles jóvenes de 9 años de edad no se ven afectadas por pedregosidad < a 50% de la superficie.

## Suelo

TEXTURA: La especie se adapta a múltiples texturas de suelo, entre ellas: franco arenoso, franco arcilloso, franco, franco arcillo arenoso, y arena franca; no obstante, la especie demanda suelos fértiles y bien drenados, por lo tanto, el rendimiento mejora a medida que la textura de suelo sea del tipo franco o franco arenoso.

MATERIA ORGÁNICA: El contenido de materia orgánica expresa correlación inversa con la pendiente del terreno, esta relación indica que a menor pendiente, existe mayor contenido (reservorio) de materia orgánica; porcentajes entre 5 a 15% de materia orgánica, contribuyen positivamente al crecimiento.

NUTRIENTES: Se ha determinado que no existe correlación entre el incremento medio anual de volumen (m<sup>3</sup>) en plantaciones forestales con los nutrientes disponibles en el suelo, sin embargo, la presencia de cantidades mínimas de nitrógeno (N = 0.2 a 0.6 ppm), fósforo (P = 0.5 a 2.5 ppm), potasio (K), sodio (Na = 0.25 a 0.45 ppm), magnesio (Mg = 0 a 12 ppm), manganeso (Mn = de 0 a 15 ppm), hierro (Fe = 0 a 10 ppm), cobre y calcio garantizan un efecto positivo en el crecimiento de los árboles. El pH preferiblemente debe encontrarse en valores de 5.5 a 8.5.

Estrada (2010), mediante la evaluación de variables edáficas características de sitios de distribución natural (bosque natural) de Ciprés común en el departamento de Huehuetenango, determinó que no pudo establecerse mediante una ecuación múltiple la predicción para el crecimiento de la especie en términos de índice de sitio en función de variables edáficas; sin embargo, se identificó que la densidad aparente, el magnesio disponible, calcio, porcentaje de saturación de bases y pH son los factores edáficos que más influyen (> valor de correlación) en el crecimiento de bosques naturales de Ciprés común.

### Factores limitantes:

**VIENTO:** El viento es un factor limitante para Ciprés común. La especie es sensible a torceduras o incluso a ser derribado, los árboles que llegan a crecer como adultos en zonas donde el viento azota a los sitios forestales, la fibra interna tiende a adquirir una forma de hélice (aunque no muy pronunciado); no obstante, la madera que generan dichos árboles tiende a presentar un defecto denominado "fibra torcida o revirada"<sup>7</sup>, lo que produce su rechazo como madera adecuada con fines de uso industrial.

**MAL DRENAJE:** La especie es intolerante al mal drenaje y al encharcamiento, aspecto que deberá ser considerado en la correcta selección del sitio, tratando de establecer plantaciones forestales en suelos con algún grado de inclinación (poco o moderado) y preferentemente en suelos con texturas franco arenoso o suelos francos.

**SUELOS POCO PROFUNDOS:** Los suelos poco profundos limitan el desarrollo radicular de la especie, provocando que las raíces estén expuestas a la superficie y poco ancladas dentro del perfil del suelo, propiciando su vulnerabilidad ante la tumba por fuertes vientos.

**PRESENCIA DE HELADAS:** Ocurre en altitudes cercanas a los 3000 msnm en adelante, en el altiplano occidental de Guatemala es común reforestar Ciprés común en dichas altitudes, con el argumento de que la especie no es afectada por los géneros de *Dendroctonus* que afectan a las plantaciones del género *Pinus* en sus estados juveniles y adultos. Lo anterior ha permitido que distintos silvicultores adopten técnicas de protección de plantas contra las heladas, logrando reducir pérdidas de densidad de árboles por hectárea durante los primeros dos o tres años de crecimiento; sin embargo, la presencia de heladas no deja de ser un factor que limite el adecuado desarrollo de Ciprés común, en estas condiciones la especie retarda su crecimiento, evitando que exprese su máximo potencial (turnos de corta mayores a 30 años).

**COMPETENCIA:** La especie no compite bien con las malezas, especialmente con las especies gramíneas (familia Poaceae) debido a que éstas presentan un crecimiento desarrollado y denso del sistema radicular, el cual es muy competitivo y afecta negativamente el crecimiento del Ciprés común. Dicha competencia se intensifica en los primeros años de crecimiento, que a su vez condiciona la entrada de luz plena a las plántulas en crecimiento, afectando el desarrollo inicial del árbol, debido a su comportamiento heliófita.

---

<sup>7</sup> Se produce cuando la fibra de los árboles no crecen paralelamente al eje, sino en forma de hélice, debido al excesivo crecimiento de fibras periféricas; esta madera generalmente solo puede utilizarse como pilotes o postes.

## Distribución potencial de la especie en Guatemala

El departamento de Investigación Forestal en coordinación con el departamento de Sistemas de Información Forestal, ambos del Instituto Nacional De Bosques (INAB) de Guatemala, elaboraron en forma conjunta un análisis que reúne las variables óptimas para el apropiado desarrollo de la especie a nivel de campo; obteniendo como producto el mapa de la distribución potencial de *Cupressus lusitanica*. La zonificación tomó como información determinista variables de fisiografía y condiciones climáticas básicamente.

Como se observa en la figura 7, las condiciones óptimas para el desarrollo de *Cupressus lusitanica* Mill incluye: altitudes que van desde los 1,400 hasta los 3,200 msnm, temperaturas entre 12° y 20° Celsius y precipitaciones entre 1,300 a 2,200 mm.

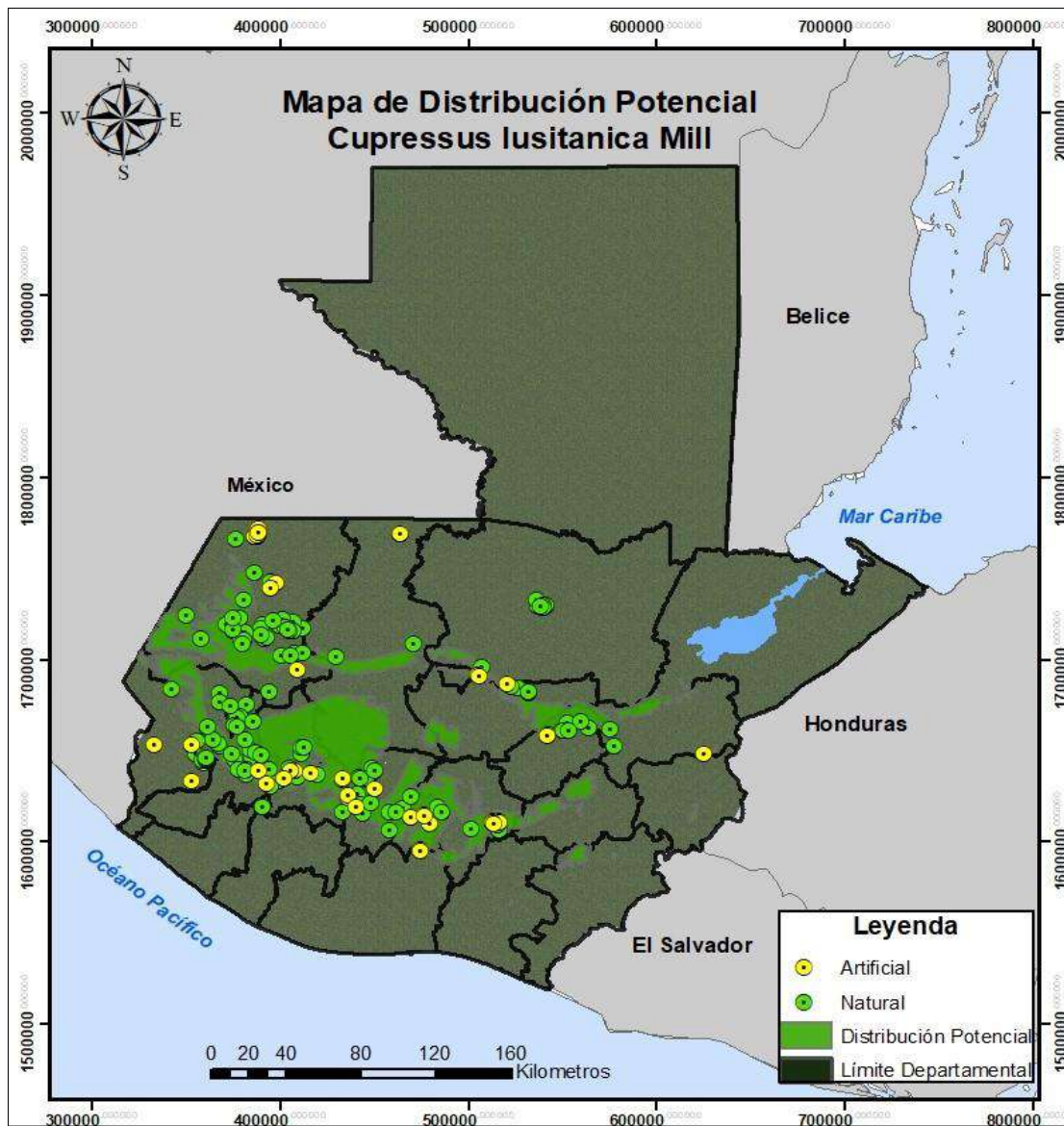


Figura 7. Mapa de distribución potencial de *Cupressus lusitanica* Mill y la ubicación de registros de existencia de la especie en Guatemala.

La especie tiene un amplio rango de distribución, con potencial para ser reforestada en 19 departamentos de Guatemala, no obstante, el área de distribución se concentra en mayor cuantía en el departamento de Huehuetenango (con 185,124.98 hectáreas, equivalentes al 19.02% del área de distribución potencial del país), seguido del departamento de Quiché (con 161,913.63 hectáreas, equivalentes al 16.63% del área de distribución potencial del país), y en tercer lugar el departamento de Chimaltenango (con 88,414.91 hectáreas, equivalentes al 9.08% del área de distribución potencial del país), tal como se observa en la siguiente tabla:

Tabla 2. Descripción del área de distribución potencial para *Cupressus lusitanica* Mill por departamentos de Guatemala.

No.	DEPARTAMENTO	ÁREA (ha)	PORCENTAJE (%)
1	Huehuetenango	185,124.98	19.02%
2	Quiché	161,913.63	16.63%
3	Chimaltenango	88,414.91	9.08%
4	Totonicapán	83,423.56	8.57%
5	Guatemala	76,604.18	7.87%
6	Sololá	65,708.25	6.75%
7	Quetzaltenango	57,034.47	5.86%
8	San Marcos	51,057.94	5.24%
9	Baja Verapaz	44,766.00	4.60%
10	Sacatepéquez	43,960.64	4.52%
11	Jalapa	31,085.64	3.19%
12	El Progreso	28,661.47	2.94%
13	Zacapa	20,511.86	2.11%
14	Alta Verapaz	15,076.71	1.55%
15	Jutiapa	9,484.56	0.97%
16	Escuintla	4,905.23	0.50%
17	Izabal	3,866.90	0.40%
18	Chiquimula	1,859.90	0.19%
19	Santa Rosa	61.83	0.01%
<b>TOTAL</b>		<b>973,522.66</b>	<b>100.00%</b>

### Recomendaciones para una correcta elección de sitio para la especie.

En primera instancia, la selección correcta del sitio está en función de los factores climáticos, ya que son aspectos que no se modifican en el tiempo, lo que produce que una plantación forestal establecida fuera de su rango de distribución natural podría estar condicionada a no presentar su máxima capacidad productiva; a partir de la ubicación geográfica de un sitio y con apoyo de bases de datos climatológicas (ejemplo: WorldClim.org) puede llegar a conocerse las características de altitud, temperatura, radiación, precipitación y otras variables climáticas de un sitio particular.

Una vez considerado las variables climáticas, se enfatiza en una selección más específica del sitio, utilizando la información de las características fisiográficas y edáficas descritas en el subtema "características de sitio que determinan el crecimiento de la especie", con un especial énfasis en los factores limitantes que pueden condicionar el crecimiento de la especie, aun cuando las condiciones climáticas, fisiográficas y edáficas se cumplan para un determinado sitio.



## Ejemplos de buena o mala elección

**EJEMPLO DE MALA ELECCIÓN:** Las características climáticas son el primer criterio que se analiza al seleccionar un sitio forestal, debido a que éstas no pueden ser modificadas bajo ningún escenario; la altitud y la temperatura son variables que están correlacionadas, entre ambas generan una serie de condiciones de sitio-ambiente que condicionan la distribución natural de la especie. El no considerar con suficiente grado de importancia un sitio forestal, repercute en establecer proyectos a largo plazo que probablemente no cumplan con los rendimientos ni la calidad para satisfacer mercados de industria forestal, y si lo hacen, tendrá que pasar varios años (hasta 40 en el caso de Ciprés); la productividad de las plantaciones es medida con base a su índice de sitio.

A nivel nacional, una plantación forestal registrada en Camotán, Chiquimula, está catalogada como un índice de sitio pésimo, donde a los 10.30 años de edad había alcanzado una altura dominante de 9.50 metros, es decir, los árboles crecen 0.93 m de altura por año, comparado con el promedio de crecimiento para un índice de sitio excelente para dicha edad, donde el crecimiento es de 2.05 m de altura por año (a la edad de 10 años). Esta plantación se ha establecido en una altitud de 1,300 msnm, por debajo del rango mínimo de altitud recomendado (1,500 msnm), este aspecto podría estar ocasionando una serie de condiciones sitio-ambiente que no ha permitido el desarrollo adecuado de la especie, o bien, está siendo afectado por algún factor limitante.

**EJEMPLOS DE BUENA ELECCIÓN:** En la finca Papalabaj, ubicada en el municipio de San Andrés Itzapa, departamento de Chimaltenango, se estableció una plantación mixta con las siguientes características: espaciamiento de 3 m \* 3 m (1,111 árboles/hectárea), en una altitud de 2,200 msnm, en terrenos con 38% a 55% de pendiente, con presencia de suelos francos, con altos contenidos de materia orgánica y actualmente intervenidos con un raleo a intensidad de 50% (en el año 5), durante sus primeros años existió asocio con cultivos anuales (sistema Taungya).

El arreglo consiste en surcos orientados de este-oeste, reforestando dos surcos de ciprés común (66.67% de la densidad inicial) intercalado por un surco de *Pinus maximinoi* (33.33% de la densidad inicial); los incrementos a los 6.75 años de edad son: DAP promedio de 20.84 cm (IMA en DAP de 3.08 cm) para ciprés común y un DAP promedio de 23.06 cm (IMA en DAP de 3.41 cm) para la especie de pino candelillo, las alturas dominantes para las especies asciende a 12.44 m y 15.62 m, respectivamente. El IMA de 3.08 cm de DAP para ciprés común, es indicador de que las plantas se comportan con un incremento que a la edad de 6.75 años la categoriza en un sitio "bueno" a "excelente"; (ver más detalles del arreglo mixto en el capítulo establecimiento de plantaciones).

Otro ejemplo lo constituye una plantación forestal ubicada en la finca Agua Tibia, San José Pinula, Guatemala, establecida a 1,640 msnm, que consiste en un claro ejemplo de que aun seleccionando correctamente el sitio, este se puede potencializar mediante manejo silvicultural, logrando obtener árboles con dimensiones considerables a mediano plazo. El manejo silvicultural fue el siguiente: se conservó una densidad de 1,084 árboles/ha hasta los 4.3 años de edad, entre los 4.3 a 5.3 años de edad fue intervenida mediante un raleo de aproximadamente el 25% de intensidad; posteriormente, entre los 6.3 a 7.3 años se aplicó un segundo raleo del 40% de intensidad; el tercer raleo se realizó entre los 11.3 a 12.3 años con el 50% de intensidad. El DAP promedio de la plantación a los 12.3 años es de 32.5 cm, equivalente a 2.64 cm de IMA del DAP, lo que califica a la plantación en un índice de sitio superior a las características de un índice de sitio "bueno".

### 3. PRODUCCIÓN DE PLÁNTULAS Y GENÉTICA

---

#### Diversidad genética y procedencia

Basado en: Standley y Steyermark 1958, INAB y IARNA-URL 2012.

ESTADO DE LA CONSERVACIÓN GENÉTICA: Actualmente, como es la situación de la mayoría de especies forestales nativas, no se cuenta aún con estudios de diversidad genética de la especie en Guatemala; para propiciar su uso, mejoramiento genético y conservación de manera sostenible, es importante impulsar este tema para beneficio de los sectores económico, ecológico y social. Por tal razón, *Cupressus lusitanica* Mill es una especie priorizada para realizar acciones de mejoramiento genético y conservación a mediano y largo plazo en el INAB, a través del proceso de conservación ex situ e in situ.

PROCEDENCIAS: Los estudios efectuados hasta el momento, para definir las mejores procedencias del ciprés, no han incluido una representación amplia de las posibles fuentes de semillas para cubrir toda la variabilidad de la especie.

No obstante, se tienen reportes de bosques naturales de ciprés común en Guatemala, donde Standley y Steyermark (1958) en su publicación "Flora de Guatemala" identificaron rodales en Tecpán, Quetzaltenango y San Marcos, como masas de alto valor genético, debido a la forma y vigor deseables de los árboles allí existentes.

Además de la existencia de plantaciones exitosas establecidas hace más de 50 años, cuando establecieron las primeras plantaciones de Ciprés común en el país, en lugares como San José Pínula, Santa María de Jesús en Quetzaltenango, entre otros lugares, que actualmente son potencial de buenas procedencias.

ENSAYOS: Se encuentran muestras de la especie en arboretum (jardines botánicos) ubicados en la Universidad Rafael Landívar, Universidad Francisco Marroquín y Jardín Botánico Nacional; sin embargo, es importante considerar realizar ensayos para evaluar el potencial de desarrollo y adaptabilidad de la especie para realizar recomendaciones de uso y conservación.

#### Rodales semilleros

Basado en: Mesén 1998, Lombardi y Nalvarte 2001, INAB 2019<sup>a</sup>, INAB 2019<sup>b</sup>.

Las semillas deben ser recolectadas de rodales semilleros de muy buena calidad genética. Para el establecimiento de reforestaciones con fines industriales o cuyo fin es la producción de madera, un rodal semillero con buenas características es aquel que posea árboles con fustes rectos, fustes largos y cilíndricos, con una copa bien desarrollada y con fuste continuo, ramas delgadas o medianas, las ramas deben estar insertadas horizontalmente, sin bifurcaciones y sin espiralidad del fuste, que los individuos se encuentren dentro de la clase de altura dominante, entre otras características propias de la identificación y manejo de fuentes semilleras.

En caso de repoblación forestal para fines de restauración o conservación de variabilidad genética se deben obtener muestras de semillas de los mejores rodales a nivel local.

El INAB, adoptó dentro del protocolo de certificación de fuentes y semillas forestales<sup>8</sup> lo descrito por Mesén (1998), en cuanto a la clasificación de árboles semilleros para la recolección de semillas forestales, donde los árboles excelentes conforman la “clase 1”, los árboles buenos la “clase 2”, mientras que los árboles indeseables conforman la “clase 3”; todo lo anterior con fines de registrar las características fenotípicas de los árboles a los cuáles estará dirigido el aprovechamiento de semillas forestales con el objeto de abastecer proyectos de plantaciones forestales con fines de producción industrial por medio de programas de incentivos forestales.

Sin embargo, los criterios utilizados para la elección de árboles semilleros pueden ser considerados para cualquier proyecto de reforestación o sistema agroforestal, indistintamente si se pretende o no el goce de incentivos forestales, siempre y cuando el fin sea obtener producción maderable de árboles con las mejores características.

El INAB, dentro del protocolo de certificación de fuentes y semillas forestales, también adoptó lo descrito por Mesén (1998), en cuanto a la clasificación de fuentes semilleras que pueden ser inscritas y registradas en Guatemala, siendo estas: huerto semillero genéticamente comprobado, huerto semillero genéticamente no comprobado, rodal semillero, fuente seleccionada y fuente seleccionada de árboles dispersos en bosques naturales latifoliados. A la fecha de la consulta (12 de marzo de 2020), se determinó que 9 fuentes semilleras de ciprés común han sido inscritas ante el Registro Nacional Forestal<sup>9</sup>, de las cuales solamente una de ellas está catalogada como activa.

Tabla 3. Listado de fuentes semilleras inscritas ante el Registro Nacional Forestal de INAB, activas e inactivas en Guatemala.

REGISTRO	DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	FINCA	ÁREA	ESTADO
FS-1029	CHIMALTENANGO	PATZUN	LA CUMBRE	1	INACTIVO
FS-1030	ALTA VERAPAZ	SAN CRISTOBAL VERAPAZ	CAÑADA DEL NARANJO	1.46	INACTIVO
FS-1062	ZACAPA	USUMATLAN	ESMERALBA BAJA	5.06	INACTIVO
FS-1068	BAJA VERAPAZ	SAN JERONIMO	FINCA NACIONAL SAN JERONIMO	2.5	INACTIVO
FS-1077	SACATEPEQUEZ	SAN MIGUEL DUEÑAS	CONCEPCIÓN	10	INACTIVO
FS-1095	HUEHUETENANGO	CHIANTLA	LA HACIENDA	3	INACTIVO
FS-1096	CHIMALTENANGO	PATZUN	LA SIERRA	4.93	INACTIVO
FS-1138	GUATEMALA	SAN JOSE PINULA	SANTIAGO	1.33	INACTIVO
FS-1167	SAN MARCOS	SAN MARCOS	ASTILLERO MUNICIPAL DE SAN MARCOS	1.08	ACTIVO

Fuente: Registro Nacional Forestal del INAB, 2020. Consultado el 12 de marzo de 2020

<sup>8</sup> El protocolo de certificación de fuentes y semillas forestales es un documento que contiene la base legal, aspectos técnicos, criterios de clasificación y procedimientos para la certificación de fuentes y semillas forestales utilizada por el Instituto Nacional de Bosques –INAB- por medio del departamento de certificación de fuentes y semillas forestales, de la dirección de Manejo y Conservación de Bosques.

<sup>9</sup> El registro nacional forestal (RNF), pertenece a la dirección de planificación, monitoreo y evaluación institucional del Instituto Nacional de Bosques (INAB), y es el encargado de regular, aplicar y controlar los procesos de inscripción y actualización de las actividades técnicas y económicas de la actividad forestal por medio de su reglamento (Resolución No. JD.07.2019), de conformidad con el artículo 88 de la ley forestal (Decreto No. 101-96).

Es importante resaltar que si un propietario desea ser beneficiario del programa de incentivos forestales PROBOSQUE<sup>10</sup> de Guatemala, debe demostrar que el material vegetativo y las semillas forestales que abastecen los proyectos de establecimiento y mantenimiento de plantaciones con fines industriales deben estar sujetas a lo estipulado en Artículo 15 (Utilización de material vegetativo y semillas forestales en el programa), del Reglamento de la Ley PROBOSQUE (Resolución JD.03.28.2017).

Es decir, cumplir los requisitos para gozar de un certificado de fuente semillera inscrita ante el Registro Nacional Forestal, ya sea de “forma voluntaria” o con goce de incentivos forestales mediante las modalidades “manejo de plantaciones forestales voluntarias registradas como fuentes semilleras” o como “manejo de bosques naturales con fines de producción de semillas forestales”, significa permanecer en una actividad económica que permite diversificar los ingresos de un rodal o bosque de árboles con excelentes características.

En Guatemala, actualmente se promueve la restauración de áreas mediante distintas técnicas de repoblación forestal, sin ser requisito demostrar que la semilla utilizada provenga de una fuente semillera registrada ante el RNF, es decir, es una opción utilizar semilla de procedencia y germoplasma desconocido; sin embargo, con el objeto de fortalecer el sistema de producción y suministro de semilla local para la restauración o repoblación de áreas con distintos fines utilizando material genéticamente apropiado, es recomendable observar la “Guía básica para la utilizar germoplasma adecuado en restauración del paisaje forestal”<sup>11</sup> que proporciona insumos y criterios necesarios para la correcta selección de individuos destinados a cosecha de semilla.

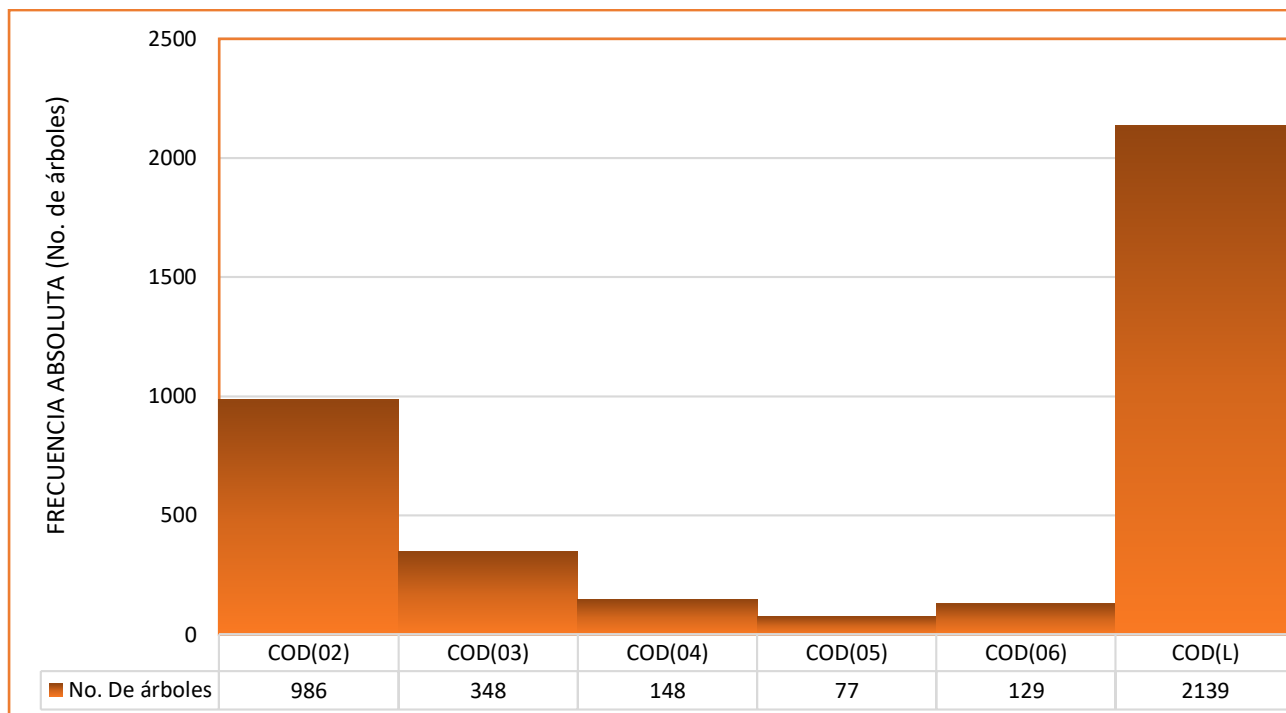
“La correcta selección de la semilla es uno de los factores que determina el éxito futuro de la plantación” es decir, es la actividad base dentro de la planificación de una reforestación que tiene alcances determinantes desde la fase de germinación de la semilla, sobrevivencia en vivero, adaptabilidad de la plántula al sitio, características fenotípicas en plantas, rendimientos, incrementos, entre otras características heredables, los cuales pueden condicionar su éxito futuro si no se analiza el grado de importancia requerido.

Por ejemplo, con los datos disponibles de 51 parcelas permanentes de medición forestal [PPMF] de la especie ciprés común, se observa en la siguiente figura que el 44.10% de los árboles con registro de medición presentan algún defecto, porcentaje que está influenciado en gran parte por el material genético utilizado; para este ejemplo, el porcentaje de defectos pudo haber sido menor, si desde la fase de planificación se hubiese analizado con mayor importancia la procedencia de la semilla. La presencia de defectos del fuste en las plantaciones forestales jóvenes o adultas ya no puede ser modificada, el hecho de no considerar inicialmente la calidad genética, repercute en la reducción del rendimiento de aserrío por las secciones de descuento del fuste principal, pérdida del vigor de los árboles, entre otros.

---

<sup>10</sup> PROBOSQUE: Acrónimo del programa de incentivos para el establecimiento, recuperación, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala. Creada mediante Decreto Ley 02-2015 y operativizada por el reglamento (Resolución JD.03.28.2017).

<sup>11</sup> La guía básica para utilizar germoplasma adecuado en restauración del paisaje forestal contiene los lineamientos técnicos (selección de especies, procedencia, tipo de material, densidad y cantidad de semilla) que son necesarios para garantizar la utilización de germoplasma adecuado; ha sido elaborado por el departamento de certificación de fuentes y semillas forestales de la Dirección de Manejo y Conservación de Bosques del Instituto Nacional de Bosques (INAB).



Fuente: Departamento de Investigación Forestal del INAB; donde: COD(02) = Poco sinuoso; COD(03) = Muy sinuoso; COD(04) = Torcedura basal; COD(05) = Bifurcado; COD(06) = Inclinado; y COD(L) = Ejes rectos y sin defectos de forma.

Figura 8. Descripción de los códigos de forma y defecto de 51 parcelas permanentes de medición forestal [PPMF] de ciprés común en Guatemala.

## Semilla

### Descripción

Basado en: CATIE 2000, INAB 1999, Portocarrero 2006, INAB (Sistematización de experiencias 2020).

La semilla de ciprés común presenta una coloración marrón (café claro) con una dimensión de 3 mm de longitud y 4 mm de ancho, son irregularmente aplanadas, presentan alas poco efectivas, manteniéndose dentro de conos o frutos como sub globoso o globosos hasta su madurez donde las expulsan. Están compuestos por 6 a 12 escamas peltadas progresivamente leñosas, casi siempre mucronadas en su plana cúspide, conteniendo semillas anguladas, aladas entre pequeñas escamas estériles, que mostraran 3 a 4 cotiledones.

### Colecta

En el éxito de los proyectos de reforestación influye significativamente la elección del buen material genético, por lo que se hace necesario obtener la semilla de fuentes certificadas o de árboles sanos, dominantes, con características fenotípicas deseables, con el fin de garantizar buenos productos en el largo plazo.

**CALENDARIO DE RECOLECCIÓN:** Es una especie de floración temprana, que florece a partir de los 2 a 5 años, sin embargo, solo después de 10 a 12 años los árboles producen semillas de buena calidad. La especie mantiene gálbulas maduras todos los meses del año, siendo los meses de colecta septiembre, octubre, noviembre y diciembre.

En Guatemala, algunos productores de viveros forestales, tal como los señores Víctor Sacuj<sup>12</sup> y Lorenzo Tzep Cotí<sup>13</sup>, realizan la colecta de frutos durante el mes de noviembre hasta los primeros días del mes de diciembre de cada año, con el objeto de iniciar la fase de germinación durante el mes de diciembre; actividad que realizan en dicha temporalidad previendo que la fase de manejo en el vivero desde la germinación de la semilla hasta el despacho de plantas listas para su establecimiento en campo definitivo, tarda entre 5 a 6 meses.

EVALUACIÓN PREVIA A COLECTAR LAS GÁLBULAS: Teniendo ubicada la fuente semillera o área productora de semilla, se seleccionan y se marcan los mejores árboles (aspecto obligatorio sólo para fuentes semilleras registradas ante INAB), considerando los criterios descritos en el protocolo de certificación de fuentes y semillas forestales o en la Guía básica para utilizar germoplasma adecuado en restauración del paisaje forestal, ambos adoptados por INAB. Los frutos óptimos para la cosecha presentan una coloración café oscura con agrietamientos en las escamas, en este momento la semilla deberá tener un color café rojizo; otro indicador para seleccionar un árbol entre los demás es que presente abundancia de regeneración alrededor de su base.



Figura 9. Fruto dehiscente de ciprés común después del proceso de beneficiado (izquierda); referencia de la longitud de la semilla de ciprés común (derecha). Fuente: Departamento de certificación de fuentes y semillas forestales del INAB.

PRÁCTICA DE RECOLECCIÓN: Los frutos se colectan directamente del árbol, el cual debe ser escalado con equipo apropiado. Los frutos maduros se ubican en la parte terminal de las ramas, el escalador las corta cuando aún están cerradas, cuidando no dañar las ramas.

<sup>12</sup> Sr. Víctor Sacuj. 26 de febrero de 2020. Producción de plantas de ciprés común en viveros forestales. (Entrevista). Finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá. Administrador de finca Santa Victoria.

<sup>13</sup> Sr. Lorenzo Tzep Cotí. 27 de febrero de 2020. Producción de plantas de ciprés común en viveros forestales. (Entrevista). Finca particular, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá. Propietario de vivero forestal.

Portocarrero (2006), describe que el equipo utilizado para colectar frutos de ciprés común es el tradicionalmente usado y conocido, el cual consiste en espolones, arneses y tijeras corta ramas, utilizando tres pasos básicos para la colecta: (1) ascenso al árbol hasta la copa, utilizando espolones, arneses y lazos para iniciar la colecta de frutos; (2) corta de los frutos desde el árbol, por medio de uso de tijeras corta ramas, las cuchillas consisten en tijeras que son accionadas con tirar de un lazo que se encuentra paralelo en la rama y cortar las puntas de las ramas que contiene las gálbulas; (3) Colecta de los frutos de las ramas cortadas utilizando tijeras tipo podadoras, y así poder transportar los frutos en sacos de tela.

RENDIMIENTO EN LA COLECTA: En la recolección un escalador con experiencia puede cosechar 1 saco con gálbulas por día con apoyo de otra persona que corte las mismas de las ramillas colectadas. Un fruto puede contener entre 75 a 120 semillas.

### Acondicionamiento

BENEFICIADO: Los frutos son limpiados, eliminando ramas, basura grande y otros residuos que se hayan mezclado en el campo, luego son colocados en una zaranda o cernidor, para que inicie el proceso de postmaduración, que consiste en poner los frutos a la sombra por un período de 3 a 4 días, hasta el momento que se observen líneas de ruptura, que es un índice de maduración. Seguidamente, las gálbulas son sacadas al sol por un período de 2 a 3 días para que terminen de abrirse, teniendo el cuidado de recolectar las semillas que se separan del fruto a cada 24 horas para evitar exponerlas al sol por periodos prolongados.

Posteriormente, los frutos que quedan son golpeados suavemente en la zaranda para que las semillas caigan. Al tener disponibles las semillas es necesario separar las que carecen de embrión, esto se realiza colocándola en un recipiente con agua, las semillas que flotan son eliminadas y las que se precipitan o descienden se consideran viables, luego, las semillas deben secarse por periodos de 3 a 4 horas para evitar almacenarlas con humedad. Para eliminar las aletas, la semilla se frota suavemente con las manos.

RENDIMIENTO DEL BENEFICIADO: Existe un promedio de 150,000 a 200,000 semillas por kg y entre 75 a 120 semillas/gábulas. La germinación es de 70% a 90% según las condiciones de almacenaje (tiempo, temperatura y humedad relativa); la pureza va de 95% a 99%. En promedio se necesitan 23 kg de gálbulas para producir 1 kg de semilla limpia. En Guatemala, Portocarrero (2006) reporta contenidos de humedad del 7.6%, pureza de 99.8%, 180,261 semillas por kg, porcentaje de germinación del 46% equivalentes a 82,920 semillas viables/kg y la energía germinativa o días a germinación de 18 días.

### Conservación y viabilidad

Las semillas son ortodoxas con un contenido de humedad de 7% a 10% y pueden ser almacenadas hasta por cuatro años a 5°C. No obstante, almacenadas en seco en condiciones normales, pueden mantener su viabilidad hasta por un año.

### Limpieza

La semilla es pasada por los tamices número 20, 18, 14, 12 y 35 respectivamente para eliminar toda la basura que contengan.

## Tratamientos pre-germinativos

La especie no requiere de tratamientos pre-germinativos; aunque para elevar el porcentaje de germinación algunos autores recomiendan la inmersión en agua, a temperatura ambiente, durante 10 a 24 horas, o la estratificación que consiste en colocar las semillas en arena húmeda por 30 días ya que tiende a aumentar la energía germinativa y el porcentaje de germinación.

## Producción de plantas

Basado en: INAB 1999, CATIE 2000, INATEC 2006, INAB (Sistematización de experiencias, 2020).

### Métodos sexuales o por semilla.

En Guatemala, la producción de plántulas de ciprés se basa en métodos sexuales o por semilla, donde deben considerarse aspectos básicos como la disponibilidad de agua, topografía preferiblemente plana, protección del área (cercos vivos o vallas perimetrales) y adecuado acceso. Algunos reforestadores, como el caso de la Finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala, según lo expuesto por Víctor Sacuj<sup>14</sup>, producir su propio vivero forestal significa tener las siguientes ventajas: adaptación de la planta in-situ<sup>15</sup>, evitar el estrés de la planta por el traslado, menores costos de producción, incluso diversificando los ingresos por venta de plantas excedentes, garantía de la correcta selección y cosecha de semilla, y promoción del uso de semilla local (para el establecimiento de plantaciones forestales voluntarias).

**ETAPA DE GERMINACIÓN:** La producción de plantas inicia con la etapa de germinación. No se recomienda la siembra directa en bolsas, sino deben utilizarse germinadores, ya sea mediante bancales aéreos, semilleros al aire libre o semilleros de doble excavación; el sustrato puede ser solamente arena pómez cernida, o la mezcla de tierra negra cernida + arena pómez cernida en proporción 1:1, también puede utilizarse una mezcla de arena pómez cernida + tierra negra cernida + broza en proporción 1:1:1. Es de importancia desinfectar el sustrato a utilizar en los semilleros y realizar la siembra después del periodo de residualidad que el producto químico indique, la práctica de desinfección es vital debido a que ciprés común es atacado por los hongos *Fusarium spp.*, y *Verticillium spp.*, durante esa etapa.

Las semillas se esparcen al voleo, cubriéndolas con una capa fina de aproximadamente de 2 mm de espesor del mismo sustrato. En la finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala, realizan la dispersión de 1 libra de semilla (454 g) en 1 m<sup>2</sup> de sustrato, dato que puede servir como referencia para optimizar el sustrato; sin embargo el mejor indicador es que las semillas queden bien dispersas, procurando que no queden unas sobre otras, adicionalmente, protegen los semilleros colocando acículas de pino secas sobre el sustrato, actividad que realizan con el objeto de que las semillas no se expongan a la superficie por efectos del riego, las acículas se retiran una vez inicien a germinar las plántulas; además también es recomendable que los semilleros cuenten con protección, ya sea artificial (sarán) o natural (hojas de palma, restos de gramíneas, etc.), con el objeto de no sufrir daños y que se expongan las semillas a la superficie por efectos de la lluvia.

---

<sup>14</sup> Sr. Víctor Sacuj. 26 de febrero de 2020. Producción de plantas de ciprés común en viveros forestales. (Entrevista). Finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá. Administrador de finca Santa Victoria.

<sup>15</sup> La conservación in-situ se refiere al cuidado de la biodiversidad en su entorno natural, en su sitio de origen, procurando condiciones mínimas para el mantenimiento de su variedad genética en estado silvestre.



El sustrato debe mantenerse húmedo, durante todo el periodo de germinación, evitando que se deshidrate inclusive por periodos cortos, ya que se puede interrumpir el proceso de germinación y causar la muerte de semillas y plántulas. La germinación de la semilla es epigea, presentándose de forma irregular desde un lapso de 10 a 30 días, sin embargo, la germinación se estabiliza entre los 20 a 30 días.

**TRASPLANTE:** Puede realizarse cuando las plántulas germinadas tengan un tamaño de 4 a 5 cm de alto, preferiblemente en horas frescas del día (6 a 10 am). Deben trasplantarse cuando aparezcan las primeras hojas verdaderas, teniendo el cuidado de no tomar las plántulas por el tallo, ya que el calor y presión de los dedos las pueden dañar; por esta razón es recomendable que el sustrato esté inconsistente o suelto (se logra introduciendo una pequeña estaca en repetidas ocasiones en el sustrato), luego tomar las plántulas por las hojas y ponerlas en una bandeja con agua, sumergiendo las raíces para el traslado al sitio del trasplante.

El trasplante se realiza aproximadamente a los entre los 30 a 40 días después de la siembra. De acuerdo con las experiencias en la producción de viveros en la Finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala, el rendimiento es de 1,200 plántulas trasplantadas por una persona en un día, así mismo, consideran un porcentaje aproximado de 5% de pérdida de plántulas por la actividad de trasplante.

**PLANTAS EN BOLSAS PLÁSTICAS:** Conocer el tiempo de germinación de la semilla y el tiempo transcurrido desde la siembra hasta el trasplante es importante para planificar las actividades del llenado de bolsas, ya que, para poder realizar trasplante de forma efectiva, el sustrato no debe presentar una estructura compacta en las bolsas sino debe contener una consistencia blanda o suelta, es decir, si se inicia el llenado de bolsas al momento de poner a germinar las semillas es probable que al momento del trasplante (aproximadamente 30 a 40 días después) ya se encuentre compacto el sustrato dentro de las bolsas, aspecto que limita un adecuado desarrollo radicular y por lo tanto un adecuado prendimiento.

Se utilizan bolsas de polietileno negro, existiendo diversas medidas. La comúnmente utilizada tiene dimensiones de 4 pulgadas \* 8 pulgadas; sin embargo existen otras medidas similares: 5 pulgadas \* 8 pulgadas y de 6 pulgadas \* 8 pulgadas. De acuerdo a las experiencias de los productores Víctor Sacuj<sup>16</sup> y Lorenzo Tzep Cotí<sup>17</sup>, en la práctica, una persona llena entre 500 a 600 bolsas al día, dicho rendimiento no considera ordenar o apilar las bolsas ni preparar la mezcla para el sustrato.

La mezcla de sustrato más utilizada para el llenado de bolsas es de tierra negra cernida + arena pómez cernida en proporción 2:1. A dicha mezcla puede realizarse varias modificaciones, por ejemplo sustituir una parte de tierra por lombricompost, o por broza; lo importante es que un buen sustrato desde el punto de vista físico, debe ser liviano, esponjoso y con buena capacidad de almacenar agua. Se recomienda pasar la tierra y arena pómez por un tamiz o malla metálica con abertura de ¼ x ¼ de pulgada, para eliminar piedras y raíces y deshacer terrones.

---

<sup>16</sup> Sr. Víctor Sacuj. 26 de febrero de 2020. Producción de plantas de ciprés común en viveros forestales. (Entrevista). Finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá. Administrador de finca Santa Victoria.

<sup>17</sup> Sr. Lorenzo Tzep Cotí. 27 de febrero de 2020. Producción de plantas de ciprés común en viveros forestales. (Entrevista). Finca particular, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá. Propietario de vivero forestal.

Algunas recomendaciones en el manejo del vivero consisten en: **a)** la desinfección del sustrato para las bolsas, realizando el trasplante algunos días después según la residualidad del producto químico utilizado; **b)** ordenar la planta en bloques de hileras de 10 bolsas, el largo de dichos bloques estará en función del espacio disponible, dejando por medio un espacio o callejón que facilita las actividades de limpia, riego y fertilización; **c)** clasificar las plantas es otra actividad que se realiza, ya que éstas no crecen con la misma dinámica en el vivero y deben clasificarse en función de su altura, con el objeto de intensificar los cuidados y manejo para las plantas que tengan poca altura; **d)** aplicar enraizadores 15 días previo de establecer las plantas en campo, lo cual es una actividad que promueve el crecimiento de pelos absorbentes en el sistema radicular de la planta, así mejora su resistencia en campo. Las plantas estarán listas para su establecimiento cuando tengan entre 25 a 30 cm de altura. El tiempo que tarda el manejo en vivero desde la siembra de las semillas hasta lograr plantas con alturas de 25 a 30 cm es de 5 a 6 meses.



Figura 10. Producción de plantas de *Cupressus lusitanica* Miller en bolsas, en la finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá, Guatemala.

### Métodos asexuales

En Guatemala no se han desarrollado investigaciones respecto a métodos asexuales, sin embargo, uno de los principales métodos de reproducción asexual que es ampliamente utilizado en la especie es la propagación vegetativa, por medio de la técnica de injertos de púa lateral y médula. Para tal efecto se recomienda los siguientes pasos para obtener adecuados porcentajes de prendimiento: seleccionar el material vegetativo a injertar (púa) de la parte superior del ejemplar, realizar el injerto lateral, cubriéndolo con bandas de caucho, luego de terminado el injerto se debe introducir agua en la camisa para poder conservar la humedad dentro del mismo. El injerto debe de realizarse en un área que presente media sombra.

## 4. ESTABLECIMIENTO DE PLANTACIONES

---

### Comportamiento ecológico de la especie

Basado en: Chávez y Fonseca 1991; Chaverri, Zúñiga y Fuentes 1996

Ciprés común es una especie del gremio ecológico “heliófito”, debido a sus altos requerimientos de luz para alcanzar el desarrollo óptimo en un sitio determinado. La importancia de conocer la ecología de la especie radica en el rol que juega el control de malezas inicial en una plantación forestal, así mismo, para una adecuada planificación de “mezcla de especies”; ya que, en un arreglo mixto mal diseñado, podría condicionarse el crecimiento y desarrollo de ciprés si es combinada con alguna especie con mayor tasa de crecimiento, especialmente si la tasa de crecimiento en altura es mayor.

En una evaluación sobre el crecimiento inicial de una plantación mixta con *Quercus seemannii*, *Quercus pilarius*, *Cornus disciflora*, *Alnus acuminata* y *Cupressus lusitanica*, se evidencia la preferencia del crecimiento del ciprés común en condición de suficiente luz, bajo dichas condiciones mostró formas de copa y calidad de fuste relativamente buenos, en comparación del comportamiento de árboles en condiciones de competencia, donde se tuvo como consecuencia que murieran algunas ramas inferiores y ramas medias de algunos árboles de ciprés, lo cual demuestra su temperamento heliófito.

### Instalación

Basado en: Chávez y Fonseca 1991; Cordero y Boshier, 2003; Rodríguez y Fonseca 1994; INAB (Sistematización de experiencias 2019-2020).

**PREPARACIÓN DEL TERRENO:** Se recomienda una limpia total del terreno, la cual debe llevarse a cabo entre 15 a 20 días previo a realizar el establecimiento de la planta en campo, con la finalidad de reducir en la medida de lo posible la competencia entre el árbol y las malezas. Particularmente para Ciprés común, el efecto de la competencia de las especies de la familia Poaceae (gramíneas) provoca bajo desarrollo de la especie forestal, lo anterior permite concluir que el crecimiento desarrollado y denso del sistema radicular de las especies gramíneas es muy competitivo, lo cual afecta negativamente el crecimiento del Ciprés común.

La limpia puede realizarse de forma manual (chapea), mecánica (motoguadaña) o la combinación de los anteriores con el uso de herbicidas; generalmente los herbicidas son aplicados después de la limpia total del terreno (10 a 15 días después), especialmente para eliminar rebrotes de la vegetación no deseada, principalmente especies Poaceas, que son oportunistas y aprovechan su capacidad heliófita para actuar como invasoras. La planta se establece cuando el periodo de residualidad del producto químico haya pasado.

En sitios que presentan algún grado de compactación, como el caso de potreros o suelos con capas permeables, puede efectuarse laboreo del suelo como el arado o subsolado (si la pendiente lo permite), cuando la pendiente no permite el laboreo, se ha implementado la práctica de realizar agujeros grandes para remover el sustrato donde se establecerá la planta, lo que facilita el desarrollo radicular en la primera fase de crecimiento de la planta.

En Guatemala, se acostumbra realizar el ahoyado y el establecimiento de la planta de forma simultánea. Generalmente el agujero se hace con azadón (20 cm de diámetro y entre 30 a 40 cm de profundidad), permitiendo labrar una superficie de tierra mayor a las dimensiones que tiene la bolsa o tubete donde se encuentra contenido el sustrato de las plántulas. Cuando se reforesta con plantas en bolsa, se reportan rendimientos desde 100 a 125 plantas establecidas + ahoyado por cada persona en un día; sin embargo, cuando se reforesta con plantas en bandejas de tubetes, el rendimiento aumenta hasta 333 plantas establecidas + ahoyado por cada persona en un día. Estos rendimientos consideran que las plantas estén almacenadas en un sitio cercano al área de reforestación, ya sea que el vivero se encuentre cercano o que se hayan trasladado las plantas desde el vivero a un sitio cercano al área que se pretende reforestar.

Un aporte valioso para el presente capítulo, data de la experiencia adquirida derivada del establecimiento de plantaciones forestales de especies coníferas y latifoliadas en la finca La Eminencia, municipio de Escuintla, departamento de Escuintla, Guatemala; tal como lo explica el ingeniero Rafael Mejía<sup>18</sup>, las actividades de preparación del terreno para plantaciones forestales considera dos aspectos fundamentales: **(1)** “aspectos previos a la preparación del sitio” y **(2)** “actividades de preparación del sitio”. A continuación se detallan:

**(1) Los “aspectos previos a la preparación del sitio”** consisten en actividades de control de la calidad de la planta y actividades que aseguren su entrega oportuna, para garantizar que las actividades de establecimiento de la planta en campo se realicen en el tiempo de mejor adaptabilidad de la plántula y que las características de la misma sean homogéneas, para una adecuada respuesta inicial de la plantación; tales recomendaciones son:

- a. Cuando las áreas a forestar son de grandes extensiones, es prudente no depender de un solo proveedor, sino debe incrementarse el número de proveedores para evitar riesgos de entrega fuera de tiempo y entrega de cantidades incompletas.
- b. Realizar el monitoreo de la producción de la planta con los proveedores seleccionados. Esta actividad es prudente llevarla a cabo, con el objeto de verificar la procedencia de la semilla con la cual se produce la planta (aspecto determinante para el desarrollo futuro de la planta y garantía de la inversión), dar seguimiento a la evolución de la plántula en el vivero, cuidando que reciba los tratamientos adecuados que garanticen su vigor y su desarrollo adecuado para que posea las características ideales para la entrega, que son: tamaño de la planta de 20 a 30 cm, entregadas antes que se establezca la época lluviosa.
- c. Una vez se recibida la planta, el transporte puede realizarse introduciendo las bandejas o bolsas que contienen las plántulas en cajas plásticas o cajas de madera, de esa forma, se garantiza un mejor acomodo de la planta, menor daño por el movimiento en el transporte y protección a daños físicos. En la práctica, se realizan modificaciones temporales en los diferentes tipos de transportes, por ejemplo: en camiones, pueden realizarse hasta cuatro camas (compartimientos o secciones horizontales) que permitan transportar mayor número de plantas por cada viaje.

---

<sup>18</sup> Ing. Rafael Mejía. 19 jun 2019. Protocolo de control de calidad de la planta y preparación del sitio para proyectos de plantación forestal. (Entrevista). Finca La Eminencia, Escuintla, Guatemala.

- d. Considerar la compra de 5 a 10% de planta adicional, previendo pérdidas en el transporte y por sobrevivencia en campo.
- e. El control de calidad de la plántula se realiza en el casco de la finca, ya que existe probabilidad de que no toda la planta que se ha transportado vaya al campo definitivo; de esa forma se evita transportar planta defectuosa al área de reforestación y después regresarla al casco de la finca. Algunos aspectos a verificar en el control de calidad son:
  - Muestreo al azar de aproximadamente 100 plántulas, verificando que la altura este comprendida entre 20 a 30 cm.
  - El sustrato del pilón debe mantener su consistencia, es decir, al separarlo del tubete o bolsa, el sustrato no debería disgregarse ni esparcirse.
  - Énfasis en el enrollamiento radicular, provocado por el exceso de humedad en los viveros. El defecto provoca que las plantas futuras sean tumbadas por el viento con facilidad, ya que los árboles pierden su capacidad de anclaje. Se identifica cuando se separa el pilón del recipiente que lo contiene y se observa que la raíz pivotante tiene forma espiral en los costados del sustrato, es decir, no mantiene una dirección vertical hacia abajo, sino una posición lateral, con enrollamiento hacia arriba.
  - Plantas sin plagas, de color verde, vigorosas (sin enfermedades), sin daños físicos provocados en el transporte.
  - Las plántulas que tengan algún defecto como altura inadecuada, sustrato poco consistente, falta de vigor, etc., son almacenados en el casco de la finca, luego, se promueve un manejo intensivo para la mejora de la plántula, la cual se utiliza en actividades de resiembra.

**(2) Las “actividades de preparación del sitio”** consisten en aspectos de adecuación del sitio para una correcta reforestación o establecimiento de la planta en el campo definitivo, estas actividades conllevan ciertas características, las cuales se describen a continuación:

- a. Se realiza un chapeo general (con machete, motoguadaña u otra herramienta) dos meses antes del establecimiento, este chapeo no se hace al ras del suelo, sino se hace con el objeto de eliminar la vegetación semi leñosa. Este chapeo se realiza a una altura aproximada de 30 cm sobre la superficie del suelo.
- b. 15 días antes del establecimiento de la plantación se realiza una aplicación química con el producto Gramoxone®, en una dosis de 1 litro de producto/ha; dicha dosis se mezcla en 200 litros de agua (1 tonel). El producto químico también se mezcla con un adherente y corrector de pH cuando se requiera; el rendimiento durante la aplicación química es de 0.70 ha/jornal. Esta aplicación tiene como objeto eliminar los rebrotes de la plantas semi leñosas a las cuales se les aplicó el chapeo general y también eliminar la maleza de característica herbácea. La aplicación se realiza 15 días antes para evitar algún efecto dañino para la plántula, derivado de la residualidad del producto químico.

- c. La aplicación química se realiza con el equipo de protección necesario, con bombas de mochila de 20 litros y se hace un especial énfasis en el tipo de boquilla, que en este caso se utiliza el de tipo "espuma". Este último aspecto es importante para garantizar el efecto esperado y el rendimiento de la aplicación del producto químico.
- d. El trazo, diseño y estaquillado para el establecimiento de una plantación forestal cobra importancia, ya que a partir de esta actividad, debe garantizarse un distanciamiento homogéneo entre plantas, para que cada árbol tenga el mismo espacio para poder desarrollarse
- e. La plantación como tal se realiza una vez se estabiliza la época lluviosa, con el propósito de que la planta aproveche todo el período lluvioso. Para el efecto, se realiza un ahoyado de 30 a 40 cm de profundidad con el objeto de suavizar el sustrato para un adecuado desarrollo radicular. En términos de rendimiento (ahoyado de 20 cm de diámetro y 30-40 cm de profundidad, y plantas en tubete con bandejas), en la finca La Eminencia han preferido el sistema de ahoyado + plantación, el cual les representa un rendimiento de 300 plantas establecidas + ahoyado por día y por persona; en cambio, cuando se realiza únicamente el ahoyado sin el establecimiento de la planta, se obtienen rendimientos de 333 ahoyados por persona y por día. De esa cuenta, el primer sistema les ha sido mucho más óptimo y conveniente de utilizar en términos de tiempo y recursos invertidos.

DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA: El objetivo principal de las plantaciones de Ciprés común es la producción de madera para aserrío, por lo que es necesario definir una densidad inicial adecuada. Por lo regular se utilizan espaciamientos de 3.0 m x 3.0 m (1,111 árboles/ha) en plantaciones forestales, al cuadro; así mismo, con la finalidad de facilitar algunas labores culturales de mantenimiento, incluso para ampliar el espacio entre surcos para el asocio de cultivos anuales durante los primeros años, se han establecido plantaciones con distanciamiento de 2.25 m entre planta x 4.0 m entre surcos (1,111 árboles/ha).

Con una densidad inicial de 1,111 árboles/hectárea, se garantiza un número de plantas adecuado para la selección de árboles remanentes a la cosecha final, donde se pretende llegar con una densidad entre 150 y 250 arb/ha, dependiendo de la productividad del sitio forestal. De ser necesario replantar, se recomienda que se haga cuando la plantación presente menos del 80% de prendimiento y no debe de hacerse después de un año del establecimiento, para que esta sea homogénea.

En Guatemala, existen registros de reforestaciones con distanciamientos de 1.5 m \* 1.5 m (4,444 árboles/hectárea), 1.5 m \* 2 m (3,333 árboles/hectárea) y de 2 m \* 2 m (2,500 árboles/hectárea); no obstante, después de años de crecimiento, se ha determinado que a menor distanciamiento los costos de establecimiento aumentan, el control de malezas se complica por el poco espacio entre árboles y el incremento de los atributos de los árboles no es el esperado. Aunado a ello, existe tendencia a la falta de interés en intervenciones de raleo oportuna que permita liberar el dosel y que los mejores árboles seleccionados crezcan libres de alta competencia. Derivado de lo anteriormente expuesto, se recomienda analizar detenidamente seguir reforestando a distanciamientos cortos (alto número de árboles/hectárea) debido a que los resultados no son prometedores para la producción forestal industrial.

Por ejemplo, con base al registro de parcelas permanentes de medición forestal [PPMF], se tomaron tres ejemplos de cómo se están comportando las plantaciones forestales a los 15 años de haber sido establecidas a distanciamientos cortos = alto número de árboles/hectárea. Dichas PPMF se ubican en el altiplano occidental de Guatemala, es decir, en áreas de distribución potencial de la especie; sin embargo, debido al arreglo inicial de la plantación, aún con intervenciones de raleo, la respuesta del dosel no fue la esperada.

Tabla 4. Valores de edad, dinámica de la densidad (arb/ha) y DAP (cm) en tres distanciamientos de siembra de *Cupressus lusitanica* Mill en el occidente de Guatemala.

4,444 arb/ha = 1.5 m * 1.5 m			2,500 arb/ha = 2 m * 2 m			2,000 arb/ha = 2 m * 2.5 m		
EDAD (AÑOS)	ARB/HA	DAP (cm)	EDAD (AÑOS)	ARB/HA	DAP (cm)	EDAD (AÑOS)	ARB/HA	DAP (cm)
6.0	3,840	7.8	5.1	1,660	3.9	5.1	2,000	6.9
7.3	3,860	8.7	6.3	1,660	4.4	6.3	2,000	8.4
8.6	1,860	12.1	7.5	1,620	8.1	7.7	1,960	10.7
9.3	1,860	13.5	8.3	1,580	9.7	8.3	1,940	11.9
10.2	1,780	14.5	9.3	1,480	10.8	9.3	1,280	13.2
11.3	1,740	15.5	10.3	1,440	12.0	10.3	960	14.8
12.2	1,540	16.7	11.3	1,360	13.8	11.3	600	16.4
13.3	900	18.0	12.4	1,140	14.4	12.3	580	17.2
14.2	700	18.7	13.3	840	16.2	13.3	560	18.5
15.3	660	19.6	14.3	840	16.9	14.3	540	19.7
16.1	440	21.7	15.3	780	17.3	15.1	540	20.8

Fuente: Base de datos de PPMF en plantaciones forestales<sup>19</sup>, Departamento de Investigación Forestal del INAB, 2020

De acuerdo a la tabla anterior, puede observarse que el incremento medio anual en DAP a los 15 años de edad para tales PPMF es de 1.28 cm, 1.13 cm y 1.37 cm establecidas a un distanciamiento inicial de 1.5 m 1.5 m, 2 m \* 2 m y de 2 m \* 2.5 m, respectivamente. Con base a los criterios de clasificación de los sitios para ciprés común en Guatemala (Tabla 6, capítulo: crecimiento y productividad de plantaciones) dichas plantaciones están comportándose dentro de una categoría de sitio "malo", cuyo valor de IMA del DAP a los 15 años es de 1.31 cm.

Probablemente el valor de las dimensiones del DAP no se deba solo a efectos de alta densidad inicial, no obstante, la inversión por hectárea derivado del establecimiento fue elevada, pero la respuesta en el aumento de los atributos de los árboles no fue la esperada aún en localidades donde existe distribución potencial de ciprés. Otro escenario hubiera sido si se hubiese reforestado a densidades normales (1,111 arb/ha) y los recursos mal invertidos hubiesen contribuido en mejores programas de fertilización, en mayor cantidad de limpiezas al año, en intervenciones de raleo oportunas, mejor calidad de semilla, entre otros; dichas actividades pudieron haber aportado en crear mejores condiciones de crecimiento para la planta y que a los 15 años tuviera incrementos en DAP de 1.69 cm (sitios medios), 2.17 cm (sitios buenos) o inclusive de 2.80 cm (sitios excelentes).

<sup>19</sup> La base de datos de parcelas permanentes de medición forestal [PPMF] en plantaciones forestales, está constituida por registros de mediciones desde el año 2003 hasta el año 2020, incluyendo PPMF activas e inactivas, donde se resguarda por medio del programa MIRA-SILV versión 3.5 el registro histórico de las principales variables del crecimiento de cada PPMF y sus características de sitio; es una base de datos de consulta pública y está al resguardo y administración del Departamento de Investigación Forestal del INAB.

En sistemas agroforestales, tal como árboles en línea o árboles en contorno, se recomienda el establecimiento a distanciamiento de 2 m \* 2 m; debido a que es una especie de copa densa y con numerosa ramificación, ciprés común es ampliamente utilizado como cortina rompevientos, para esos fines, puede establecerse a un distanciamiento de 1.5 m \* 1.5 m o de 2 m \* 2 m.

MEZCLA CON OTRAS ESPECIES: Considerando que *Cupressus lusitanica* es una especie heliófita, existe la tendencia a establecer la especie solo mediante plantaciones puras, sin embargo, el arreglo de la plantación mixta y las especies seleccionadas, son determinantes para garantizar el éxito de una iniciativa de diversificación de la plantación mediante mezcla con otras especies.

Tal es el caso de la experiencia adquirida en la finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala, donde pudo identificarse rodales mixtos de *Cupressus lusitanica* y *Pinus maximinoi* en distintos arreglos, tal como le expresa el señor Edgar Guevara<sup>20</sup>, quien justifica los escenarios productivos que ha experimentado en la finca de la siguiente manera: El concepto de una plantación mixta con Ciprés común y algunas especies de pino es importante, especialmente por la ventaja competitiva del ciprés, debido a que es una especie que no es atacada por plagas en sus edades jóvenes y adultas, a comparación del pino, que es una especie susceptible al ataque por el coleóptero del género *Dendroctonus* en su etapa juvenil y en su etapa madura; precisamente ese riesgo es lo que ha promovido experimentar dichos arreglos.

El arreglo más antiguo, consiste en una plantación establecida a un espaciado de 3 m \* 3 m (1,111 árboles/hectárea), en una altitud de 2,200 msnm, en terrenos con 38% a 55% de pendiente, con presencia de suelos francos, con altos contenidos de materia orgánica y actualmente intervenidos con un raleo a intensidad de 50% (en el año 5), es importante resaltar que durante sus primeros años existió asocio con cultivos anuales (sistema Taungya). El primer arreglo consiste en surcos orientados de este-oeste, reforestando dos surcos de ciprés (66.67% de la densidad inicial) intercalado por un surco de pino candelillo (33.33% de la densidad inicial); los incrementos a los 6.75 años de edad son: DAP promedio de 20.84 cm (IMA en DAP de 3.08 cm) para ciprés común y un DAP promedio de 23.06 cm (IMA en DAP de 3.41 cm) para la especie de pino candelillo, las alturas dominantes para las especies ascienden a 12.44 m y 15.62 m para cada especie, respectivamente.

La diferencia entre alturas dominantes es de 3.18 metros, lo que supone pensar que la ecología heliófita del ciprés estaría siendo afectada por la mayor tasa de crecimiento que presenta el pino, sin embargo, el arreglo de dos surcos de ciprés continuos y un surco de pino candelillo (figura 11) ha permitido que ingrese suficiente luz vertical a los árboles de ciprés sin exponerla a una desventaja por competencia de luz; es obvia la diferencia en los diámetros y alturas promedio debido a que el ciprés común tiene menor tasa de crecimiento que el pino candelillo, al extremo de que al comparar mediante prueba de medias el valor del DAP de ambas especies, resultan siendo estadísticamente distintas. Esta desventaja se asume a cambio de minimizar el riesgo de que en un futuro una plantación pura de pino pueda ser atacada por focos de infestación de gorgojo del pino *Dendroctonus spp.*, convirtiéndose así en una oportunidad para diversificar las especies y garantizar una futura cosecha final según la edad de rotación de cada especie.

---

<sup>20</sup> Sr. Edgar Guevara. 25 de febrero de 2020. Plantaciones mixtas de ciprés común y pino candelillo. (Entrevista). San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Propietario de finca Papalabaj.



Si bien, la diferencia de DAP [cm] y altura [m] para ciprés y pino son evidentes, al comparar el crecimiento por especie, el IMA de 3.08 cm de DAP para ciprés común, es indicador de que las plantas se comportan con un incremento que a la edad de 6.75 años la categoriza en un sitio "bueno" a "excelente", de acuerdo a los modelos de crecimiento para cinco categorías de sitio definidas para Guatemala (ver tabla 9).



Figura 11. Estado actual de la plantación mixta de ciprés común y pino candelillo con edad de 6.75 años en Finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala.

El segundo arreglo mixto, está constituido por cinco surcos continuos de ciprés, seguido de cinco surcos continuos de pino candelillo, con orientación este-oeste; actualmente goza de asocio con cultivos anuales, los árboles han sido establecidos a un distanciamiento de 3 m \* 3 m (densidad inicial de 1111 árboles/hectárea), tienen una edad de 2.75 años con alturas promedio de 3.5 m.

La variante de aumentar el número de surcos por especie comparado con el arreglo más antiguo que se tiene en la finca, radica en que se ha diseñado con el objeto de reducir el riesgo de competencia por luz entre ambas especies (favorecer el comportamiento heliófito de ciprés común), reducir las complicaciones al implementar tratamientos silviculturales (raleos homogéneos por especie) y con el objeto de crear barreras naturales dentro de una misma plantación en caso de que insectos escolitidos (barrenadores de la corteza) afecten considerablemente a la especie pino candelillo en un futuro; promoviendo que los cinco surcos intercalados de ciprés común limiten el alimento continuo para la plaga, sirviendo de barrera para su desplazamiento y movilidad.



Figura 12. Estado actual de la plantación de 2.75 años de edad en arreglo mixto en franjas de *Cupressus lusitanica* (5 surcos continuos) y *Pinus maximinoi* (5 surcos continuos) en finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala.

**FERTILIZACIÓN INICIAL:** El crecimiento inicial de ciprés común se ve favorecido por la aplicación de fertilizantes con altos contenidos de nitrógeno [N] y fósforo [P]. La aplicación de urea (46-0-0) a razón de 187 g/árbol y aplicado a los seis meses de establecida la planta, produce un adecuado crecimiento vegetativo en altura, cuyo efecto puede verse reflejado en una ganancia de crecimiento significativo en altura de 2.87 metros observado a los 94 meses después de la aplicación, en comparación a las plantas sin fertilización. Con respecto al diámetro de las plantas, la aplicación de urea puede verse reflejada en una ganancia significativa de crecimiento diametral de 3.82 cm observado a los 42 meses después de la aplicación, en comparación a las plantas sin fertilización.

Sin embargo, otra opción lo constituye la aplicación inicial del fertilizante N-P-K (15-15-15) a razón de 208 g/árbol, aplicado a los 6 meses de haberse establecido en campo; el efecto en el crecimiento en altura es significativo en observaciones realizadas a los 94 meses después de la aplicación. La diferencia de altura de las plantas alcanza hasta 1.89 metros en comparación a las plantas sin fertilización; el aumento del crecimiento diametral observado a los 42 meses después de la aplicación es significativo, observándose hasta 1.43 cm de diferencia, en comparación a las plantas sin fertilización.

## 5. SILVICULTURA DE PLANTACIONES

---

### Control de malezas

Basado en: Chávez y Fonseca 1991, INAB (sistematización de experiencias 2019-2020)

Teniendo como antecedente de que el ciprés pertenece al grupo ecológico de plantas heliófitas, el control de malezas es una actividad de importancia alta durante los primeros años de crecimiento de la especie, garantizando que los árboles crezcan en condiciones de plena luz; así mismo, uno de los factores adversos para ciprés común es la susceptibilidad a la competencia con especies gramíneas, debido al crecimiento desarrollado y denso de su sistema radicular, al extremo de llegar a ser un factor limitante, constituyéndose como factor muy competitivo que afecta negativamente el crecimiento del árbol.

El ciprés no compite bien con las malezas, razón por la cual se recomienda intercalar las limpieas totales (chapeo general de la plantación) con plateos, cada vez que alcance las 2/3 partes de altura del árbol, esta operación se repetirá en los años 2 y 3, de esta manera los árboles crecerán sin competencia. Se recomienda realizar tres limpieas totales durante el primer año, dos a tres limpieas (chapeos) durante el segundo y tercer año; posteriormente la cantidad de limpieas dependerá de la agresividad de las malezas en cada sitio particular. A partir de los 4 o 5 años, la copa densa del ciprés impide la entrada de luz a estratos inferiores, lo que reduce la agresividad del crecimiento de las mismas, procurando realizar podas posteriormente para impedir el apareamiento de hongos fitopatógenos; sin embargo, debe tenerse el sumo cuidado de que en el año de establecimiento y los primeros dos a tres años de mantenimiento de la plantación, la maleza no supere la altura del ciprés, de lo contrario, condicionara su adecuado crecimiento inicial.

Aunque la maleza sea agresiva en el área, al realizar regularmente las limpieas desde que inicia la plantación, se logra establecer un ciclo donde la maleza finalmente no representa una competencia difícil de controlar, en comparación con plantaciones que no son atendidas y la maleza crece al punto de dificultar cualquier labor de mantenimiento.

Según las experiencias en el protocolo de cuidados culturales aplicados en la finca "La Eminencia", Escuintla, Guatemala y comentado por el Ing. Rafael Mejía<sup>21</sup>, los cuidados culturales durante los primeros años (3 a 4) de la plantación son fundamentales para que los árboles expresen sus mejores atributos derivados del sitio y del ambiente, bajo ese concepto han desarrollado una programación calendarizada de limpieas que aplican a todos las reforestaciones que realizan:

(1). LIMPIAS DURANTE EL PRIMER AÑO DE LA PLANTACIÓN. Todas las aplicaciones descritas se realizan en bombas de mochila manuales de 20 litros de capacidad y con boquilla del tipo "espuma":

- a. Plateo: consiste en la eliminación completa de las malezas aledañas a la planta recién establecida en campo, esta actividad se lleva a cabo a 25 días después de la reforestación, el radio del área de plateo es de 65 cm; es importante para garantizar que no existan enredaderas que agobien a la planta en su primera fase de crecimiento.

---

<sup>21</sup> Ing. Rafael Mejía. 19 de jun 2019. Explicación del protocolo de cuidados culturales en plantaciones forestales. (Entrevista). Encargado de producción forestal, Finca La Eminencia, Escuintla, Guatemala.

**NOTA:** El rendimiento promedio de las aplicaciones químicas descritas en las “limpias durante el año de establecimiento” y las “limpias durante el segundo, tercero y cuarto año de mantenimiento” es de 0.7 hectáreas por persona al día, utilizando una bomba para asperjar tipo manual con capacidad de 20 litros y en terrenos con pendiente plana a moderada (de 0 a 20% de pendiente). Todas las aplicaciones químicas utilizan el herbicida denominado Glifosato ®, un adherente y corrector de pH (si fuera necesario).

- b. Primera limpia: Se realiza a los 30 días después de establecida la plantación. La dosis utilizada en la finca es de 1 litro de producto por hectárea, la mezcla descrita anteriormente es diluida en un tonel con 200 litros de agua, que se utiliza para asperjar una hectárea.
- c. Segunda limpia: Se lleva a cabo a los 60 días después de la reforestación, la dosis de la segunda limpia es de 2.5 litros de producto químico por hectárea, dicha dosis de producto es diluida en un tonel con 200 litros de agua, que se utiliza para una hectárea.
- d. Tercera limpia: Se realiza a los 90 días después de la reforestación, la dosis de la tercera limpia es de 0.5 litros de producto químico por hectárea, dicha dosis de producto es diluida en un tonel con 200 litros de agua, que se utiliza para una hectárea.
- e. Cuarta limpia: se lleva a cabo en los meses de noviembre o diciembre, su objeto principal es que la plantación se mantenga libre de malezas durante la época seca (reducir el material combustible) y que la plantación tenga una nueva limpia hasta inicios de la época lluviosa del próximo año. La dosis es de 0.2 litros de producto químico por hectárea, la cual es diluida en un tonel con 200 litros de agua, que se utiliza para una hectárea.

(2). LIMPIAS DURANTE EL SEGUNDO, TERCERO Y CUARTO AÑO DE MANTENIMIENTO.

- a. La primera limpia se realiza 30 días después del inicio de la época lluviosa, y la segunda a los 60. La dosis de la primera limpia es de 1 litro de producto químico por hectárea, para la segunda limpia es de 2.5 litros por hectárea; cada dosis de producto es diluida en un tonel con 200 litros de agua, utilizada para una hectárea.
- b. Eliminación de lianas y enredaderas: en sitios donde la precipitación pluvial es constante en toda la época lluviosa, existe presencia abundante de lianas o enredaderas, actividad que en campo se le denomina “desbejudado” y consiste en eliminar las enredaderas y plantas trepadoras desde las raíces, alrededor del árbol en el área de plateo (65 cm de radio). Dicha actividad se realiza en el transcurso del mes de agosto (3 meses después del inicio de la época lluviosa) con el objeto de evitar el agobio o inclinación de las plantas hacia el suelo en sus primeras fases de crecimiento.
- c. La tercer y última limpia se realiza en los meses de noviembre o diciembre, su objeto principal es que la plantación se mantenga libre de malezas durante la época seca (reducir el material combustible antes que lleguen los meses con temperaturas máximas) y que la plantación tenga una nueva limpia hasta inicios de la época lluviosa del próximo año. La dosis es de 0.2 litros de producto químico por hectárea, dicha dosis de producto es diluida en un tonel de 200 litros, que se utiliza para una hectárea.

CONTROL DE MALEZAS EN ÁREAS CON PRESENCIA DE HELADAS: Debido a la capacidad de adaptación de ciprés en sitios con altitudes mayores a 2,900 metros sobre el nivel del mar (msnm), donde es preferido por su resistencia a condiciones adversas de suelo y ambiente; de forma tradicional se pretende que las áreas con producción forestal estén totalmente libres de malezas, sin embargo, este criterio no aplica en sitios con presencia de heladas, ya que, se registran plantaciones forestales que en su etapa inicial han sufrido altos porcentajes de pérdida, debido al efecto de las heladas que se registran en los meses de diciembre y principios de enero, alcanzando valores del 20% de sobrevivencia durante el primer año; sin embargo, en el control correcto de malezas en dichos sitios han promovido que el porcentaje de sobrevivencia alcance valores de hasta 80% en el primer año.

Lo anterior, lo confirma la experiencia de campo adquirida en la finca Santa Elena, Tecpán Guatemala, Chimaltenango, Guatemala; el sitio se encuentra ubicado a una altitud de 2947 metros sobre el nivel del mar (msnm) y que en repetidas ocasiones experimentaron la pérdida de plántulas de 0 a 2 años de edad en porcentajes de hasta el 80% de la densidad inicial debido a la presencia de heladas en el área. La necesidad de garantizar un mayor porcentaje de plantas vivas por hectárea conllevó a que experimentaran distintos tipos de limpiezas, con base a dicha experiencia, según lo comenta el señor Francisco Javier Vásquez Álvarez<sup>22</sup>, para garantizar adecuados porcentajes de sobrevivencia (75% a 80%) se llevan a cabo limpiezas que se realizan año tras año hasta que el árbol alcance una altura entre 1.5 a 2 m, donde ya no es afectado significativamente.

**Primera limpieza:** Se realiza a principios de la época lluviosa, donde se elimina toda la vegetación que se considere como competencia, ya sea por medios manuales o mecánicos. En estas épocas del año (mayo-octubre) no hay presencia de heladas, por lo que es prudente eliminar la mayor cantidad de vegetación para que el árbol aproveche esas condiciones adecuadas y expresar mayor crecimiento en altura.

**Segunda limpieza:** Se realiza al finalizar la época lluviosa, se procede a limpiar un ancho aproximado de 50 cm en toda la longitud del surco y con mayor intensidad en los alrededores de la base de los árboles. Los callejones o espacios entre hileras de árboles deben limpiarse con menor intensidad, quedando casi intactos, únicamente se deberá eliminar aquella vegetación que ponga en riesgo la entrada de luz plena o luz vertical a la planta de ciprés, es decir, se procede a cortar aquella vegetación que sobrepase la altura de las plantas de ciprés, promoviendo la plena entrada de luz vertical en los meristemos de crecimiento apical de la planta.

La maleza entre los surcos de ciprés cumple la función de proteger la planta contra las heladas en las fechas comprendidas de diciembre y enero, evitando que el hielo dañe directamente el follaje de ciprés y propiciando la regulación de la temperatura del suelo, por ello, no debe parecer extraño que en esas épocas (hasta antes del inicio de la época lluviosa) las plantaciones de ciprés parecieran no estar limpiadas, sino que constituye una medida preventiva para el aumento del porcentaje de prendimiento en las fases iniciales de la plantación. El siguiente esquema es el comúnmente utilizado para las limpiezas en sitios con presencia de heladas.

---

<sup>22</sup> Sr. Francisco Javier Vásquez Álvarez. 25 de febrero de 2020. Limpiezas de mantenimiento en plantaciones forestales de ciprés común. (Entrevista). Tecpán Guatemala, Chimaltenango. Administrador de Finca Santa Elena.

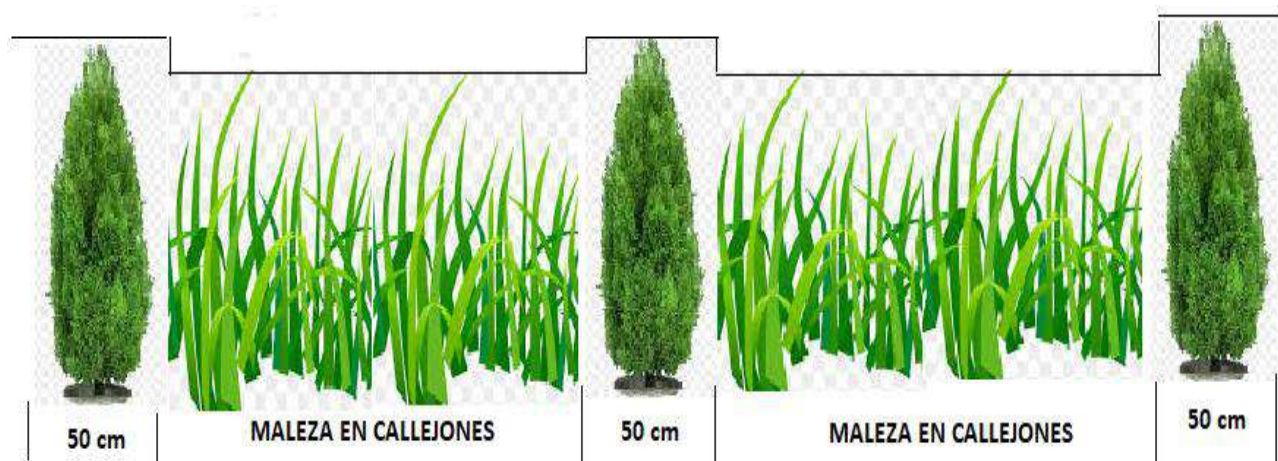


Figura 13. Esquema de la segunda limpieza realizada en plantaciones de *Cupressus lusitanica* Mill afectadas por presencia de heladas, en la Finca Santa Elena, Tecpán Guatemala, Chimaltenango.

Para brindar protección a las plántulas, cuando son afectadas por heladas, algunos productores, como el señor Lorenzo Tzep Cotí<sup>23</sup>, realiza pequeñas estructuras rusticas de campo llamadas "tapescos", elaboradas con ramas delgadas que forman un cuadro de 30 cm sobre la planta y cubiertas con restos vegetales de especies gramíneas, acomodándolas de tal forma que permita el ingreso de luz, pero cumpliendo su función principal que consiste en protección contra heladas.

Para elaborar tales estructuras se tiene un rendimiento de 30 tapescos por persona en un día, dicho rendimiento incluye la búsqueda del material necesario para construirlos; esta actividad permitió al propietario incrementar el porcentaje de sobrevivencia de 25% a 60%. La protección contra heladas con tapescos se realiza a finales de la época lluviosa, cuando el hielo surte efecto de quemaduras en la vegetación por falta de agua. Cuando las plantas obtengan una altura entre 0.75 a 1 m es prudente dejar de realizar dicha actividad, a partir de ese momento, las limpiezas en franjas será la actividad que brindará protección a las plantas contra las heladas.

## Poda

Basado en: Cordero y Boshier, 2003; Murillo y Camacho, 1997; INAB (Sistematización de experiencias 2020).

**PODAS EN PLANTACIONES FORESTALES:** La poda es un tratamiento silvicultural intermedio que consiste en la eliminación de ramas de los árboles para mejorar la calidad de la madera, esta actividad se realiza generalmente después de la aplicación del raleo, dirigida únicamente a los árboles remanentes; sin embargo existen algunas variantes, tales como las podas de limpieza y saneamiento.

Las podas de limpieza se efectúan a una altura de aproximadamente 1 a 1.5 metros, a todos los individuos de la plantación, en especies con presencia muy alta de ramas, como lo es *Cupressus lusitanica*, este tipo de poda se le denomina de limpieza debido a que se realiza en la mayoría de los casos simultáneamente con las labores de control de maleza.

<sup>23</sup> Sr. Lorenzo Tzep Cotí. 27 de febrero de 2020. Producción de plantas de ciprés común en viveros forestales. (Entrevista). Finca particular, Santa Catarina Ixtahuacán, Sololá. Propietario de vivero forestal.

La justificación de las podas de limpieza ha sido la de facilitar las labores de control de malezas (para aminorar los costos de ejecución y aprovechamiento de los primeros raleos), así también las de practicar podas de saneamiento como actividades de prevención y control de plagas, enfermedades, material combustible por incendios forestales y otros.

La ejecución de podas comerciales, se realiza generalmente después del primer raleo, debido a que en los raleos se evalúan distintos criterios para dejar en crecimiento a los mejores individuos con las mejores características, lo anterior contesta la siguiente interrogante ¿cuáles árboles deben ser podados?; como criterio general, se deben podar únicamente los árboles a extraer en el último raleo y los árboles de cosecha final, por ser estos los de mayor valor comercial. Esto significa aproximadamente los mejores 400 a 600 árboles/hectárea, los cuales pueden ser identificados después del primer raleo, la altura de la poda en árboles jóvenes debe ser entre 5 a 6 metros de la longitud del fuste, con el objeto de obtener las dos primeras trozas libres de nudos al final del turno.

En plantaciones forestales, la primera poda comercial se realiza generalmente cuando los árboles tienen alrededor de 5 m de altura, podando entre un tercio o hasta la mitad de la altura del fuste; la segunda poda comercial puede realizarse después del primer raleo, cuando los árboles tienen unos 7 m de altura, hasta la mitad de la altura del fuste, y puede ser necesaria una tercera poda comercial (hasta una altura de 5 m del fuste) cuando los árboles alcanzan 10 m de altura.

PODAS EN SISTEMAS AGROFORESTALES: Ciprés común es un árbol con presencia de ramas muy alta, aspecto que permite suponer que por su extensa copa y excesiva ramificación, no podría convivir simultáneamente con cultivos perennes; sin embargo, su asocio con cultivos perennes mediante sistemas agroforestales de árboles en línea o árboles en contorno parece ser exitoso, debido al manejo adecuado de podas, que permite mejor convivencia en el sistema. Tal como la experiencia del señor Edgar Guevara<sup>24</sup>, que ha implementado un plan de podas en el sistema agroforestal [SAF] de árboles en línea de *Cupressus lusitanica* con *Persea americana* var. Hass (aguacate) en finca la Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala, realizando las actividades siguientes:

La primera poda se realiza cuando los árboles tienen entre 2 a 3 años de edad, efectuándola entre los meses de enero a febrero. La poda se realiza hasta el 50% de la altura total del eje vertical y se hace con la herramienta de corte manual (tijera manual) denominada "pico de loro" que por ser ramas delgadas es más efectiva y menos dañina que el uso del machete.

A partir del año 3 al 6 se realiza una poda anual, eliminando el follaje hasta dejar solamente entre el 25% al 30% de la copa del árbol en función del eje vertical; es decir, a partir del año 3 el árbol crece con poca copa. A medida que las ramas sean más gruesas, la herramienta pico de loro deberá sustituirse por serrucho comúnmente llamado "cola de zorro" o machete, debiendo tener experiencia y habilidad para realizar un corte correcto, siendo el objetivo no causar daño o cicatrices permanentes al fuste principal. El propietario justifica la frecuencia anual de podas en que al ser alrededor de 300 árboles/hectárea, los árboles pueden tener un mejor manejo dirigido, así mismo, se eliminan ramas delgadas y por ende las cicatrices serán leves, se evitarán más daños al fuste principal y por ser ramas delgadas el rendimiento en la poda termina siendo mayor.

---

<sup>24</sup> Edgar Guevara. 25 de febrero de 2020. Plan de podas en el sistema agroforestal de ciprés común y aguacate var. Hass. (Entrevista). San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Propietario de finca Papalabaj.



Figura 14. Árbol con fuste libre de ramas hasta los 7 m de altura en plantación forestal de 9.75 años (izquierda) y árbol con fuste libre de ramas hasta los 5 m de altura en SAF de árboles en línea de 6.75 años (derecha), en la finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango.



Así mismo, el propietario indica que la especie forestal crece adecuadamente con el 25% de follaje, además de ello, permite adecuada entrada de luz vertical para las especies que conforman el cultivo perenne. Actualmente los árboles que crecen con el 25% del follaje, tienen una edad de 6.75 años. Al comparar el crecimiento promedio de los árboles que conforman el SAF versus el crecimiento observado en plantaciones de ciprés de la misma edad en la misma finca, se determinó por medición directa de campo y análisis de medias independientes (realizado en el Departamento de Investigación Forestal del INAB) que no existe diferencia estadística significativa entre promedios de DAP [cm], aspecto que sustenta lo comunicado por el propietario, que en esa modalidad de SAF, los árboles crecen adecuadamente con un 25% de follaje.

**ÉPOCA Y TÉCNICA DE PODAS:** La técnica correcta de la poda es cortar las ramas al ras del fuste, sin dañar la corteza del árbol. Los daños que pudieran producirse, debilitan al árbol y pueden hacerle más susceptible al ataque de hongos que luego pudren la madera; realizar podas consiste en una actividad que no debe considerarse como prueba y error dentro de una plantación forestal, sino deben considerarse aspectos como: selección de personal de campo con capacidades y experiencia en dicha actividad, seleccionar, afilar y desinfectar con cloro, alcohol al 90% o formaldehído, la herramienta a utilizar, conocer el criterio seleccionado para realizar la poda (% de follaje con respecto a la longitud del fuste), y considerar la época correcta para realizar la actividad.

Con respecto a la época para podar, es conveniente ejecutar la poda al final de la época seca, ya que realizarla en dicha temporalidad implica las siguientes ventajas: rápido secado de los cortes, bajo riesgo de enfermedades, cicatrización rápida de los cortes.

## Raleo

Basado en Cordero y Boshier 2003, Zanotti y Galloway, 1992; INAB (sistematización de experiencias 2020)

Con base al registro del crecimiento de plantaciones forestales de ciprés común, se han establecido algunos perfiles de raleo, que pueden considerarse de forma genérica, pero finalmente, cada perfil de raleo deberá ajustarse a las condiciones particulares de cada sitio; así las plantaciones establecidas en buenos sitios, proveerán las condiciones para un desarrollo rápido y favorable, por el contrario, si las intervenciones de raleos no son oportunas, el crecimiento resulta ser limitante.

De las 117 PPMF con registros de medición en Guatemala, a continuación se describe el perfil de raleo aplicado a las 3 plantaciones que presentan los mejores crecimientos de diámetro a la altura del pecho (cm) después de haber sido intervenidas:

**a)** el primero consiste en una plantación forestal ubicada en la finca Agua Tibia, San José Pinula, Guatemala, donde se conservó una densidad de 1,084 árboles/ha hasta los 4.3 años de edad. Entre los 4.3 a 5.3 años de edad fue intervenida mediante un raleo de aproximadamente el 25% de intensidad; posteriormente la plantación creció con una densidad de 820 árboles/ha hasta los 6.3 años, entre los 6.3 a 7.3 años se aplicó un segundo raleo de aproximadamente 40% de intensidad. La plantación creció con una densidad de 480 árboles/ha hasta los 11.3 años de edad, entre los 11.3 a 12.3 años se aplicó un último raleo del 50% de intensidad. El DAP promedio de la plantación a los 12.3 años es de 32.5 cm, equivalente a 2.64 cm de IMA del DAP, lo que califica a la plantación en un índice de sitio "bueno", incluso superando el valor de referencia de un índice de sitio bueno, el cual a los 12.3 años tendría un DAP de 28.93 cm (IMA del DAP = 2.35 cm).

**b)** el segundo consiste en una plantación forestal ubicada en la finca Agua Tibia, San José Pinula, Guatemala, donde se conservó una densidad de 1,030 árboles/ha hasta los 8.3 años de edad. Entre los 8.3 a 9.3 años de edad fue intervenida mediante un raleo de aproximadamente del 40% de intensidad; posteriormente, la plantación creció con una densidad entre 560 a 600 árboles/ha hasta los 13.3 años, entre los 13.3 a 14.3 años se aplicó un último raleo de aproximadamente 50 a 60% de intensidad. El DAP promedio de la plantación a los 14.3 años es de 33.3 cm, equivalente a 2.32 cm de IMA del DAP, lo que califica a la plantación en un índice de sitio "bueno", incluso superando el valor de referencia de un índice de sitio bueno, el cual a los 14.33 años tendría un DAP de 32.07 cm (IMA del DAP = 2.24 cm).

**c)** el tercero consiste en una plantación forestal ubicada en la finca San Francisco, Nentón, Huehuetenango, donde se conservó una densidad de 1080 árboles/ha hasta los 9.5 años de edad. Entre los 9.5 a 10.5 años de edad fue intervenida mediante un raleo de aproximadamente el 60% de intensidad, posteriormente la plantación creció con una densidad de 440 árboles/ha hasta los 11.5 años. Entre los 11.5 a 12.4 años se aplicó un segundo raleo de aproximadamente 40% a 45% de intensidad y la plantación creció con una densidad de 240 árboles/ha hasta los 13.7 años de edad, entre los 13.7 a 14.3 años se aplicó un último raleo de aproximadamente 40% de intensidad. El DAP promedio de la plantación a los 15.4 años es de 32.3 cm, equivalente a 2.09 cm de IMA del DAP, lo que califica a la plantación en un índice de sitio "bueno"; sin embargo levemente inferior al valor de referencia de un índice de sitio bueno, el cual a los 15.4 años tendría un DAP de 32.89 cm (IMA del DAP = 2.13 cm).

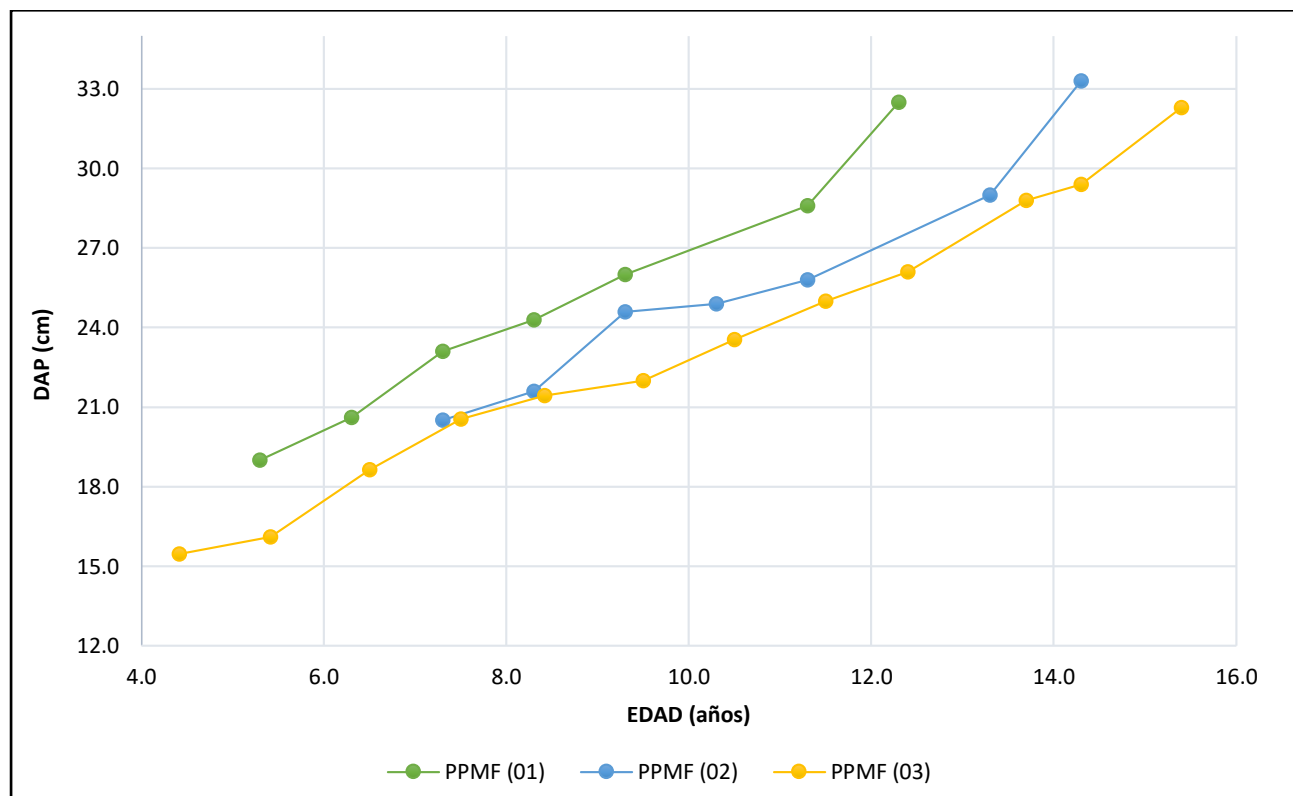


Figura 15. Comportamiento de los tres mejores perfiles de raleo identificados mediante PPMF de *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.

En plantaciones forestales, cuya finalidad es la producción industrial de madera, se sugieren 3 raleos a lo largo del ciclo de la plantación de ciprés, en los siguientes periodos: primer raleo cuando la plantación se encuentra entre los 7 a 9 años, segundo raleo entre los 11 y 13 años de edad de la plantación, el tercer raleo es recomendado cuando se encuentra la plantación entre los 15 y 16 años de edad. Para lo cual se recomienda la eliminación respectiva entre 30% y 40% hasta dejar los mejores 200 a 350 árboles/ha hasta el turno de corta. Sin embargo, en plantaciones con calidades de sitio buenos y excelentes, es prudente realizar el primer raleo entre los 5 a 6 años de edad, cuando los árboles posean un DAP entre 15.5 a 17 cm; en cualquier escenario, no se recomienda superar los 9 años para realizar el primer raleo y no superar los 16 años para el tercer raleo.

Otro criterio utilizado es con base a la altura promedio de los árboles en los rodales. En plantaciones establecidas a una densidad inicial de 1,111 árboles/ha, se recomienda realizar el primer raleo cuando los árboles tengan 5 metros de altura, el segundo raleo cuando los árboles tengan de 10 a 12 metros de altura y el tercer raleo cuando los árboles tengan alrededor de 14 a 16 metros de altura. Las intensidades de raleo bajo el criterio de la altura pueden variar en función del sitio, sin embargo, el primer raleo es prudente realizarlo con una intensidad del 50%.

**IMPORTANCIA DEL RALEO:** Realizarlos los raleos de forma oportunos significa aplicarlos cuando los árboles según su fisiología se encuentren en la fase de alto crecimiento. Esto comúnmente sucede en las etapas juveniles de los árboles y por ello, tal como se describe en los tres ejemplos y perfiles de raleo recomendados; la aplicación de cortas intermedias tempranas son convenientes a las plantaciones, debido a que en esas edades los árboles entran en una fuerte competencia de crecimiento (por ello se consiguen altos incrementos); así mismo, por ser edades tempranas, se evita que árboles más grandes dañen a los árboles remanentes al momento de realizar el raleo.

Los raleos a tiempo son idóneos para que los árboles alcancen un tamaño comercial más rápido, aumente la resistencia a vientos (por el incremento en diámetro), y en términos generales permite que las plantaciones sean más vigorosas, estables y productivas.

**SELECCIÓN DE ÁRBOLES PARA EL RALEO:** Es importante realizar el marcaje de los árboles antes de efectuar el raleo, para coníferas, incluyendo a Ciprés común es más visible marcar con pintura blanca, cereza neón o azul. La selección de los árboles por el método de cajas consiste en posicionarse en medio de cuatro árboles (dos a la izquierda y dos a la derecha), si el raleo es con una intensidad del 50% deben eliminarse dos árboles de los cuatro.

Sin embargo es importante aclarar que si ya existe un árbol muerto dentro de los cuatro que pretendemos seleccionar, este cuenta como un árbol ya raleado, es decir, solamente deberá ralearse un árbol, para que en total queden dos individuos vivos o en pie, y de esa cuenta garantizar que se está dejando un remanente del 50% de la densidad. El mismo principio se aplica cuando se pretende raleo a una intensidad del 25% (eliminar 1 árbol de cada cuatro), y una intensidad de raleo del 33% (eliminar 2 árboles de cada 6). Se recomienda considerar los siguientes criterios para la selección de árboles a raleo, descritos según su grado de importancia.

- a) Estado fitosanitario: se eliminan aquellos árboles que tengan problemas de plagas o enfermedades, debido a que la presencia de patógenos puede ser el inicio de la pérdida total de la plantación.

- b) Rectitud del tronco: si no tuviéramos árboles enfermos o plagados, el segundo criterio es eliminar los que presenten algún defecto del fuste (torcedura basal, bifurcaciones, inclinados, quebrados, u otra deformación que disminuya la calidad general de la plantación); si no eliminamos los árboles que presentan defectos del fuste, se estaría comprometiendo el rendimiento de madera de los árboles de futura cosecha.
- c) Diámetro: si no tuviéramos árboles enfermos o árboles con defectos del fuste, el tercer criterio de selección va dirigido a favorecer los árboles de mayor diámetro, marcando y eliminando los árboles de menores dimensiones. Al realizar dicha actividad, se estaría mejorando el diámetro promedio de la plantación y se propicia un mayor espacio para que los árboles de mayor diámetro potencialicen sus incrementos.
- d) Altura: habiendo agotado las características anteriores, el cuarto criterio de selección consiste en seleccionar para el raleo los árboles más bajos o suprimidos, debido a su desventaja competitiva en comparación con los árboles dominantes o más altos.

Siguiendo con el ejemplo de eliminar el 50% de la densidad, (2 de cada 4 árboles), después de seleccionar los árboles a ralear utilizando los criterios mencionados con anterioridad, se avanza a los siguientes cuatro árboles, distintos a los primeros cuatro árboles evaluados; este procedimiento se repite secuencialmente hasta que se garantice el marcaje del porcentaje de árboles equivalente a la intensidad de raleo seleccionada, tal como se aprecia en el siguiente esquema:

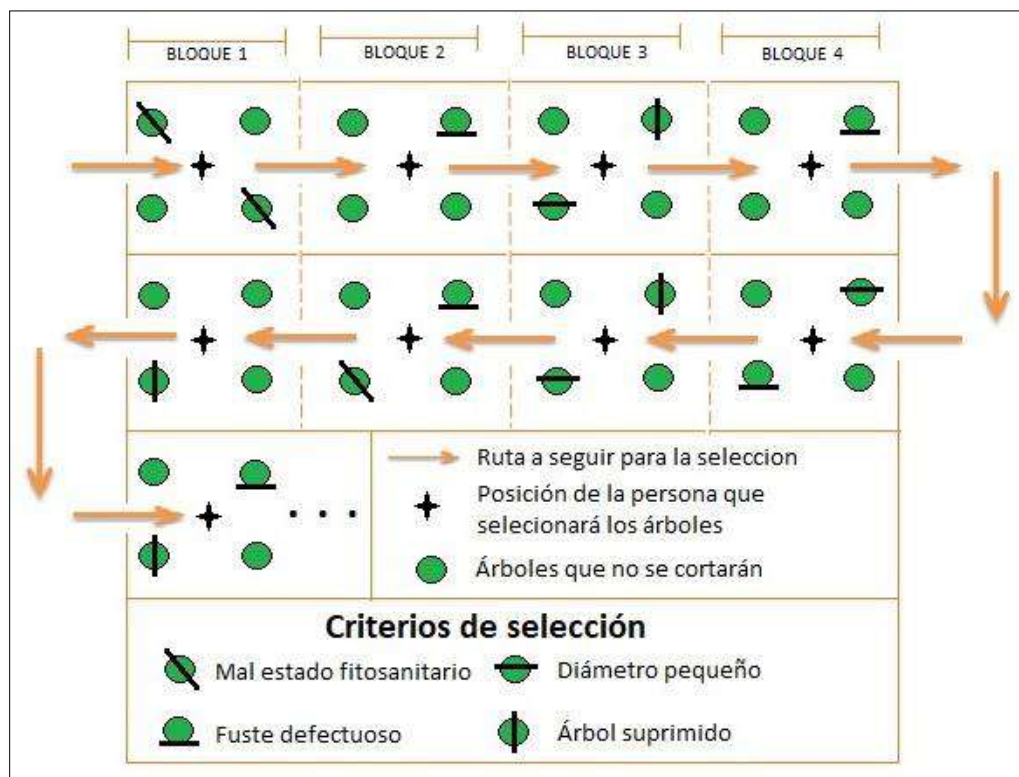


Figura 16. Esquema del marcaje de árboles para raleo utilizando los criterios de selección, eliminando el 50% de la densidad (2 de cada 4 árboles).

## Introducción en sistemas agroforestales

Debido a que es una especie de copa densa y con numerosa ramificación desde temprana edad, el ciprés común es ampliamente utilizado como cortinas rompevientos, estableciéndose a un distanciamiento de 1.5 m \* 1.5 m hasta 2 m \* 2 m entre planta.

La combinación de ciprés común en sistema Taungya, ha sido uno de los factores de éxito para propiciar el crecimiento inicial de las plantaciones. El aporte principal de los cultivos anuales como maíz (*Zea mays*), frijol (*Phaseolus vulgaris*) y *Cucurbita spp.*, en asocio con ciprés común, consiste en el control de malezas, evitando que la especie forestal crezca sin el factor limitante que representa la maleza no controlada. Para aprovechar el espacio entre surcos, los propietarios de pequeños proyectos forestales han modificado el distanciamiento convencional de 3 m \* 3 m por un distanciamiento de 2.25 m entre planta \* 4 m entre surcos (1,111 árboles/hectárea) para tener mayor espacio de cultivo, aprovechando el crecimiento inicial lento de ciprés común.

En Guatemala, el arreglo preferido para asociar ciprés común con cultivos anuales o cultivos perennes consiste en el arreglo de "árboles en línea" o "árboles en contorno", debido a que la especie forestal crece adecuadamente aún con el 30% de follaje; tal como se describe en el subtema "podas", dicha aptitud de la especie permite que exista entrada de luz vertical en los estratos inferiores a la altura del árbol. Un caso particular que puede adoptarse para áreas pequeñas (< a 1 ha) así como grandes extensiones de tierra consiste en el asocio de ciprés común con el cultivo agrícola permanente aguacate (*Persea americana* var. Hass), tal como relata la experiencia adquirida del señor Edgar Guevara<sup>25</sup>, donde el cultivo agrícola permanente tiene un distanciamiento promedio de 6 m \* 6 m (277 arb/ha), y los árboles de ciprés están distanciados a 2 m \* 2 m en un arreglo de franjas a cada 36 m \* 36 m; es decir, bajo el siguiente arreglo existe una densidad de 400 árboles por cada 1.16 hectáreas.



Figura 17. Esquema de la estructura del sistema agroforestal entre *Cupressus lusitanica* Mill y *Persea americana* var. Hass en la finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala.

<sup>25</sup> Edgar Guevara. 25 de febrero de 2020. Manejo de sistema agroforestal de ciprés común y aguacate var. Hass. (Entrevista). San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Propietario de finca Papalabaj.

En la figura anterior puede observarse 2 de 9 bloques que estarían conformándose siguiendo el modelo que el propietario ha experimentado; es decir, en 1.16 hectáreas pueden obtenerse 9 bloques individuales de 36 plantas de aguacate var. Hass establecidas a 6 m \* 6 m y al contorno de dichos bloques pueden reforestarse árboles en línea con ciprés común.

El propietario de la finca expresa que el éxito del sistema agroforestal (SAF) consiste en el manejo de podas, realizando una poda por cada año entre los meses de enero y febrero (año 2 = 50% de follaje; a partir del año 3 = 25% de follaje en el árbol); el dueño asume que los árboles crecen adecuadamente con un 25% de follaje en ese tipo de SAF. Mediante prueba de medias independientes se comparó el crecimiento promedio de plantaciones de ciprés de la misma edad en la misma finca versus los árboles que conforman el SAF (análisis realizado en el Departamento de Investigación Forestal del INAB), y se determinó que no existe diferencia estadística significativa entre los promedios del DAP de los árboles que están creciendo en una plantación normal versus los árboles creciendo bajo el arreglo agroforestal, aspecto que sustenta el argumento del propietario, e que en esa modalidad de SAF los árboles crecen adecuadamente con un 25% de follaje.



Figura 18. Árboles de ciprés común *Cupressus lusitanica* Mill de 2 años de edad y plantación de aguacate *Persea americana* var. Hass ya establecida, finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala.

En la figura anterior puede observarse que el SAF es funcional inclusive después del establecimiento del cultivo agrícola permanente, ya que ambos no son interdependientes. Tal hecho representa una ventaja para el cultivo agrícola permanente y el sitio estaría totalmente libre de malezas para la instalación de las plantas de ciprés común; así mismo, las plantas de la figura anterior poseen 2 años de edad, en la cual resulta prudente realizar la primera poda y así eliminar el 50% del follaje. La poda debe realizarse con tijeras de corte manual "pico de loro" previamente desinfectadas.



Figura 19. Asocio de sistema agroforestal de 6.75 años de edad entre *Cupressus lusitanica* Mill y *Persea americana* var. *Hass* establecidos en la misma fecha de plantación, en la finca Papalabaj, San Andrés Itzapa, Chimaltenango. Guatemala.

En la figura anterior se observa la composición del sistema agroforestal a los 6.75 años de edad, donde el cultivo agrícola permanente y ciprés común fueron plantados simultáneamente, así mismo, se observa el adecuado manejo de podas y la incorporación de residuos de las podas al suelo. Algunas actividades a realizar en el SAF después de la plantación de los árboles son: limpiezas (3 al año) aunque por estar en asocio con aguacate, las malezas terminan siendo poco agresivas por el mismo manejo intensivo del cultivo, calza en la base de las plántulas de ciprés durante los primeros dos años (por su susceptibilidad al viento) y el manejo de podas, dejando los residuos de las podas en la base de los árboles para incorporación de materia orgánica.

### Aprovechamiento final

Cuando los fines de la plantación son los industriales, las primeras trozas son las de mayor valor comercial. Para la obtención de madera en flitch (madera semielaborada) es importante considerar que normalmente existe un desperdicio de 5 cm en cada extremo del diámetro, debido a ello, el diámetro menor de la primera troza (a los 3.1 m sobre el suelo) debe tener como mínimo 40.64 cm de diámetro (16 pulgadas), y el diámetro mayor de la troza (a una altura de 0.3 m sobre el suelo) debe superar los 45 cm. Es decir, el valor del DAP (cm) para árboles de cosecha final debe oscilar entre 43 a 45 cm.

En Guatemala, el valor del comportamiento del diámetro para el Índice de Sitio (IS) bueno a los 20 años es de 1.69 cm de IMA del DAP y el comportamiento del diámetro para el índice de sitio excelente a los 20 años es de 2.16 cm. Con base a dichos valores de incremento, se estima que en Guatemala, las plantaciones con I.S. "excelente" tendrían un valor de DAP de 45 cm a los 20.83 años de edad, y las plantaciones con I.S. "bueno" tendrían un valor de DAP de 45 cm a los 26.63 años de edad.

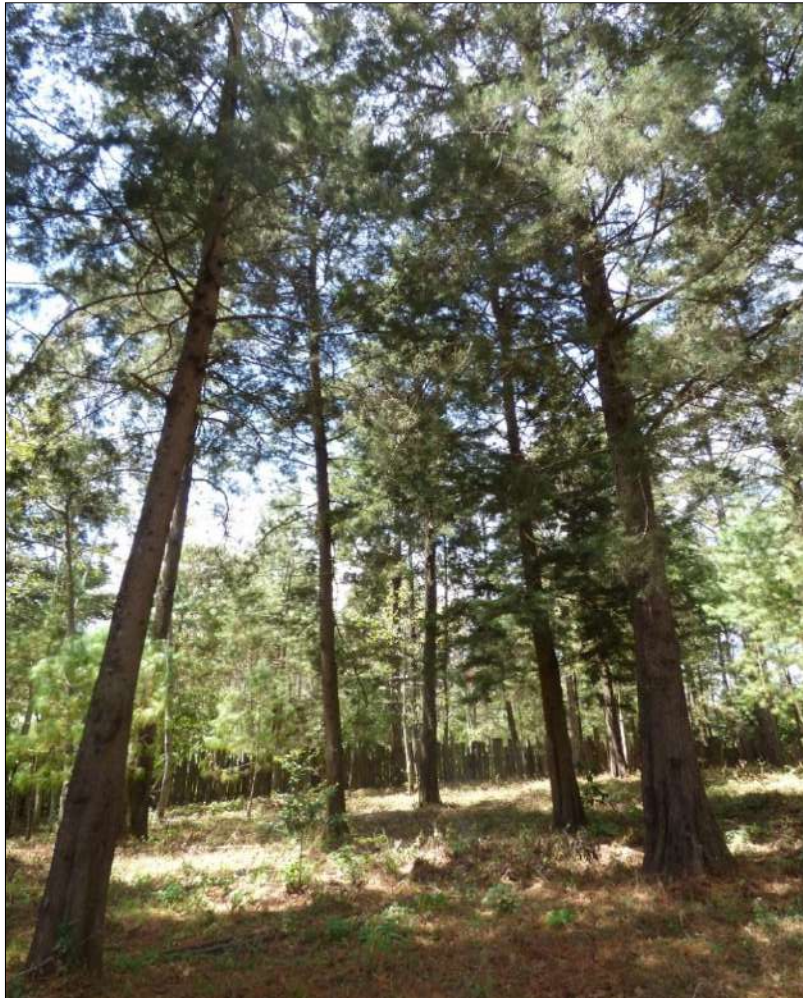


Figura 20. Árboles de *Cupressus lusitanica* Mill para cosecha final, Finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá.



## 6. MANEJO DE PLAGAS Y ENFERMEDADES

La especie es afectada por plagas y enfermedades forestales (insectos y hongos principalmente), que causan pérdidas económicas, ambientales y culturales. Se presentan y afectan debido a la variabilidad de ciclos de vida de cada agente causal y se desarrollan en una diversidad de climas. Asociado a lo anterior, es importante considerar otros factores como la variabilidad climática, el poco manejo silvicultural, susceptibilidad del hospedero, el terreno, la procedencia de la semilla, entre otros aspectos que inciden en la aparición de las plagas, provocando deformaciones, pérdida de crecimiento, debilitamiento y la muerte de pocos o muchos árboles.

Tabla 5. Descripción de agentes causales dañinos de *Cupressus lusitanica* Mill reportados en Guatemala.

Nombre común del agente causal	Nombre científico del agente causal	Tipo de patógeno	Estructura atacada	Ataques/peligrosidad	Más información en...
Damping Off	<i>Phytophthora</i> spp.	Hongo fitopatógeno	Raíz	Provoca amarillamiento y clorosis del follaje, así como necrosis y pudrición del sistema radicular.	Chaves y Fonseca, 1991; Santos, 2011
Grillo	<i>Grillus assimilis</i>	Insecto (Ortóptera)	Tallos, raíces y follaje	Con su aparato bucal masticador corta los tallos de las plántulas de vivero, también se alimentan de hojas y raíces.	Ortíz, 2020 <sup>26</sup>
Lluvia amarilla	<i>Fusarium</i> spp	Hongo Fitopatógeno Deuteromycota	Raíz	Provoca amarillamiento en el exterior de las hojas jóvenes, formación de raíces adventicias, marchitamiento de hojas y tallos jóvenes, defoliación, necrosis marginal en hojas y finalmente la muerte de la planta.	Ortíz, 2020 y Agrios, 1991.
Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i>	Insecto (Coleóptero)	Raíz	En su estado adulto causan defoliación del hospedante, mientras que las larvas se alimentan de las raíces, debilitando las plántulas o árboles jóvenes.	Chaves y Fonseca, 1991; Ortíz, 2020
Chinche	Fam. Cercopidae	Insecto (Homóptera)	Ramas y brotes	Las hembras ovipositan en los brotes tiernos o en las ramas, los adultos y las ninfas chupan la savia en árboles de diferentes edades.	Rodríguez, 2012

<sup>26</sup> Ortíz, P. 05 abr 2020. Plagas y enfermedades de *Cupressus lusitanica* Mill reportados en Guatemala (texto electrónico). Ciudad de Guatemala, Guatemala. Departamento de Protección Forestal del Instituto Nacional de Bosques de INAB.

Torito, Periquito, Espinita	<i>Aconophora compressa</i> Walker	Insecto (Hemíptera)	Acícula, raíz, rama	El daño lo constituyen sus picadas a las panículas y la succión de la savia, lo que provoca un debilitamiento de las plantas	Rodríguez, 2012
Pulgón	<i>Cinara</i> sp	Insecto Homóptera	Ramas, tallo, raíz	Los áfidos se alimentan de la sabia del floema, provocan amarillamiento y el síntoma del arrosamiento, causan deformación y caída prematura de hojas.	Rodríguez, 2012
Gorgojo del Ciprés	<i>Phloeosinus</i> spp.	Insecto Coleóptero	Fustes o troncos, ramas	Perfora la corteza de los árboles, provocando grumos de resina cristalina, puede llegar a provocar la muerte de los árboles si no se realiza el control adecuado.	Ortiz 2020 Cibrián, 1995
Hongo foliar	<i>Pestalotia</i> spp.	Hongo	Follaje	Provoca necrosis que llega hasta las partes apicales de las ramas y en algunos casos puede matar árboles muy jóvenes, este hongo representa una amenaza para árboles jóvenes	Chaves y Fonseca, 1991; Arguedas, 2008
Tizón del follaje	<i>Cercospora</i> spp.	Hongo	Follaje	Se presenta una necrosis de escamas en las hojas de ciprés, afecta el sistema fotosintético de la planta.	Arguedas, 2008
Ardilla	<i>Sciurus vulgaris</i>	Roedor	Fuste	Provoca una hendidura al cicatrizar, provocando la deformación del fuste.	Ortiz 2020

## Plagas y enfermedades en viveros

Basado en: Santos 2011, Ortiz 2020, Arguedas 2008.

### Damping Off, (*Phytophthora* spp.)

En un estudio realizado en distintos viveros forestales ubicados en los Departamentos Chimaltenango, Sacatepéquez y Guatemala, se evaluó la presencia del género *Phytophthora* asociado a especies forestales de importancia económica en la región central del país; entre ellas la especie *Cupressus lusitanica* Mill (Santos, 2011).

El aislamiento del hongo se realizó a través del suelo y se determinó que las especies más susceptibles a *Phytophthora* en vivero son *Pinus pseudostrabus*, *Pinus maximinoi*, *Cupressus lusitanica* y *Swietenia humilis*. Dicho patógeno forma parte del complejo de hongos que producen la enfermedad denominada Damping Off; el complejo de hongos está presente en el suelo utilizado para sustrato en la producción de plantas de vivero, ratificando la importancia de la desinfección en sustratos a utilizar para los semilleros y para la mezcla de sustratos dirigido a la producción de plántulas en viveros (Santos, 2011).

### Grillo, (*Grillus assimilis*)

**DESCRIPCIÓN Y SÍNTOMAS:** Los "grillos" poseen antenas filiformes largas, son de color negro, miden de 16 a 19 mm de largo. De día se esconden en agujeros que cavan en el suelo o en la basura, de noche salen a alimentarse, cortando los tallos de las plántulas, se alimenta también de raíces y hojas.

**MANEJO/CONTROL:** Eliminación de la maleza y otros residuos entre los callejones donde se encuentran apiladas las plántulas en el vivero y en los alrededores del vivero. Puede controlarse mediante la utilización del hongo entomopatógeno *Metarrhizium anisopliae*. Se recomienda realizar aplicaciones con productos químicos como el uso de piretroides, clorpirifos y carbaril.

### *Fusarium spp.*

**DESCRIPCIÓN:** Hongo filamentoso que puede vivir en el suelo o agua, en asociación con plantas, generalmente son saprófitos, algunos producen micotoxinas dañinas. Las esporas de estos hongos son altamente reconocibles a nivel de laboratorio por su peculiar forma de media luna o canoa.

**SÍNTOMAS:** Los primeros síntomas aparecen como un ligero aclaramiento venoso en el exterior en las hojas más jóvenes. Posteriormente se observa la caída de hojas causada por la caída del pecíolo. Las plantas infectadas en el vivero generalmente se marchitan y mueren después de la aparición de los primeros síntomas. Cuando las plantas afectadas están en campo pueden marchitarse y morir fácilmente si el clima es favorable, los síntomas más frecuentes son el aclaramiento de las venas y la caída de la hojas son seguidas por el retraso en el crecimiento de las plantas, el amarillamiento de las hojas inferiores, la formación ocasional de raíces adventicias, el marchitamiento de las hojas y los tallos jóvenes, la defoliación, la necrosis marginal de las hojas restantes, y finalmente la muerte.

**MANEJO/CONTROL:** El uso de productos biológicos tiene varias ventajas al ser utilizado dentro del programa de producción de planta, tal es el caso de *Trichoderma harzianum* o *Trichoderma lignorum*, estos hongos son antagonistas de *Fusarium* y otros hongos patógenos de raíz. Se sugiere su utilización en la preparación de sustratos y como tratamiento preventivo a la planta en desarrollo. Se recomienda en casos necesarios la aplicación de Tiabendazol en aspersiones consecutivas al follaje y al suelo a las dosis recomendadas; sin embargo, el tratamiento químico inhibe el tratamiento de control biológico con *Trichoderma*, por lo que el viverista debe decidir cuál de los dos utilizar.

## Plagas y enfermedades en plantaciones

Basado en: Chaves y Fonseca, 1991; Estrada, 2008; Ortiz, 2020; Arguedas, 2008; Rodríguez, 2012.

### Gallina ciega, (*Phyllophaga spp.*)

**DESCRIPCIÓN Y SÍNTOMAS:** Las plantaciones afectadas presentan un color amarillo en las hojas y luego se caen, al excavar alrededor del árbol, se encuentran larvas de *Phyllophaga*, observándose el daño provocado por la larva. Generalmente hay más individuos en lugares donde hubo pasto, alimentándose de las raíces de la maleza y al no haber, cambia su hábito alimenticio y daña árboles.

Se alimentan de las semillas o raíces de las malezas, aunque al realizar las labores de preparación de la tierra se eliminan las malezas y al no haber alimento, atacan las plántulas forestales, causando dos tipos de daño: (1) los adultos consumen follaje y causan defoliación; (2) las larvas se alimentan de la raíz, debilitando las plántulas o árboles jóvenes, en la mayoría de casos ocasiona la muerte.

CONTROL: El control de la plaga puede realizarse al momento del establecimiento de la plantación, aprovechando el ahoyado que se realiza. La forma de aplicación es al voleo, al fondo del agujero se dispersa entre 11 y 12 gramos de producto por cada agujero (13 Kg de producto por hectárea). El producto utilizado se denomina JADE®. Otro tipo de control consiste en la aplicación de insecticidas del tipo clorpirifos en formulación granulada al 5%. Otras alternativas de uso son de Mocap.

### Chinche, familia Cercopidae, orden Homóptera.

DESCRIPCIÓN Y SÍNTOMAS: Insecto de tamaño pequeño, con menos de 5 mm de longitud, patas adaptadas para saltar, ninfas de color crema, embebidas dentro de una savia, las hembras ovipositan en los brotes tiernos o en las ramas, los adultos y las ninfas chupan la savia en árboles de diferentes edades.

MANEJO/CONTROL: Podas de saneamiento, control químico se recomienda el uso de Cloronicotinilo: nombre comercial: Confidor 70 WG (Imidacloprid).

### Torito, Periquito; (*Aconophora compressa*): Orden Hemíptera

DESCRIPCIÓN Y SÍNTOMAS: Afecta directamente a las ramas, succionando la savia de las hojas de esta especie, con lo cual causa un amarillamiento a las mismas, causando la muerte regresiva, lo cual provoca que las plantas no se desarrollen produciendo menor cantidad de flores y frutos; tanto adultos como ninfas se encuentran depositados sobre las ramas y tienden a encontrarse en grandes cantidades poblacionales. En Guatemala se han encontrado especímenes en plantaciones ubicadas en San Juan Ixcoy, Santa Eulalia, San Juan Atitlán y San Mateo Ixtatán, todos del departamento de Huehuetenango.



Figura 21. Vista frontal de ninfa de *Aconophora compressa* a la (izquierda) y hojas de ciprés color marrón causado por virus que transmitido por el vector al momento de la succión de la savia (derecha) en plantaciones del departamento de Huehuetenango (fuente: Rodríguez, 2012).

MANEJO/CONTROL: Realizar podas en las plantaciones afectadas, eliminar árboles suprimidos, deformes y enfermos permitirá la entrada de aire, luz y evitará la competencia entre individuos. Debe realizarse podas de saneamiento, eliminando del área las ramas infestadas y los residuos deben enterrarse o quemarse fuera de la plantación, teniendo cuidado de no provocar incendios forestales en el proyecto y áreas aledañas. Control Químico: pueden utilizarse, endosulfan, imidacloprid, malatión e insecticidas pertenecientes al grupo de los piretroides; así mismo, pueden realizarse aplicaciones de productos organofosforados.

**Pulgón, (*Cinara spp.*), Orden Homóptera.**

DESCRIPCIÓN Y SÍNTOMAS: Los áfidos se alimentan de la savia del floema, insertando su estilete en la planta hasta alcanzar el floema y su savia la cual es rica en azúcares, por lo cual estos insectos consumen grandes cantidades de este líquido para garantizar su sobrevivencia. Al succionar la savia se observan síntomas como el amarillamiento o arrosamiento, deformaciones, caída prematura de las hojas y por ende la disminución del crecimiento tanto en diámetro como en altura.



Figura 22. Diferentes instares de adulto y ninfa del áfido (izquierda) y daño que causan los áfidos en plantaciones de Ciprés común (derecha). (Fuente: Rodríguez 2012).

MANEJO/CONTROL: Control mecánico, mediante podas de saneamiento; control químico, mediante la aplicación de insecticidas con aspersiones de Thiodan.

**Gorgojo del ciprés, (*Phloeosinus spp.*), Orden Coleóptera.**

DESCRIPCIÓN: Se han presentado daños importantes en el occidente central de Guatemala, especialmente en los departamentos de Sacatepéquez y Chimaltenango. El macho mide de 3 a 4.1 mm de longitud (3.7 mm en promedio) y tiene cuerpo robusto, mientras que la hembra mide 3.5 mm de largo. Tiene declive elitral con espinas, sus huevecillos son pequeños de color blanco perlado y las larvas son ápodas de color blanco al igual que las pupas. El ciclo de vida dura 2 meses y puede presentar de 4 a 6 generaciones por año. Después que emergen los adultos, se alimentan sobre las ramillas tiernas hasta que alcanzan su etapa de madurez. Para reproducirse barrenan el fuste de los árboles y como respuesta del ataque se observan escurrimientos de resina.



Figura 23. Galerías y orificios de entrada que representan daño a la corteza de árboles de Ciprés común afectados por el insecto adulto de *Phloeosinus* spp. (Fuente: Paulo Ortiz del INAB).



Figura 24. Insecto adulto de *Phloeosinus* spp., dentro de la corteza de Ciprés común, realizando la galería primaria. (Fuente: Paulo Ortiz, del INAB).

La hembra y el macho después de penetrar la corteza, crean una cámara nupcial de forma irregular entre la corteza y la albura, en ella copulan e inician una galería ascendente, con una longitud de 3 a 10 cm, en donde los huevecillos son puestos en ambos lados de la galería cubiertos con aserrín, (Cibrián 1995).

SÍNTOMAS: Los síntomas que presentan los árboles de ciprés son: escurrimiento de resina en el fuste, ramas amarillentas, internamente una galería primaria vertical y muchas galerías estrechas laterales horizontales con respecto a la galería primaria.

MANEJO/CONTROL: (Control cultural) Realizar poda de ramas secas y muertas, raleo en plantaciones puras, corta de los árboles. (Control químico aplicado a la troza recién cortada): aplicación y prueba con insecticidas a base de deltametrina, mezclado con adherente.

#### Hongo foliar, (*Pestalotia* spp.)

DESCRIPCIÓN Y SÍNTOMAS: El daño inicia en las ramas bajas y se desarrolla de forma ascendente, el follaje se torna de color café, la necrosis que provoca este hongo llega hasta las partes apicales de las ramas y en algunos casos puede matar árboles muy jóvenes. Este hongo representa una amenaza para árboles jóvenes, los conidios de este hongo son dispersados por el agua, mientras que la propagación a gran distancia la realizan los insectos. La propagación del patógeno, disminuye durante la época seca, reactivándose durante la época lluviosa; este hongo está relacionado con la humedad y rápida dispersión por la falta de manejo de las plantaciones

SÍNTOMAS: Acículas se tornan de un color pardo anaranjado. A simple vista en ellas se observan diminutos puntos negros representan los acérvulos sobre los cuales se desarrollan los conidióforos.

CONTROL/MANEJO: Mecánico realizar podas de saneamiento, eliminando todas las ramas necrosadas o marchitas, posteriormente se recomienda la aplicación de fungicidas a los árboles, aspersiones de productos sistémicos de ingrediente activo propiconazol.

#### Tizón de la hoja, (*Cercospora* spp.)

DESCRIPCIÓN: Se presenta una necrosis de escamas en las hojas de ciprés que paulatinamente se extiende desde las puntas hasta las bases de las ramas, afectando el follaje y el sistema fotosintético del árbol.

SÍNTOMAS: Los primeros síntomas se presentan en cualquier parte de las ramas donde se observan puntos cloróticos, los cuales se extienden como manchas foliares terminando en antracnosis totales o tizones. Las hojas enfermas se tornan pardo anaranjado y es común observar a simple vista en ellas diminutos puntos negros, que son estromas sobre los cuales se desarrollan los conidióforos. La necrosis del follaje puede llegar hasta las partes apicales de las ramas y puede matar árboles muy jóvenes (Arguedas y Chaverri, 1993; citado por Arguedas 2008).

CONTROL/MANEJO: El control mecánico se realiza mediante podas de saneamiento, de forma combinada aplicar productos a base de cobre, zinc o magnesio; además, se debe retirar y destruir el material vegetal caído, ya que es fuente de inóculo.

**Ardilla común: *Sciurus vulgaris***

**DESCRIPCIÓN:** Es un mamífero roedor que posee dientes muy desarrollados y salientes, se alimentan de semillas, cortezas, frutos secos, bellotas y brotes tiernos; en plantaciones forestales se les ha reconocido como muy dañinas, principalmente en brotes.

**SÍNTOMAS:** Su importancia radica en que roen la corteza de los árboles para desgastar los dientes incisivos. El daño en la corteza provoca una hendidura al cicatrizar naturalmente, que induce entrada de patógenos, punto de quiebre donde se encuentra el daño, deformación del fuste, entre otros. Se ha observado daño por ardilla en plantaciones del género *Pinus* y *Cupressus*, especialmente en los departamentos de Alta Verapaz y Chimaltenango; se desplaza fácilmente por los árboles debido a su agilidad para correr y trepar, así como por el contacto de ramas laterales.



Figura 25. Desprendimiento de corteza provocado por *Sciurus vulgaris* en plantaciones de Ciprés común en Patzún, Chimaltenango, Guatemala. (Fuente: Paulo Ortiz del INAB).

**CONTROL:** Mecánico: consiste en eliminar árboles que están alrededor de las madrigueras activas, para evitar que las ardillas no se trasladen con tanta facilidad entre árboles; la poda de los árboles y el raleo también ayudan a reducir la movilidad del roedor. Químico: El uso de cebos aplicado a trampas y directamente en los árboles puede considerarse una opción, sin embargo, no se han logrado concretar resultados de la aplicación de distintos químicos.



Se considera que para formular una propuesta concreta de manejo integrado, conllevará la combinación de varias tácticas de control que deberán ir desde el control mecánico o físico, el uso de trampas, manejo de enemigos naturales y principalmente tácticas relacionadas a los hábitos alimenticios de la ardilla.

### Monitoreo Forestal.

Basado en: SANIFOR (INAB), Ortiz 2020.

El Instituto Nacional de Bosques, por medio de la boleta de sanidad forestal fomenta el monitoreo forestal, indicando que un adecuado monitoreo contempla los siguientes aspectos:

VIGILANCIA DE LA PLANTACIÓN: Evaluar la incidencia de plagas y enfermedades implica la necesidad de realizar recorridos en la plantación, un sistema de monitoreo calendarizado, y priorizar las evaluaciones principalmente cuando se presenten cambios climáticos como: inicio de lluvias, sequías, alteraciones ambientales, inundaciones, incendios forestales, entre otros. La vigilancia ayuda a detectar el brote de plagas y enfermedades.

Para ello deben realizarse capacitaciones para dar a conocer el procedimiento del protocolo a realizar al observar una plaga; también es importante conocer la procedencia del material genético, conociendo así la calidad de planta que adquirida, lo anterior se relaciona al conocimiento del sitio adecuado según la especie y el manejo silvicultural que se debe realizar para obtener una plantación más productiva y menos susceptible a plagas y/o enfermedades. Las actividades a desarrollarse para una vigilancia adecuada de la plantación se muestran en la figura:

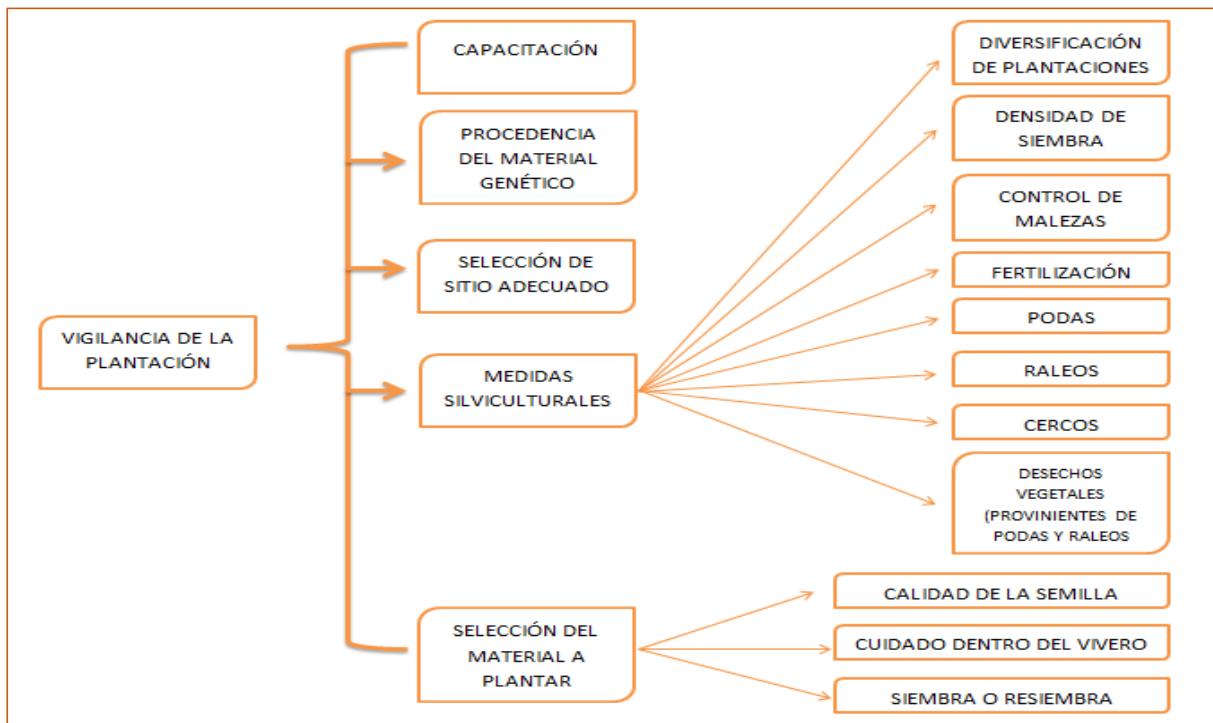


Figura 26. Aspectos que contribuyen al monitoreo y vigilancia de plantaciones forestales, para la prevención y planificación controlada de actividades de combate.

## 7. CRECIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE PLANTACIONES

---

### Metodología de seguimiento y evaluación del crecimiento en Guatemala

Para apoyar la planificación y ejecución del manejo silvicultural para usuarios de: Programa de Incentivos Forestales (PINFOR), Programa de Incentivos para el Establecimiento, Recuperación, Restauración, Manejo, Producción y Protección de bosques en Guatemala (PROBOSQUE), Programa de Incentivos para Poseedores de Pequeñas Tierras de Vocación Forestal o Agroforestal (PINPEP), así como también a propietarios de proyectos particulares de reforestación, el Instituto Nacional de Bosques decidió evaluar el crecimiento de ciprés común en plantaciones forestales. Para tal fin, optó por seguir la metodología definida en el sistema de "Manejo de información sobre recursos arbóreos en el componente de silvicultura (MIRA-SILV)", por medio del establecimiento y monitoreo de Parcelas Permanentes de Medición Forestal (PPMF) (Cojom, 2015).

En la implementación del sistema de monitoreo de PPMF, el Departamento de Investigación Forestal apoyado por personal de las Subregiones del INAB, desde el año 2003 han establecido un total de 117 parcelas permanentes de medición forestal en plantaciones puras con la especie ciprés común, 22 de las parcelas tienen un área de 1,000 m<sup>2</sup> y 95 una superficie de 500 m<sup>2</sup>. El 79.48 % de la totalidad de parcelas se encuentra activa hasta el año 2020; sin embargo, aunque existan PPMF inactivas, éstas se utilizan para los análisis correspondientes a la actualización de modelos de crecimiento, debido a que forman parte de un registro histórico vigente, registros que explican el comportamiento del crecimiento natural de la especie en distintas localidades del país que aumenta la riqueza de la cobertura geográfica de las muestras.

### Crecimiento e incrementos

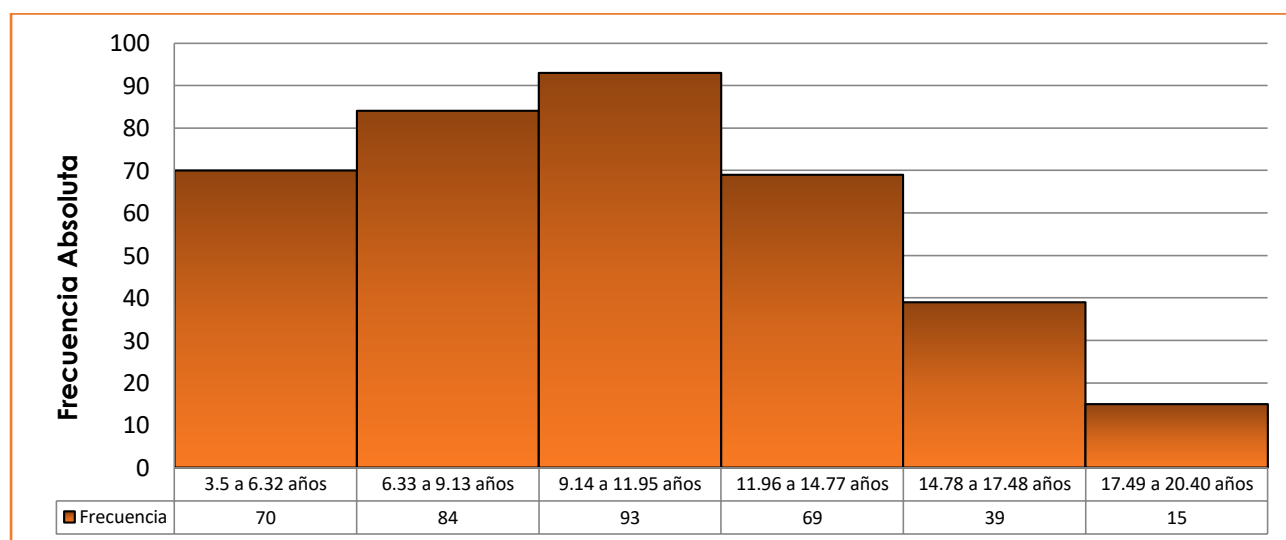
La información generada a través de la red de PPMF a nivel nacional, constituye una importante y concreta contribución al sector, mediante la generación de los modelos de crecimiento determinados para esta especie; los cuales, finalmente explican la dinámica del crecimiento de las plantaciones a partir de observaciones reales en campo. Los modelos de crecimiento son vitales para la planificación forestal, debido a que permiten programar las actividades a desarrollar en un rodal, en función de la velocidad de crecimiento y potencial del sitio; además ofrecen la posibilidad de estimar los productos maderables al final del turno y evaluar el alcance de los objetivos perseguidos.

El crecimiento de los árboles está determinado por la interacción de factores externos, tales como: aspectos climáticos (precipitación, temperatura, humedad relativa), aspectos fisiográficos (topografía, pendiente, altitud, pedregosidad) y aspectos edáficos (textura, estructura, drenaje, pH, disponibilidad de nutrientes); así mismo, el crecimiento de los árboles está influenciado por factores internos, tales como: genética (procedencia, vigor) y calidad de la planta. Dicho crecimiento también es afectado por la dinámica o manejo de la competencia en un rodal, que se resume en el control de malezas e intervenciones mediante podas y raleos.

En el documento "Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies en plantaciones forestales en Guatemala" publicado por el Departamento de Investigación Forestal del INAB en el año 2015, se presenta la primera explicación de la tendencia del crecimiento de la especie por medio de modelos de crecimiento, utilizando datos disponibles del año 2003 al año 2013.

El presente capítulo pretende actualizar los modelos de crecimiento, y exponer los principales cambios y tendencias del comportamiento de la especie según los datos de campo de parcelas permanentes de medición forestal bajo el seguimiento de las distintas subregiones del INAB. La información utilizada data del año 2003 hasta el año 2019, existiendo registros del comportamiento real de los rodales forestales bajo monitoreo, comprendidos en un rango de edad de 3.5 a 20.4 años.

El criterio utilizado para actualizar los modelos de crecimiento consistió en seleccionar de la totalidad de PPMF con registro, aquellas donde se evidencien de forma lógica las actividades de raleo aplicadas al rodal. Debido a que el índice de sitio se considera un criterio para evaluar la productividad de las plantaciones forestales, bajo esa premisa, se excluyó del análisis aquellas plantaciones que se monitorean con PPMF que no evidencian actividades de manejo que promuevan la productividad con fines de producción industrial. Se utilizaron datos de 43 PPMF que en conjunto suman 362 mediciones, cuyas edades de medición se describen a continuación.



Fuente: Departamento de Investigación Forestal del INAB, 2020.

Figura 27. Frecuencia absoluta del número de mediciones de PPMF en *Cupressus lusitanica* Mill por clase de edad, utilizada para la actualización de modelos de crecimiento en Guatemala.

A medida que el monitoreo de las PPMF se intensifique en plantaciones forestales de edades de 14 a 22 años y con antecedentes de manejo y cuidados silviculturales adecuados, se estará generando información necesaria para conocer los turnos óptimos de corta por cada categoría de sitio mediante la obtención de datos reales de campo.

Los modelos utilizados responden a factores agrupados en tres variables: i) índice de sitio (IS), ii) densidad o competencia (N) y, iii) edad (T); con lo cual, los modelos son capaces de responder a la combinación de estos factores, de tal forma que las proyecciones realizadas con ellos son ajustables a condiciones particulares. El análisis de la base de datos dasométricos [PPMF de ciprés común en plantaciones forestales puras, estado al 31 de diciembre 2019] permitió definir las siguientes funciones de crecimiento que se presentan a continuación, determinándose una ecuación para cada una de las principales variables de una plantación, que son: i) diámetro [DAP(cm)], ii) altura dominante total (m), iii) área basal (m<sup>2</sup>/ha), iv) volumen total (m<sup>3</sup>/ha) y v) índice de sitio (m); las cuales transcriben la dinámica de crecimiento de la especie en cada sitio y se presentan a continuación.

Tabla 6. Familia de modelos de crecimiento para la especie Ciprés común, *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.

Variable	Modelo de crecimiento	r <sup>2</sup>
Índice de sitio (m)	$S = \text{Exp}(\text{Ln}(\text{Hd}) + 5.840319 * (1/T - 0.1))$	0.64
Altura dominante [m]	$\text{Hd} = \text{Exp}(\text{Ln}(S) - 5.840319 * (1/T - 0.1))$	0.64
Diámetro [cm]	$\text{Dg} = \text{Exp}(2.5455537 - 5.0006401/T + 0.07832407*S - 0.00030167*N)$	0.80
Área basal [m <sup>2</sup> /ha]	$G = \text{Exp}(0.70643536 - 9.980111356/T + 0.16335782*S + 0.00116604*N)$	0.62
Volumen total [m <sup>3</sup> /ha]	$\text{Vtc} = \text{Exp}(1.83584156 - 15.79536852/T + 0.25393644*S + 0.0010426*N)$	0.79

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB 2020 (Índice de Sitio determinado a una edad base de 10 años). Dónde: **T** = edad en años; **H<sub>a</sub>** = altura dominante [m]; **N** = árboles/ha; **S** = índice de sitio (m).

A medida que incremente el número de PPMF bajo monitoreo en condiciones de adecuado manejo, distribuidos en un mayor número de localidades (aumento de cobertura geográfica), se obtendrán mejores predicciones para la ecuación del índice de sitio, a partir de técnicas de regresión lineal simple, mediante la utilización de los supuestos del modelo de Schumacher (1939); al generar un mejor ajuste del modelo de índice de sitio, mejorará aún más el ajuste de los otros modelos de crecimiento, ya que el índice es una variable independiente que genera mayor explicación en el análisis de regresión múltiple de los otros modelos.

Aun así, el ajuste del modelo de índice de sitio es estadísticamente confiable, considerando que los predictores de regresión lineal se encuentran dentro de un intervalo de confianza distinto a cero con una confianza del 95%. El modelo posee un ajuste adecuado, dado por el p-valor < a 0.0001 (inferior al nivel de significancia dado por alfa, < 0.05), así mismo cumpliendo los supuestos de independencia de los residuos, homocedasticidad de la varianza y validación del modelo.

### La altura dominante y su efecto en el índice de Sitio (I.S.).

Según FAO (1980), la altura dominante se obtiene de la altura promedio de los 100 árboles más gruesos por hectárea, su dimensional es el metro (m); es decir, para las parcelas permanentes de medición forestal (PPMF) de 1000 m<sup>2</sup> es el promedio de los 10 árboles más gruesos, y para las PPMF de 500 m<sup>2</sup> la altura dominante se obtiene del promedio de la altura de los 5 árboles más gruesos. La altura dominante es una variable de gran influencia en la determinación del índice de sitio.

Mora y Meza (s.f.) indican que en el crecimiento de una especie en un lugar dado influyen muchos factores, y tratar de determinar el efecto de cada uno de esos factores en la calidad de un sitio es aún más complejo; lo anterior explica la complejidad de querer relacionar de forma múltiple y simultánea todas las variables climáticas, fisiográficas y edáficas que influyen en un sitio para querer estimar un indicador de productividad del rodal. Debido a ello, Vanclay (1994), indica que la vegetación por sí sola refleja la mayoría de los factores del sitio; asimismo, el crecimiento de rodales coetáneos refleja con precisión la productividad del sitio. Si existen árboles en el rodal lo suficientemente grandes como para reflejar el máximo potencial en altura de la especie de interés, la altura del rodal puede ser usada como un estimador de la productividad del sitio; así mismo, FAO (1980) indica que la altura de un rodal uniforme a una edad dada, es un buen indicador del potencial productivo de ese tipo de bosque en ese sitio particular.

La altura promedio de un rodal es usualmente sensitiva a la edad, clase de sitio, y densidad del rodal; por ello, se usa normalmente la altura dominante en la definición de la altura del rodal, ya que es casi insensible a diferencia de densidad de los rodales. Por ende, los modelos de índice de sitio permiten evaluar y clasificar los sitios forestales, según la capacidad de producción de la especie forestal plantada. Básicamente, estos modelos consisten en evaluar y estimar la altura que pueden alcanzar los árboles dominantes o codominantes sanos a una edad de referencia establecida.

Los rangos puntuales de Índice de Sitio (IS) son de ciprés común en Guatemala, a una edad base de 10 años son: **pésimo (7.2 m)**, **malo (10.3 m)**, **medio (13.4 m)**, **bueno (16.5 m)** y **excelente (19.6 m)** (ver tabla 7); a partir de ellos, se crean rangos flexibles para cada categoría de sitio, los cuales describen 5 escenarios teóricos de producción, debido a que cada plantación tiene su propio índice de sitio que permite representar y ajustar cada modelo a realidades específicas.

Tabla 7. Categorías de sitio para para plantaciones puras de ciprés común *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.

Categoría de sitio	Rangos de Índice de Sitio por categoría [m]
<b>Pésimo (7.2 m)</b>	≤ 8.74 m
<b>Malo (10.3 m)</b>	> 8.74 m – 11.85 m
<b>Medio (13.4 m)</b>	> 11.85 m – 14.97 m
<b>Bueno (16.5 m)</b>	> 14.97 m – 18.08 m
<b>Excelente (19.6 m)</b>	> 18.08 m

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2020 (Índice de Sitio determinado a una edad base de 10 años).

Tabla 8. Aptitud para el crecimiento de *Cupressus lusitanica* Mill en sitios “buenos” y “excelentes” de Guatemala, en sitios con PPMF de la especie instalada en plantaciones puras.

DEPARTAMENTO	MUNICIPIO	NOMBRE FINCA	ÍNDICE DE SITIO (m)	CATEGORÍA DE ÍNDICE DE SITIO
<b>Chimaltenango</b>	Patzicía	Paché	21.87	Excelente
<b>Alta Verapaz</b>	Santa Cruz Verapaz	Cañada del Naranjo	19.90	Excelente
<b>Quiché</b>	Nebaj	Vicruz	19.38	Excelente
<b>Sololá</b>	Santa Catarina Ixtahuacán	Patzaj	18.46	Excelente
<b>Sololá</b>	Santa Lucía Utatlán	Pachocam	17.99	Bueno
<b>Guatemala</b>	San José Pinula	Agua Tibia	17.76	Bueno
<b>Guatemala</b>	San José Pinula	Agua Tibia	17.76	Bueno
<b>Suchitepéquez</b>	Santa Bárbara	La Ínsula	17.72	Bueno
<b>Guatemala</b>	San José Pinula	Agua Tibia	17.70	Bueno
<b>Huehuetenango</b>	Nentón	La Argentina	17.65	Bueno
<b>Suchitepéquez</b>	Santa Bárbara	La Ínsula	17.00	Bueno
<b>Guatemala</b>	San José Pinula	Agua Tibia	16.93	Bueno
<b>Huehuetenango</b>	Nentón	La Argentina	16.88	Bueno
<b>Sololá</b>	Nahualá	Chuapiacul	16.43	Bueno
<b>Alta Verapaz</b>	Santa Cruz Verapaz	Cañada del Naranjo	16.42	Bueno
<b>Guatemala</b>	San José Pinula	Agua Tibia	16.36	Bueno
<b>Sololá</b>	San Antonio Palopó	Xequistel	16.30	Bueno
<b>Guatemala</b>	San José Pinula	Agua Tibia	16.30	Bueno
<b>Sacatepéquez</b>	Pastores	Finca Cerro Pavo	16.28	Bueno

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2020 (índice de sitio determinado a una edad base de 10 años)

En el cuadro anterior, puede observarse cuál ha sido la respuesta de las plantaciones forestales establecidas en distintas localidades y ubicaciones geográficas, específicamente para aquellas plantaciones que de acuerdo a los criterios de clasificación de sitio han desarrollado una altura dominante que pueden clasificarse como sitios productivos "buenos" y "excelentes"; con el objeto de que dichas fincas sean objeto de referencia en cuanto a características climáticas, fisiográficas y edáficas que promueven condiciones adecuadas para el crecimiento de la especie.

Para conocer mayor detalle de cómo se ha comportado el crecimiento en dichas plantaciones, así como interpretar las acciones de manejo que han promovido su crecimiento y conocer las características del sitio donde se ubican, el Departamento de Investigación Forestal del INAB ha publicado mediante el "Sistema de información basado en parcelas permanentes de medición forestal"<sup>27</sup> todo lo concerniente a cada sitio bajo monitoreo de PPMF; con el objeto de que sea un insumo de exploración en tiempo real que contribuya al análisis de la correcta selección del sitio adecuado para la especie adecuada, con base a registros históricos.

Al disponer de 117 PPMF con registros, puede accederse a los resúmenes de las variables de productividad y altura dominante de dichas muestras a través del mapa interactivo de PPMF, publicado en el sitio web: <http://ppm.inab.gob.gt/>. De esa cuenta, es factible sustituir el valor promedio de la altura dominante de la parcela más cercana al área que se prevé reforestar con la especie y así poder tener referencia de que índice de sitio podríamos alcanzar en determinada ubicación; con ello, podrían planificarse actividades que promuevan una mejor productividad. Por ejemplo, un sitio actual "bueno" puede pasar a ser "excelente" si mejoramos los programas de fertilización, preparación de suelos, cuidados culturales, mayor importancia a la procedencia genética, raleos oportunos, entre otros.

### Categorías de sitio en función de variables dasométricas

En ocasiones, será necesario evaluar la productividad de las plantaciones forestales de ciprés común considerando más criterios, por lo cual, para cada categoría de sitio corresponden valores de crecimiento, que constituyen estimadores prácticos de la producción de un rodal en el tiempo; para ello, se han calculado los promedios de incremento medio anual –IMA- del volumen ( $m^3/ha$ ), IMA del área basal ( $m^2/ha$ ), IMA de la altura dominante de la plantación (m), y el IMA del diámetro a la altura del pecho –DAP- (cm).

Para el cálculo de los valores promedio de las variables dasométricas, se realizaron tres pasos a saber: **(01)** definir un perfil de raleo teórico para simular la reducción por competencia (reducción de árboles/hectárea); **(02)** definir los valores puntuales de las categorías de índice de sitio a una edad base de 10 años [I.S. pésimo (7.2 m); I.S. malo (10.3 m); I.S. medio (13.4 m); I.S. bueno (16.5 m); I.S. excelente (19.6 m)]; **(3)** Uso de los modelos de crecimiento para proyectar volumen ( $m^3/ha$ ), área basal ( $m^2/ha$ ), DAP (cm) y altura dominante (m); en función de los valores puntuales de cada categoría de I.S.

---

<sup>27</sup> El sistema de información basado en parcelas permanentes de medición forestal es el medio de divulgación de la información generada a partir de PPMF bajo monitoreo del INAB, que incluyen plantaciones forestales, bosque natural de coníferas, bosque natural latifoliado y bosque manglar; toda la información está disponible en el sitio web: <http://ppm.inab.gob.gt/>; dentro de la información que puede explorarse están: ubicación geográfica en tiempo real de cada PPMF bajo monitoreo, resúmenes del promedio de crecimiento de cada PPMF, características de sitio (climáticas, fisiográficas y edáficas) de cada PPMF, mapas de distribución potencial de especies forestales, metodologías para el establecimiento de PPMF, análisis generados a partir de PPMF, entre otros.

El crecimiento de los árboles y rodales es dinámico, inicialmente crece lento, después su crecimiento se acelera y por último se estabiliza. A continuación, se presenta una tabla donde puede observarse la variación del incremento medio anual (IMA) de las principales variables de crecimiento con base a los rangos de cada categoría de sitio, calculadas a una edad de 5, 10, 15 y 20 años.

Tabla 9. Incremento medio anual (IMA) de variables de crecimiento en periodos de 5 años de crecimiento para *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala, por categoría de sitio.

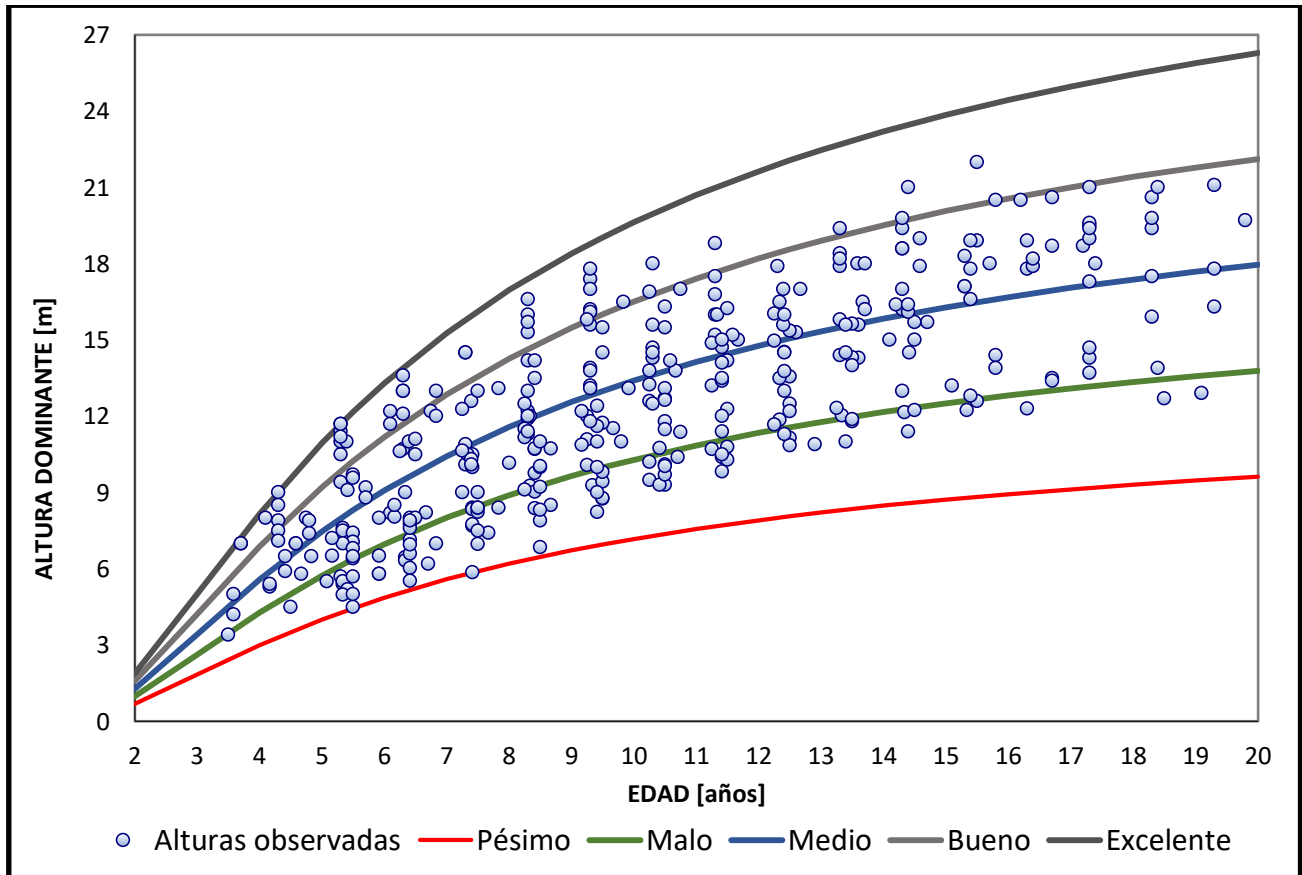
<b>Categoría de Índice de Sitio</b>	<b>IMA DAP (cm)</b>	<b>IMA Altura Total (m)</b>	<b>IMA Área Basal (m<sup>2</sup>/ha)</b>	<b>IMA Volumen Total (m<sup>3</sup>/ha)</b>
Valores de incremento medio anual a los 5 años de la plantación				
Pésimo (7.2 m)	1.23	0.80	0.55	0.91
Malo (10.3 m)	1.57	1.15	0.92	2.00
Medio (13.4 m)	2.00	1.50	1.53	4.41
Bueno (16.5 m)	2.55	1.84	2.54	9.73
Excelente (19.6 m)	3.26	2.19	4.22	21.45
Valores de incremento medio anual a los 10 años de la plantación				
Pésimo (7.2 m)	1.22	0.72	0.36	1.14
Malo (10.3 m)	1.56	1.03	0.60	2.52
Medio (13.4 m)	2.00	1.34	0.99	5.55
Bueno (16.5 m)	2.55	1.65	1.65	12.24
Excelente (19.6 m)	3.25	1.96	2.75	26.98
Valores de incremento medio anual a los 15 años de la plantación				
Pésimo (7.2 m)	1.00	0.58	0.29	1.14
Malo (10.3 m)	1.27	0.83	0.49	2.52
Medio (13.4 m)	1.63	1.09	0.81	5.56
Bueno (16.5 m)	2.08	1.34	1.34	12.25
Excelente (19.6 m)	2.65	1.59	2.23	27.01
Valores de incremento medio anual a los 20 años de la plantación				
Pésimo (7.2 m)	0.81	0.48	0.26	1.11
Malo (10.3 m)	1.04	0.69	0.43	2.46
Medio (13.4 m)	1.33	0.90	0.72	5.42
Bueno (16.5 m)	1.69	1.11	1.19	11.95
Excelente (19.6 m)	2.16	1.31	1.98	26.36

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2020 (índice de sitio determinado a una edad base de 10 años)

### Curvas en función de los modelos de crecimiento

Para categorizar los índices de sitio con base a la altura dominante y con base al incremento medio anual de las principales variables de crecimiento de un rodal, así mismo para el desarrollo de las curvas de crecimiento, fue necesario plantear un perfil de raleo teórico, con base al análisis de la reducción de la densidad de árboles/hectárea de las 34 PPMF con manejo. Tal perfil de raleo teórico considera el 87.30% de sobrevivencia, al año 5.5 se aplica un raleo del 30% (quedando una densidad de 679 árboles/hectárea), al año 9.5 se aplica un raleo de 50% (quedando una densidad de 340 árboles/hectárea) y por último, al año 12.5 se aplica un último raleo del 33% (quedando una densidad de 225 árboles/hectárea hasta la cosecha final).

Las curvas de crecimiento explican cómo se relaciona cada uno de los valores de altura dominante (m), DAP (cm), área basal (m<sup>2</sup>/ha) y volumen (m<sup>3</sup>/ha) con la edades de la plantación desde 1 a 20 años en crecimiento, clasificados en las 5 categorías de sitio; así mismo, puede observarse dentro de cada gráfica una nube de puntos que corresponde a los valores promedios por parcela de la altura dominante (m), DAP (cm), área basal (m<sup>2</sup>/ha) y volumen (m<sup>3</sup>/ha) referentes a las 362 mediciones de 43 PPMF utilizadas para el análisis.

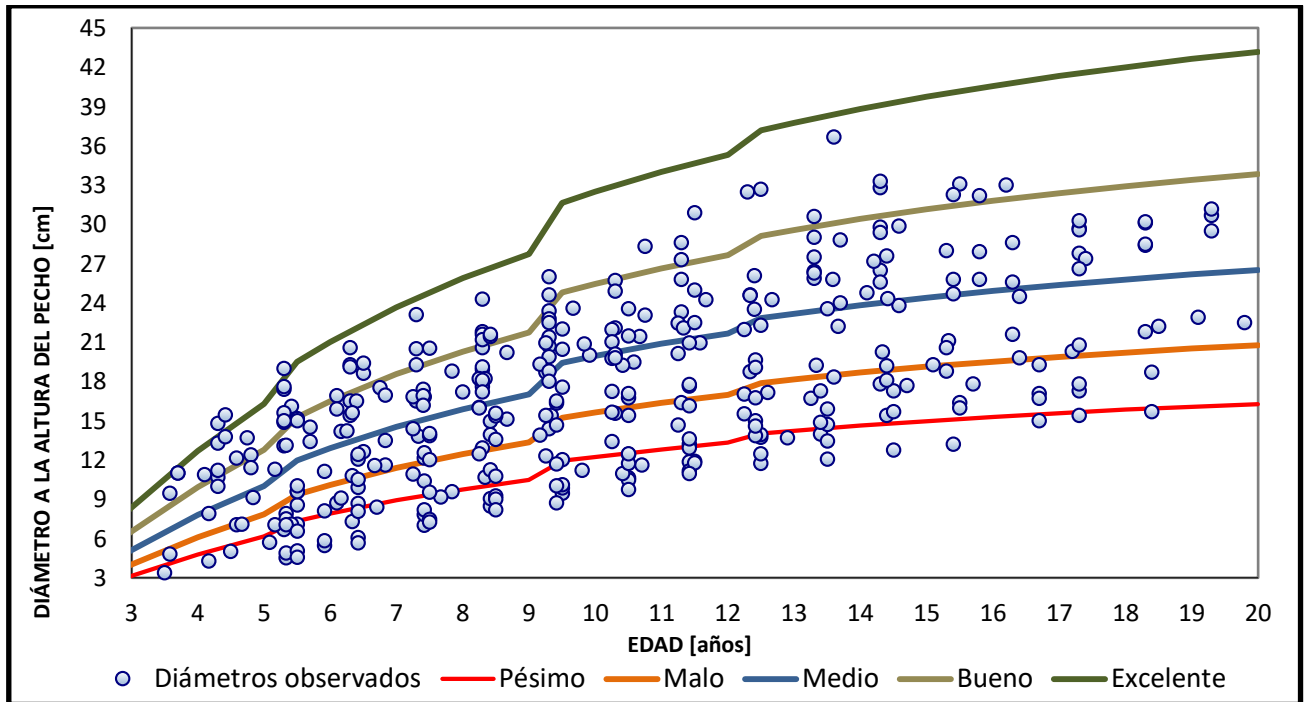


Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2020.

Figura 28. Familia de curvas de crecimiento en altura dominante [m] para plantaciones de *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.

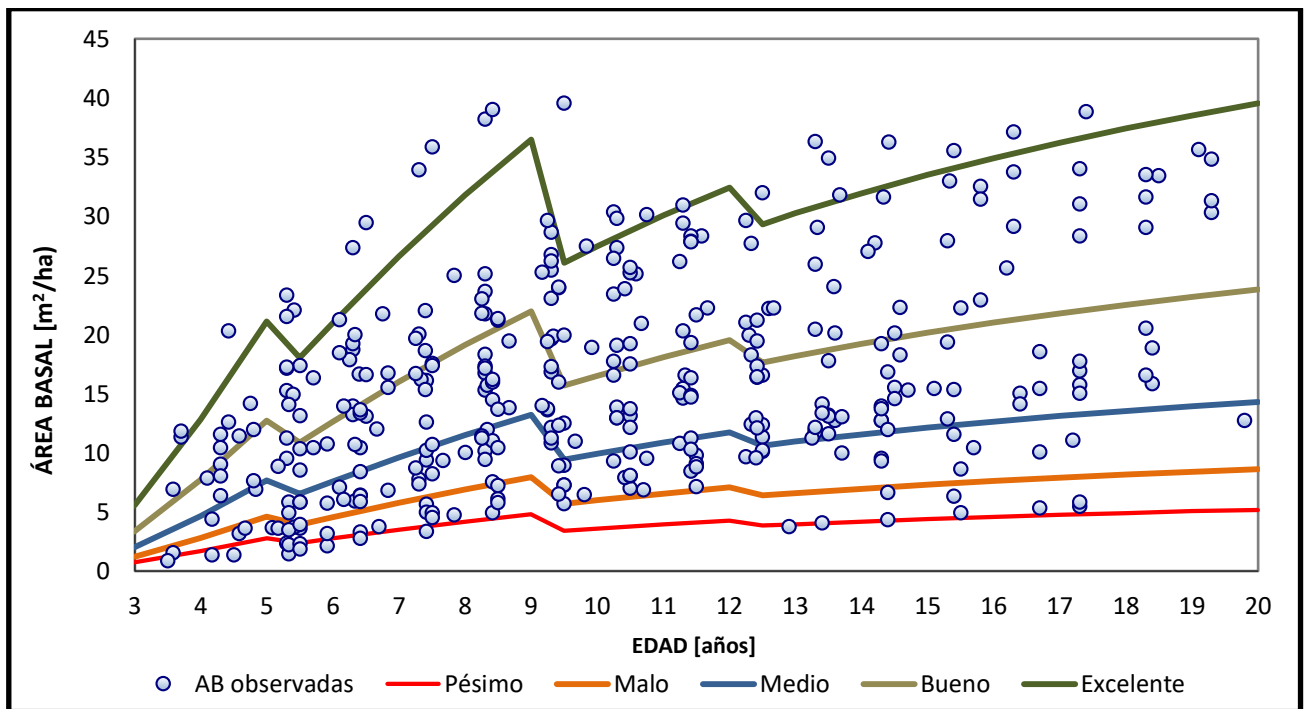
La figura anterior representa la relación que existe entre la altura dominante (m) y la edad (años) y permite reflexionar acerca de la correcta e incorrecta selección del sitio para la especie, ya que se observan plantaciones forestales con una altura dominante de 6.74 m a los 9 años de edad, correspondientes a un índice de sitio "pésimo"; en contraste, también se observa que a los mismos 9 años de edad, en un índice de sitio "excelente", la plantación expresa una altura dominante de 19.23 m. Este análisis nos indica que existe una diferencia en la ganancia de altura de los árboles de 12.49 metros entre un índice de sitio excelente y un índice de sitio pésimo. Es de vital importancia analizar con suficiente criterio la correcta selección del sitio apropiado para la especie adecuada, en este caso, para ciprés común, con el objeto de mejorar la productividad de las plantaciones y motivar a los inversionistas forestales a recuperar áreas desprovistas mediante el establecimiento de plantaciones exitosas.





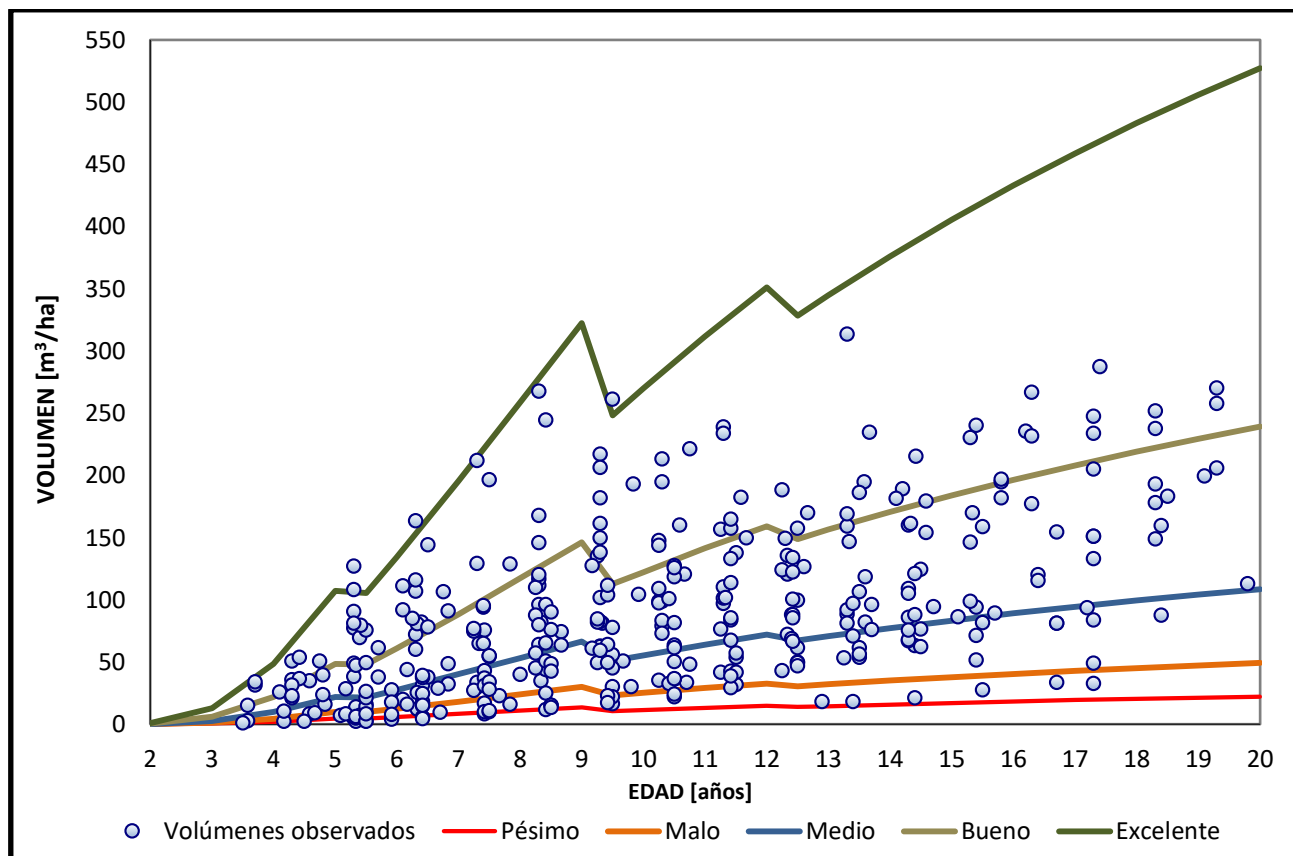
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2020.

Figura 29. Familia de curvas de crecimiento en dap [cm] para plantaciones de *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.



Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2020

Figura 30. Familia de curvas de crecimiento en área basal [m²/ha] para plantaciones de *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.



Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2016.

Figura 31. Familia de curvas de crecimiento en volumen total [m<sup>3</sup>/ha] para plantaciones de *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala.

En las figuras 29, 30 y 31 se observa de mejor forma la dinámica de los rodales de distintos índices de sitio y su respuesta a los raleos, en este caso, al perfil de raleo teórico definido; a diferencia de la figura 28 donde se relaciona la altura dominante y la edad, puede observarse que las curvas por cada categoría de sitio son invariables, esto debido a que el crecimiento de la altura dominante de un rodal es casi insensible a los cambios de densidad (árboles/hectárea).

## 8. EXISTENCIAS

### Herramientas

Basado en: INAB, 1999; Arriaza 2018; Castellanos, Quilo, Mato 2010.

El Manual Técnico Forestal del INAB (1999), propone tres fórmulas específicas para estimar el volumen total sin corteza en m<sup>3</sup> para *Cupressus lusitanica* Mill. (Tomado de Peters, Roland. 1977; tablas de volumen para las especies coníferas de Guatemala).

(Fórmula 1). Ecuación volumétrica para Ciprés común utilizada para el cálculo del volumen total, según el Manual Técnico Forestal del INAB (1999).

$$V = 0.0134651922 + 0.0000289134 * D^2 * H$$

Dónde V= volumen total sin corteza, en m<sup>3</sup>; D= diámetro a la altura del pecho con corteza, en cm; H= altura total del árbol, en metros.

(Fórmula 2). Ecuación volumétrica para *Cupressus lusitanica* Mill utilizada para el cálculo del volumen del árbol cuando el índice de utilización en parte superior del fuste principal es de 15 cm (INAB, 1999).

$$V = -0.0430779383 + 0.0000277046 * D^2 * H$$

Dónde V= volumen total sin corteza, en m<sup>3</sup>; D= diámetro a la altura del pecho con corteza, en cm; H= altura total del árbol, en metros.

(Fórmula 3). Ecuación volumétrica para *Cupressus lusitanica* Mill, usada para el cálculo del volumen del árbol cuando el índice de utilización en la parte superior del fuste principal es de 20 cm (INAB, 1999).

$$V = -0.1022662520 + 0.0000279210 * D^2 * H$$

Dónde V= volumen total sin corteza, en m<sup>3</sup>; D= diámetro a la altura del pecho con corteza, en cm; H= altura total del árbol, en metros.

Otro esfuerzo realizado en la región de Las Verapaces de Guatemala, específicamente en el municipio de Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz, estableció, mediante técnicas de regresión, modelos matemáticos que estiman la distribución del volumen por producto (troza, trocillo y leña) y el volumen total con corteza para árboles individuales en pie (Arriaza, 2018).

Tal como este autor lo informa, las siguientes tres ecuaciones se realizaron bajo las condiciones de Santa Cruz Verapaz, los árboles muestreados con DAP de 10 a 24 cm; así mismo, indica que el cálculo de volumen utilizando los modelos matemáticos no se ajustaron a los valores de volumen real, por lo cual, la fórmula es funcional para árboles con DAP > a 20 cm.

Para el cálculo del volumen total (troza + ramas) con corteza para árboles individuales en pie, se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = 0.09 + 0.000035 * D^2 * H$$

Dónde: V = Volumen total en m<sup>3</sup>; D = diámetro a la altura del pecho en cm; H = Altura total en m.

Para el cálculo del volumen en trozas con corteza para árboles individuales en pie a partir de 30 cm de la base del árbol hasta la longitud del fuste donde el diámetro de la troza sea de 20 cm, se utiliza la siguiente ecuación:

$$V = -0.08 + 0.000031 * D^2 * H$$

Dónde: V = Volumen total en m<sup>3</sup>; D = diámetro a la altura del pecho en cm; H = Altura total del árbol en m.

Para calcular volumen de las ramas (leña) de árboles individuales en pie, se utiliza ecuación:

$$V = 0.03 - 0.0024 * H + 0.0001 * D^2 + 0.0000016 * D^2 * H$$

Dónde: V= Volumen total (m<sup>3</sup>); D= diámetro a la altura del pecho (cm); H= Altura total del árbol (m)

En el altiplano occidental de Guatemala, en sitios ubicados en los departamentos de Huehuetenango, Quetzaltenango, San Marcos y Totonicapán, se llevó a cabo la determinación de una ecuación para la estimación de la biomasa arriba del suelo para bosques mixtos, donde predominan especies del género *Pinus* spp., y *Cupressus lusitanica* Mill. Al utilizar la ecuación y obtener la biomasa por arriba del suelo de rodales de coníferas, pueden utilizarse factores estándares para el cálculo de la biomasa abajo del suelo, materia seca de la biomasa y contenido de Carbono en la materia seca (Castellanos, Quilo, Mato, 2010).

$$Y = 0.1377 * (DAP)^{2.4038}$$

Dónde: Y = Biomasa arriba del suelo en kg/árbol; DAP= diámetro en cm, tomado a 1.3 m. La ecuación tiene un coeficiente de determinación R<sup>2</sup> de 0.94 (utilidad: árboles con DAP de 5 a 52 cm).

### Superficies de plantaciones

Guatemala posee distintas bases de datos donde dispone de información de las existencias de plantaciones forestales, en este apartado, el énfasis se realiza a exponer la superficie de plantaciones forestales puras de Ciprés común establecidas mediante: los programas de incentivos forestales PINFOR y PROBOSQUE, plantaciones puras establecidas como compromisos de repoblación forestal derivados de licencias de aprovechamiento forestal y sistemas agroforestales establecidos a través de mediante programas de incentivos PINPEP Y PROBOSQUE.

Con base a los registros del INAB, en la actualidad existe un total de 6,165.07 hectáreas reforestadas de plantaciones puras establecidas con *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala, de las cuales, 4,724.28 hectáreas (76.72% del total) se reportan en el periodo 1998 a 2019 por medio de proyectos de reforestación de los programas PINFOR-PROBOSQUE; 758.81 hectáreas (12.32% del total) se reportan en el periodo 2006 a 2018 por medio de proyectos de reforestación del programa PINPEP y 681.98 hectáreas (11.06% del total) se reportan en el periodo 1995 a 2019 por medio de compromisos de repoblación forestal derivados de aprovechamientos forestales.

En cuanto a sistemas agroforestales (SAF), existe una superficie de 731.73 hectáreas bajo arreglos agroforestales incorporados a la actividad forestal a través del programa PINPEP en el periodo 2000 al 2018. El área total se distribuye en las siguientes modalidades: 4.60% del área (33.72 ha) con "árboles en asocio con cultivos anuales"; 19.03% del área (139.3 ha) con "árboles en asocio con cultivos perennes"; 70.70% del área (517.36 ha) con "árboles en línea"; 5.48% del área (39.95 ha) con sistemas silvopastoriles; y 0.19% del área (1.40 ha) con "huertos familiares mixtos". En lo que concierne a sistemas agroforestales establecidos por medio del programa PROBOSQUE, en el periodo 2018 a 2019 asciende a una superficie de 35.01 hectáreas y la proporción según cada modalidad es la siguiente: 69.98% con sistemas silvopastoriles, 20.65% con árboles en línea, 8.02% con árboles en asocio con cultivos anuales y 1.35% con árboles en asocio con cultivos perennes.

Tabla 10. Áreas con plantaciones puras de *Cupressus lusitanica* Mill por departamento y municipio, establecidas por medio de incentivos forestales PINFOR-PROBOSQUE (periodo 1998-2019), PINPEP (periodo 2006-2018) y compromisos de repoblación forestal (periodo 1995-2019) en Guatemala.

Departamento/Municipio	Compromisos de R.F. (Hectáreas)	Proyectos PINFOR-PROBOSQUE (Hectáreas)	Proyectos PINPEP (Hectáreas)	Total (Hectáreas)
<b>ALTA VERAPAZ</b>	<b>4.05</b>	<b>437.97</b>	<b>46.10</b>	<b><u>488.12</u></b>
Cobán		107.12		107.12
San Cristóbal Verapaz	3.69	121.04	38.45	163.18
San Juan Chamelco	0.36	53.20	1.49	55.05
San Miguel Tucurú		32.60		32.60
San Pedro Carchá		17.53	1.23	18.76
Santa Cruz Verapaz		6.93	2.01	8.94
Tactic		62.08	2.79	64.87
Tamahú		37.47	0.13	37.60
<b>BAJA VERAPAZ</b>	<b>0.76</b>	<b>259.84</b>	<b>41.09</b>	<b><u>301.69</u></b>
Cubulco			7.23	7.23
Granados		22.90	1.87	24.77
Purulhá	0.76	144.52		145.28
Rabinal		1.57	5.19	6.76
Salamá		50.19	14.81	65.00
San Jerónimo		40.66		40.66
San Miguel Chicaj			11.99	11.99
<b>CHIMALTENANGO</b>	<b>118.89</b>	<b>557.48</b>	<b>67.24</b>	<b><u>743.62</u></b>
Acatenango	23.29	125.76	6.34	155.39
Chimaltenango	23.24	7.91	0.82	31.97
Parramos		0.46	0.09	0.55
Patzicía	8.08	23.01	10.00	41.09
Patzún	22.50	68.38	11.13	102.01
San Andrés Itzapa	0.21	44.96	4.34	49.51
San Juan Comalapa		13.13	15.98	29.11
San Martín Jilotepeque		0.84	0.94	1.78
San Miguel Pochuta		20.38		20.38
San Pedro Yepocapa			0.74	0.74
Santa Apolonia		0.20	1.93	2.13
Tecpán Guatemala	41.57	250.45	12.08	304.10
Zaragoza		2.00	2.85	4.85
<b>CHIQUIMULA</b>		<b>26.10</b>	<b>2.98</b>	<b><u>29.08</u></b>
Camotán		2.50		2.50
Chiquimula			0.28	0.28

Concepción las minas		1.32		1.32
Esquipulas		22.28		22.28
Jocotán			2.11	2.11
Quezaltepeque			0.59	0.59
<b>EL PROGRESO</b>	<b>1.04</b>	<b>64.52</b>		<b><u>65.56</u></b>
Morazán	1.04	32.69		33.73
San Agustín Acasaguastlán		14.93		14.93
San Cristóbal Acasaguastlán		16.90		16.90
<b>ESCUINTLA</b>	<b>0.20</b>	<b>33.54</b>		<b><u>33.74</u></b>
Palín		33.54		33.54
San Vicente Pacaya	0.20			0.20
<b>GUATEMALA</b>	<b>263.24</b>	<b>701.74</b>	<b>8.67</b>	<b><u>973.65</u></b>
Amatitlán	0.63	58.95		59.58
Fraijanes	9.10	67.17		76.27
Guatemala	5.31	12.00		17.31
Mixco	1.29			1.29
Palencia	19.28	68.26	8.67	96.21
San Miguel Petapa	0.72			0.72
San José Pinula	136.47	325.12		461.59
San Juan Sacatepéquez	42.98	73.85		116.83
San Pedro Sacatepéquez	5.37			5.37
San Raymundo	14.91			14.91
Santa Catarina Pinula	5.78			5.78
Villa Canales	21.16	91.76		112.92
Villa Nueva	0.23	4.63		4.86
<b>HUEHUETENANGO</b>	<b>114.85</b>	<b>1201.45</b>	<b>447.09</b>	<b><u>1763.39</u></b>
Aguacatán	9.32		4.05	13.37
Barillas	0.88			0.88
Chiantla	8.40	161.74	27.66	197.80
Concepción Huista		28.30		28.30
Cuilco		19.76	14.97	34.73
Huehuetenango	40.32	0.34		40.66
Jacaltenango		62.22	9.88	72.10
La Libertad	2.53	64.78	15.38	82.69
Malacatancito	0.70	4.14		4.84
Nentón	22.97	205.15	281.53	509.65
Petatan			0.41	0.41
San Antonio Huista			0.34	0.34
San Idelfonso Ixtahuacán		5.03	12.68	17.71
San Juan Atitán		116.48		116.48
San Juan Ixcoy	5.57	28.50	11.14	45.21

San Mateo Ixtatán		257.51	49.61	<b>307.12</b>
San Miguel Acatan		1.26		<b>1.26</b>
San Pedro Solóma	0.44	40.06	0.38	<b>40.88</b>
San Rafael La Independencia		4.31	0.42	<b>4.73</b>
San Sebastián Coatán		13.92		<b>13.92</b>
San Sebastián Huehuetenango		16.66	1.89	<b>18.55</b>
Santa Cruz Barillas		6.72	3.79	<b>10.51</b>
Santa Eulalia	23.72	133.31	1.70	<b>158.73</b>
Santiago Chimaltenango			0.92	<b>0.92</b>
Tectitán		0.20	1.28	<b>1.48</b>
Todos Santos Cuchumatán		29.715		<b>29.715</b>
Unión Cantinil		1.34	9.06	<b>10.40</b>
<b>JALAPA</b>	<b>67.08</b>	<b>13.83</b>	<b>18.67</b>	<b><u>99.58</u></b>
Jalapa	35.61	7.74	12.08	<b>55.43</b>
Mataquescuintla	30.68	5.55		<b>36.23</b>
San Carlos Alzatate	0.79			<b>0.79</b>
San Pedro Pinula		0.54	6.59	<b>7.13</b>
<b>JUTIAPA</b>	<b>1.12</b>		<b>5.36</b>	<b><u>6.48</u></b>
El Progreso			5.36	<b>5.36</b>
Moyuta	1.12			<b>1.12</b>
<b>QUETZALTENANGO</b>	<b>5.46</b>	<b>113.65</b>	<b>7.76</b>	<b><u>126.87</u></b>
Cabricán			0.81	<b>0.81</b>
Cantel			0.39	<b>0.39</b>
Chiché			0.17	<b>0.17</b>
Huitán		5.89		<b>5.89</b>
Olintepeque		21.13		<b>21.13</b>
Palestina De Los Altos	1.18		1.96	<b>3.14</b>
Quetzaltenango		1.17		<b>1.17</b>
Salcajá		0.46		<b>0.46</b>
San Carlos Sija	2.20	0.50	0.40	<b>3.10</b>
San Juan Ostuncalco	0.80			<b>0.80</b>
San Martín Sacatepéquez		33.58		<b>33.58</b>
San Miguel Siguilá	0.35		1.63	<b>1.98</b>
Sibilia			0.09	<b>0.09</b>
Zunil	0.93	50.92	2.31	<b>54.16</b>
<b>QUICHÉ</b>	<b>0.55</b>	<b>303.17</b>	<b>26.05</b>	<b><u>329.77</u></b>
Chajul	0.23	18.42		<b>18.65</b>
Chiché			0.36	<b>0.36</b>
Chichicastenango		2.50	0.08	<b>2.58</b>
Chinique			0.73	<b>0.73</b>
Cunen		10.60	17.09	<b>27.69</b>

<b>Nebaj</b>		228.54	6.31	<b>234.85</b>
<b>Sacapulas</b>		8.82		<b>8.82</b>
<b>San Andrés Sajcabaja</b>			0.58	<b>0.58</b>
<b>San Juan Cotzal</b>		26.83	0.63	<b>27.46</b>
<b>Santa Cruz Del Quiche</b>	0.32			<b>0.32</b>
<b>Uspantán</b>		7.45	0.27	<b>7.72</b>
<b>RETALHULEU</b>		<b>42.50</b>		<b><u>42.50</u></b>
<b>San Felipe</b>		42.50		<b>42.50</b>
<b>SACATEPÉQUEZ</b>	<b>20.01</b>	<b>228.55</b>		<b><u>248.57</u></b>
<b>Antigua Guatemala</b>	0.93			<b>0.93</b>
<b>Jocotenango</b>		72.64		<b>72.64</b>
<b>Magdalena Milpas Altas</b>	0.91			<b>0.91</b>
<b>Pastores</b>	2.63	21.76		<b>24.39</b>
<b>Sacatepéquez</b>	1.00			<b>1.00</b>
<b>San Antonio Aguas Calientes</b>		10.00		<b>10.00</b>
<b>San Bartolomé Jocotenango</b>	8.08			<b>8.08</b>
<b>San Juan Alotenango</b>		13.50		<b>13.50</b>
<b>San Juan Sacatepéquez</b>	3.93			<b>3.93</b>
<b>San Lucas Sacatepéquez</b>	1.19			<b>1.19</b>
<b>San Miguel Dueñas</b>	0.16	94.96		<b>95.12</b>
<b>Santa Lucía Milpas Altas</b>	0.42	10.20		<b>10.62</b>
<b>Santiago Sacatepéquez</b>		5.49		<b>5.49</b>
<b>Santo Domingo Xenacoj</b>	0.20			<b>0.20</b>
<b>Sumpango Sacatepéquez</b>	0.56			<b>0.56</b>
<b>SAN MARCOS</b>	<b>15.10</b>	<b>414.45</b>	<b>48.43</b>	<b><u>477.98</u></b>
<b>Comitancillo</b>	0.71		0.24	<b>0.95</b>
<b>Concepción Tutuapa</b>	10.58		0.50	<b>11.08</b>
<b>El Quetzal</b>		5.00		<b>5.00</b>
<b>Esquipulas Palo Gordo</b>		167.68	4.04	<b>171.72</b>
<b>Ixchiguán</b>			6.28	<b>6.28</b>
<b>San Antonio Sacatepéquez</b>		6.86		<b>6.86</b>
<b>San Cristóbal Cucho</b>		75.00	0.98	<b>75.98</b>
<b>San José Ojetenam</b>		12.39	2.48	<b>14.87</b>
<b>San Lorenzo</b>			3.93	<b>3.93</b>
<b>San Marcos</b>	3.72	59.99	17.94	<b>81.65</b>
<b>San Miguel Ixtahuacán</b>			2.84	<b>2.84</b>
<b>San Pedro Sacatepéquez</b>	0.09	3.56		<b>3.65</b>
<b>Sibinal</b>		2.22	2.09	<b>4.31</b>
<b>Sipacapa</b>			0.36	<b>0.36</b>
<b>Tacaná</b>		31.68	1.94	<b>33.62</b>
<b>Tajumulco</b>		50.07	1.69	<b>51.76</b>



Tejutla			3.12	<b>3.12</b>
<b>SANTA ROSA</b>	<b>59.10</b>	<b>160.74</b>	<b>5.94</b>	<b><u>225.78</u></b>
Barberena	20.42	59.95		<b>80.37</b>
Casillas	23.09		3.07	<b>26.16</b>
Cuilapa		6.77		<b>6.77</b>
Pueblo Nuevo Viñas		12.59		<b>12.59</b>
San Rafael Las Flores	6.28	7.82		<b>14.10</b>
Santa Rosa De Lima	9.31	73.61	2.87	<b>85.79</b>
<b>SOLOLÁ</b>	<b>0.22</b>	<b>81.54</b>	<b>33.43</b>	<b><u>115.19</u></b>
Concepción			0.81	<b>0.81</b>
Nahualá			10.61	<b>10.61</b>
Panajachel		1.65		<b>1.65</b>
San Andrés Semetabaj		37.81	2.39	<b>40.2</b>
San Antonio Palopó			0.23	<b>0.23</b>
San José Chacayá			3.78	<b>3.78</b>
San Juan La Laguna			2.49	<b>2.49</b>
San Lucas Tolimán		7.23		<b>7.23</b>
Santa Catarina Ixtahuacán		31.05	13.12	<b>44.17</b>
Santa María Visitación		2.00		<b>2.00</b>
Sololá	0.22	1.80		<b>2.02</b>
<b>SUCHITEPÉQUEZ</b>	<b>0.50</b>	<b>26.00</b>		<b><u>26.50</u></b>
Patulul		6.00		<b>6.00</b>
Santa Bárbara	0.50	20.00		<b>20.50</b>
<b>TOTONICAPÁN</b>	<b>9.80</b>	<b>8.21</b>		<b><u>18.01</u></b>
Momostenango	4.90	3.00		<b>7.90</b>
Totonicapán	4.90	5.21		<b>10.11</b>
<b>ZACAPA</b>		<b>48.96</b>		<b><u>48.96</u></b>
Gualán		24.56		<b>24.56</b>
Usumatlán		24.40		<b>24.40</b>
<b>Total general</b>	<b><u>681.98</u></b>	<b><u>4,724.28</u></b>	<b><u>758.81</u></b>	<b><u>6,165.07</u></b>

Fuente: Bases de datos de compromisos de repoblación forestal<sup>28</sup>, bases de datos de proyectos PINFOR-PROBOSQUE<sup>29</sup> y Base de datos de PINPEP<sup>30</sup> del Instituto Nacional de Bosques.

<sup>28</sup> INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). Base de datos de Compromisos de Repoblación Forestal –CRF-. 1995-2019. Guatemala. Departamento de Monitoreo Forestal del INAB

<sup>29</sup> INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2019. Base de datos PINFOR-PROBOSQUE (Programa de Incentivos forestales y Programa de Incentivos para la recuperación, establecimiento, restauración, manejo, producción y protección de bosques en Guatemala) 1998-2019. Guatemala. Coordinación del programa PROBOSQUE del INAB.

<sup>30</sup> INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2018. Base de datos PINPEP (Programa de Incentivos forestales para Poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal) 2006-2018. Guatemala, Coordinación del programa PINPEP del INAB.

Tal como se observa en el cuadro anterior, la especie ha sido establecida como plantación pura en un total de 6,165.07 hectáreas, distribuidos en 20 departamentos de Guatemala y en un total de 166 municipios. Los cinco departamentos con mayor existencia de plantaciones de Ciprés común son: **i)** 1,763.39 ha en Huehuetenango (28.60% del total), **ii)** 973.64 ha en Guatemala (15.84% del total), **iii)** 743.62 ha en Chimaltenango (12.06% del total), **iv)** 488.12 ha en Alta Verapaz (7.92% del total) y **v)** 329.76 ha en Quiché (5.35% del total). Los cinco departamentos suman el 69.77% de las existencias totales de Ciprés común en Guatemala, el restante 30.23% se encuentra distribuido en 15 departamentos del país.

En cuanto a los municipios con mayor superficie de plantaciones se encuentran: municipio de Nentón, Departamento de Huehuetenango, con 509.65 hectáreas, equivalentes al 8.27% del total del área plantada; municipio de San José Pinula, departamento de Guatemala, con 461.58 hectáreas reforestadas, equivalentes al 7.49% del total del área plantada; municipio de San Mateo Ixtatán, departamento de Huehuetenango, con 307.12 hectáreas reforestadas, equivalentes al 4.98% del área total reforestada; municipio de Tecpán Guatemala, departamento de Chimaltenango, con 304.10 hectáreas reforestadas, equivalentes al 4.93% del área total reforestada; y el municipio de Nebaj, departamento de Quiché, con 234.85 hectáreas reforestadas, equivalentes al 3.81% del área total reforestada. Los cinco municipios suman el 29.48% de las existencias totales de Ciprés común en Guatemala, el restante 71.52% se encuentra distribuido en 161 municipios del país.

Tabla 11. Áreas con sistemas agroforestales (SAF) de *Cupressus lusitanica* Mill por departamento y municipio, establecidas por medio de incentivos PINPEP (periodo 2007 al 2018) en Guatemala.

Departamento/Municipio	Área (ha) según la modalidad del SAF					Total general (hectáreas)
	AACA	AACP	AL	HFM	SS	
<b>ALTA VERAPAZ</b>	<b>2.88</b>	<b>1.94</b>				<b><u>4.82</u></b>
Santa Cruz Verapaz		0.37				<b>0.37</b>
Tactic	2.88					<b>2.88</b>
Tamahú		1.57				<b>1.57</b>
<b>BAJA VERAPAZ</b>	<b>3.35</b>	<b>0.89</b>	<b>65.35</b>	<b>0.94</b>	<b>4.63</b>	<b><u>75.16</u></b>
Cubulco			8.19		3.19	<b>11.38</b>
Granados			4.91		0.52	<b>5.43</b>
Rabinal		0.89	4.31	0.94	0.92	<b>7.06</b>
Salamá	3.1					<b>3.1</b>
San Miguel Chicaj	0.25		47.94			<b>48.19</b>
<b>CHIMALTENANGO</b>	<b>0.29</b>	<b>1.07</b>	<b>4.07</b>			<b><u>5.43</u></b>
San Juan Comalapa		0.39	0.41			<b>0.8</b>
San Martín Jilotepeque	0.29	0.68	0.67			<b>1.64</b>
Zaragoza			2.99			<b>2.99</b>
<b>CHIQUIMULA</b>	<b>1.82</b>	<b>20.6</b>	<b>163.29</b>		<b>11.48</b>	<b><u>197.19</u></b>
Camotán		17.21	29.31			<b>46.52</b>
Chiquimula		0.86	8.19			<b>9.05</b>
Concepción Las Minas			12.57		11.48	<b>24.05</b>

Esquipulas			31.54			<b>31.54</b>
Jocotán	1.53	0.96	18.53			<b>21.02</b>
Olopa			55.54			<b>55.54</b>
Quezaltepeque			6.02			<b>6.02</b>
San Juan Ermita	0.29	1.57	1.59			<b>3.45</b>
<b>EL PROGRESO</b>	<b>1.98</b>	<b>27.98</b>	<b>14.1</b>		<b>3.12</b>	<b><u>47.18</u></b>
Morazán	0.54	18.48	14.1		3.12	<b>36.24</b>
San Agustín Acasaguastlán	1.44	3.13				<b>4.57</b>
Sansare		6.37				<b>6.37</b>
<b>GUATEMALA</b>			<b>69.07</b>			<b><u>69.07</u></b>
Palencia			67.43			<b>67.43</b>
Villa Canales			1.64			<b>1.64</b>
<b>HUEHUETENANGO</b>	<b>3.59</b>	<b>30.74</b>	<b>79.37</b>	<b>0.46</b>	<b>1.52</b>	<b><u>115.68</u></b>
Cuilco	0.73		4	0.46		<b>5.19</b>
La Libertad		28.13	1			<b>29.13</b>
Malacatancito	2.86		1.15			<b>4.01</b>
Nentón		1.13	70.12		1.52	<b>72.77</b>
San Antonio Huista		0.3	2.85			<b>3.15</b>
Unión Cantinil		1.18	0.25			<b>1.43</b>
<b>IZABAL</b>					<b>14.82</b>	<b><u>14.82</u></b>
Los Amates					14.82	<b>14.82</b>
<b>JALAPA</b>	<b>14.45</b>	<b>2.51</b>	<b>13.07</b>		<b>4.38</b>	<b><u>34.41</u></b>
Jalapa	14.45	1.22	9.07			<b>24.74</b>
Mataquescuintla					4.38	<b>4.38</b>
San Pedro Pinula		1.29	4			<b>5.29</b>
<b>JUTIAPA</b>	<b>0.53</b>					<b><u>0.53</u></b>
Jutiapa	0.53					<b>0.53</b>
<b>QUETZALTENANGO</b>	<b>1.52</b>	<b>3.87</b>				<b><u>5.39</u></b>
Zunil	1.52	3.87				<b>5.39</b>
<b>QUICHÉ</b>		<b>1.47</b>				<b><u>1.47</u></b>
Nebaj		1.47				<b>1.47</b>
<b>SAN MARCOS</b>	<b>1.82</b>					<b><u>1.82</u></b>
Concepción Tutuapa	0.55					<b>0.55</b>
Sibinal	0.53					<b>0.53</b>
Tajumulco	0.74					<b>0.74</b>
<b>SANTA ROSA</b>		<b>47.89</b>	<b>36.47</b>			<b><u>84.36</u></b>
Casillas			14.63			<b>14.63</b>
San Rafael Las Flores		19.49	16.15			<b>35.64</b>
Santa Cruz Naranjo		15.84	4.21			<b>20.05</b>
Santa María Ixhuatán			1.48			<b>1.48</b>
Santa Rosa De Lima		12.56				<b>12.56</b>
<b>SOLOLÁ</b>		<b>0.34</b>				<b><u>0.34</u></b>

<b>Santiago Atitlán</b>		0.34				0.34
<b>ZACAPA</b>	<b>1.49</b>		<b>72.57</b>			<b>74.06</b>
<b>Gualán</b>	1.49					1.49
<b>La Unión</b>			11.19			11.19
<b>Usumatlán</b>			49.32			49.32
<b>Zacapa</b>			12.06			12.06
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>33.72</b>	<b>139.3</b>	<b>517.36</b>	<b>1.40</b>	<b>39.95</b>	<b>731.73</b>

Fuente: Base de datos de PINPEP del Instituto Nacional de Bosques. REFERENCIAS: AAC A = árboles en asocio con cultivos anuales; AAC P = árboles en asocio con cultivos perennes; AL = árboles en línea; HFM = Huertos familiares mixtos; SS = sistemas silvopastoriles.

El cuadro anterior indica que la especie ha sido ampliamente establecida como sistema agroforestal en un total de 731.73 hectáreas, distribuidos en 16 departamentos y 51 municipios de Guatemala. Los cinco departamentos con mayor existencia de plantaciones de Ciprés común son: **i)** 197.19 ha en Chiquimula (26.95% del total), **ii)** 115.68 ha en Huehuetenango (15.81% del total), **iii)** 84.36 ha en Santa Rosa (11.53% del total), **iv)** 75.16 ha en Baja Verapaz (10.27% del total) y **v)** 74.73 ha en Zacapa (10.21% del total). Estos departamentos suman 74.77% de las existencias totales de Ciprés común en sistemas agroforestales en Guatemala, el restante 26.23% se encuentra distribuido en 11 departamentos del país.

En cuanto a los municipios con mayor superficie de sistemas agroforestales se encuentran: municipio de Nentón, Departamento de Huehuetenango, con 72.77 hectáreas, equivalentes al 9.94% del total del área plantada; municipio de Palencia, departamento de Guatemala, con 67.43 hectáreas, equivalentes al 9.22% del total del área plantada; municipio de Olopa, departamento de Chiquimula, con 55.54 hectáreas, equivalentes al 7.59% del área total reforestada; municipio de Usumatlán, departamento de Zacapa, con 49.32 hectáreas, equivalentes al 6.74% del área total reforestada; y el municipio de San Miguel Chicaj, departamento de Baja Verapaz, con 48.19 hectáreas, equivalentes al 6.59% del área total reforestada. Los cinco municipios suman el 40.08% de las existencias totales de Ciprés común de sistemas agroforestales en Guatemala.

### Inventario actual de plantaciones en Guatemala

El volumen (m<sup>3</sup>) del inventario actual de Ciprés común en Guatemala, contempla la estimación del volumen de las áreas reforestadas mediante los programas de incentivos forestales PINFOR, PROBOSQUE y PINPEP en modalidad de plantaciones puras. El área bajo estudio asciende a 5,483.09 hectáreas, equivalentes al 89.04% del área total reforestada mediante plantaciones puras con esta especie en Guatemala, ha sido posible debido a que las bases de datos contienen el registro de la fecha del establecimiento de las plantaciones, utilizando la siguiente metodología.

- a. Cálculo de la superficie de plantaciones, con apoyo de la base de datos de los proyectos de reforestación mediante incentivos PINFOR, PROBOSQUE y PINPEP (5,483.09 hectáreas).
- b. Análisis del índice de sitio (IS) por municipio, utilizando como apoyo la base de datos de parcelas permanentes de medición forestal (117 PPMF de ciprés común, entre activas e inactivas). Al disponer de datos de altura dominante y edad, para su posterior ingreso a la ecuación de IS (tabla 6), se obtuvo un promedio del índice de sitio por municipio.

- c. Determinación del perfil de raleo, con base a la tendencia de los mejores raleos reflejados en 21 PPMF de ciprés común. Dicho perfil de raleo teórico considera el 87.30% de sobrevivencia; al año 5.5 se aplica un raleo del 30%, quedando una densidad de 679 árboles/hectárea; al año 9.5 se aplica un raleo de 50%, quedando una densidad de 340 árboles/hectárea y; por último, al año 12.5 se aplica un último raleo del 33%, quedando una densidad de 225 árboles/hectárea hasta la cosecha final.
- d. Al disponer de los índices de sitio, edad de las plantaciones y la densidad de árboles por hectárea a determinada edad (calculado a partir del perfil de raleo teórico), los datos se sustituyen en el modelo de crecimiento para la predicción de volumen total (m<sup>3</sup>) (tabla 12).

Tabla 12. Inventario actual de volumen (m<sup>3</sup>) de la especie *Cupressus lusitanica* Miller en Guatemala, con base a reforestaciones del periodo 1998 al 2019.

DEPARTAMENTOS	ÁREA (hectáreas)	VOLUMEN (m <sup>3</sup> )	% DE VOLUMEN
Alta Verapaz	484.07	53810.39	10.93%
Baja Verapaz	300.94	38444.46	7.81%
Chimaltenango	624.73	44131.48	8.96%
Chiquimula	29.08	952.32	0.19%
El Progreso	64.52	7477.74	1.52%
Escuintla	33.54	2543.67	0.52%
Guatemala	710.41	138936.60	28.22%
Huehuetenango	1648.55	77634.27	15.77%
Jalapa	32.50	1072.56	0.22%
Jutiapa	5.36	16.25	0.00%
Quezaltenango	121.41	6447.49	1.31%
Quiché	329.22	29148.88	5.92%
Retalhuleu	42.50	5121.58	1.04%
Sacatepéquez	228.56	16495.90	3.35%
San Marcos	462.89	39852.92	8.09%
Santa Rosa	166.68	12671.97	2.57%
Sololá	114.97	7137.24	1.45%
Suchitepéquez	26.00	6101.79	1.24%
Totonicapán	8.21	343.37	0.07%
Zacapa	48.97	4079.86	0.83%
<b>TOTAL</b>	<b>5,483.09</b>	<b>492,420.75</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT), 2018

El volumen actual de los 1,972 proyectos de reforestación suma un total de 492,420.75 m<sup>3</sup> distribuidos en 5,483.09 hectáreas a nivel nacional. En el cuadro anterior se observa que 28.22% del volumen nacional, equivalentes a 138,936.60 m<sup>3</sup>, se encuentra en existencia en el departamento de Guatemala; el 15.77% del volumen nacional, equivalentes a 77,634.27 m<sup>3</sup>, se encuentra en existencia en el departamento de Huehuetenango; y el 10.93% del volumen nacional, equivalente a 53,810.39 m<sup>3</sup>, se encuentran en existencia en el departamento de Alta Verapaz. Los cálculos de volumen del cuadro anterior, contemplan plantaciones con edades comprendidas entre los 1 a 22 años, establecidas desde el periodo 1998 al 2019.

El efecto de la aplicación del perfil de raleo teórico, tiene como consecuencia el egreso de un volumen considerable de las plantaciones forestales, en las edades comprendidas de 5 a 6 años (primer raleo), de 9 a 10 años (segundo raleo) y entre los 12 a 13 años (tercer raleo). Al utilizar el perfil teórico de raleo bajo el supuesto de que todas las plantaciones estuvieran sujetas a manejo silvicultural, el volumen (m<sup>3</sup>) equivalente a la extracción derivado de la aplicación del primer raleo a plantaciones forestales de 5.5 años sería de 552.73 m<sup>3</sup>, en la aplicación del segundo raleo a plantaciones de 9.5 años de edad se obtendría 5,351.99 m<sup>3</sup> y mediante la aplicación del tercer raleo a plantaciones forestales con 12.5 años de edad, se obtendrían 4,588.92 m<sup>3</sup>; este volumen, del último raleo, ya podría comercializarse como trocilla.

Tabla 13. Estimación del volumen equivalente a raleos aplicados a plantaciones forestales de *Cupressus lusitanica* Mill durante el año 2020.

EDADES (años)	ÁREA BAJO MANEJO (ha)	VOLUMEN RALEADO (m <sup>3</sup> )
<b>5.5 (Primer raleo)</b>	74.33	552.73
<b>9.5 (Segundo raleo)</b>	257.18	5351.99
<b>12.5 (Tercer raleo)</b>	343.93	4588.92
<b>TOTAL</b>	<b>675.44</b>	<b>10,493.64</b>

Fuente: Departamento de Investigación Forestal de INAB

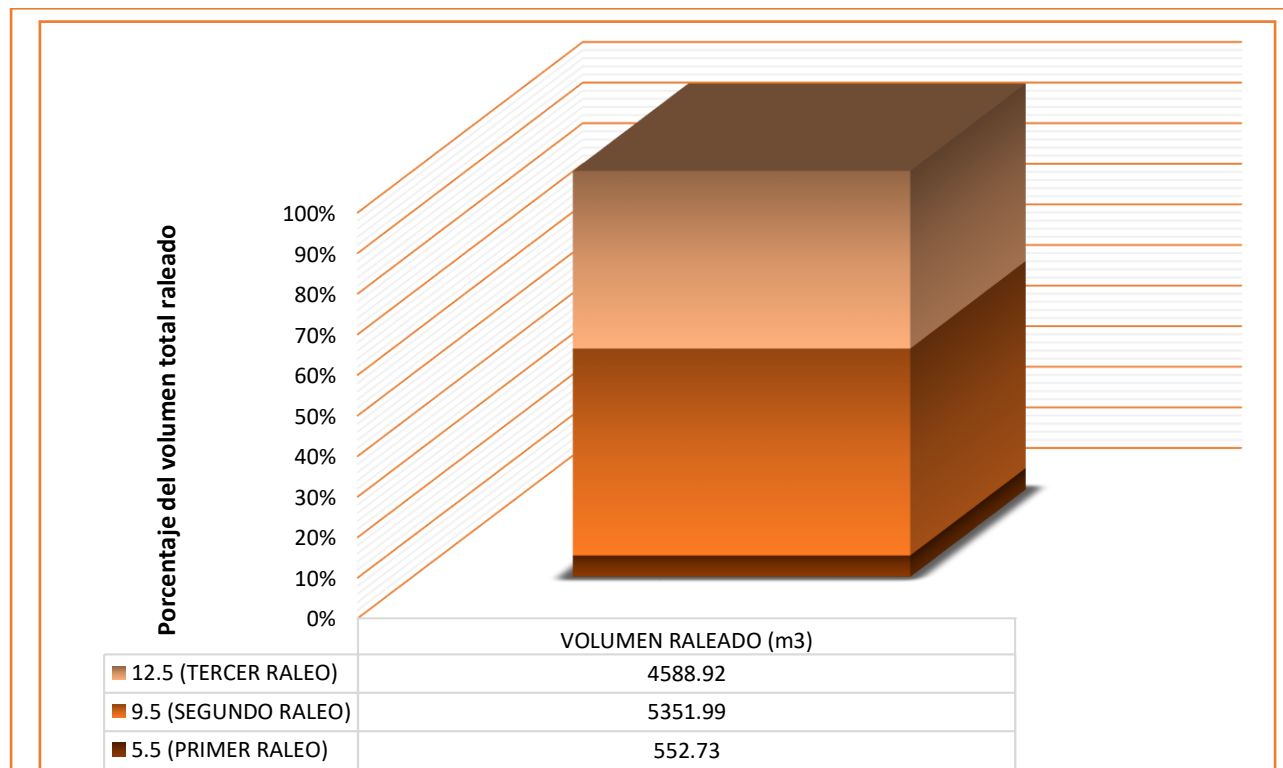


Figura 32. Estimación del volumen (m<sup>3</sup>) equivalente a raleos a ser aplicados en plantaciones forestales de *Cupressus lusitanica* Mill durante el año 2020.

### Proyección del inventario de producción para Ciprés común.

Con base a: **i)** la existencia de plantaciones forestales que se han reforestado mediante programas de incentivos PINFOR, PINPEP Y PROBOSQUE, a partir del año 1998 hasta el año 2019, las cuales cuentan con registro de fechas de plantación, **ii)** la aplicación de un perfil teórico de raleo (considera el 87.30% de sobrevivencia, al año 5.5 se aplica un raleo del 30%, quedando una densidad de 679 árboles/hectárea; al año 9.5 se aplica un raleo de 50%, quedando una densidad de 340 árboles/hectárea; por último, al año 12.5 se aplica un último raleo del 33%, quedando una densidad de 225 árboles/hectárea hasta la cosecha final) y, **iii)** al modelo de crecimiento para la predicción de volumen (tabla 6), es posible calcular el estimado de la producción maderable de ciprés común con un turno de corta teórico de 25 años, con el objeto de conocer un estimado de volumen de producción que puede existir para la industria forestal instalada en Guatemala.

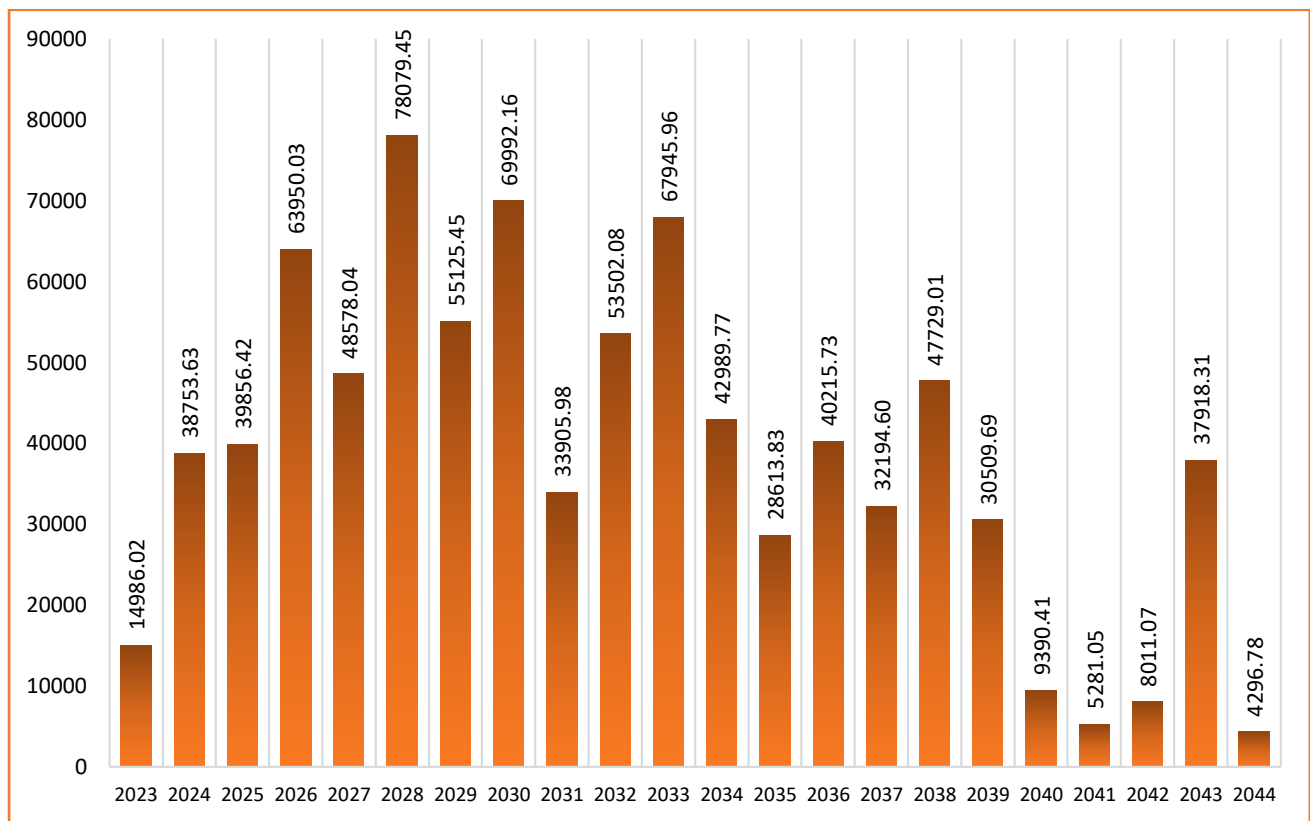
Tabla 14. Proyección del volumen de corta final (m<sup>3</sup>) para las plantaciones de *Cupressus lusitanica* Mill en Guatemala, periodo 2023-2044.

<b>AÑO DE APROVECHAMIENTO</b>	<b>ÁREA DE APROVECHAMIENTO</b>	<b>PROMEDIO DE VOL (m<sup>3</sup>) POR HECTÁREA (ha)</b>	<b>VOLUMEN DE EXISTENCIAS (m<sup>3</sup>)</b>
2023	139.71	107.27	14986.02
2024	242.38	159.89	38753.63
2025	272.91	146.04	39856.42
2026	476.31	134.26	63950.03
2027	413.67	117.43	48578.04
2028	604.41	129.18	78079.45
2029	386.00	142.81	55125.45
2030	321.81	217.50	69992.16
2031	193.97	174.80	33905.98
2032	252.39	211.98	53502.08
2033	343.93	197.56	67945.96
2034	287.36	149.60	42989.77
2035	205.01	139.57	28613.83
2036	257.18	156.37	40215.73
2037	220.03	146.32	32194.60
2038	315.65	151.21	47729.01
2039	188.46	161.89	30509.69
2040	74.33	126.33	9390.41
2041	41.46	127.38	5281.05
2042	55.21	145.10	8011.07
2043	166.46	227.79	37918.31
2044	24.45	175.74	4296.78
<b>TOTAL GENERAL</b>	<b>5483.09</b>		<b>851,825.48</b>

Fuente: INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2020

De acuerdo con el cuadro anterior, se estima que a partir de los años 2026 al 2033 habrá mayor disponibilidad de oferta maderable de ciprés común, en comparación con escenarios futuros cuya tendencia es a disminuir; ya que el cálculo está en función de las reforestaciones que anualmente se incorporan a la actividad forestal de Guatemala. En el periodo 2026 a 2033, se estima que exista en promedio 58,884.89 m<sup>3</sup> de volumen total derivado de actividades de aprovechamiento final por cada año, en comparación con el resto de años (2023 al 2025 y del 2034 al 2044), que en conjunto se estima que exista en promedio 27,196.16 m<sup>3</sup> de volumen total derivado de actividades de aprovechamiento forestal por cada año.

Bajo el supuesto de que el turno de corta promedio para las plantaciones sea de 25 años, las primeras reforestaciones con registro (año 1998, que actualmente tienen 22 años de edad) se estarán aprovechando en el año 2023. En total, se estima que bajo las condiciones del análisis, la producción de volumen total (m<sup>3</sup>) derivado de actividades de aprovechamiento final de las plantaciones establecidas desde el año 1998 al 2019 y bajo los diversos programas de incentivos forestales de Guatemala, estaría aportando un total de 851,825.48 m<sup>3</sup> para abastecer la oferta maderable en el periodo 2023 al 2044; la dinámica de la disponibilidad de la oferta maderable puede observarse en la siguiente figura.



Fuente: Departamento de Investigación Forestal de INAB, 2020.

Figura 33. Distribución del volumen total (m<sup>3</sup>) estimado de *Cupressus lusitanica* Mill en áreas de proyectos incentivados en Guatemala, durante el periodo 2023-2024.



El efecto de la aplicación del perfil de raleo teórico en la proyección del inventario de producción de ciprés común, tiene como consecuencia el egreso de un volumen considerable de las plantaciones forestales, en las edades comprendidas de 5 a 6 años (primer raleo), de 9 a 10 años (segundo raleo) y entre los 12 a 13 años (tercer raleo). Al utilizar el perfil teórico de raleo bajo el supuesto de que todas las plantaciones estuvieran sujetas a manejo silvicultural, el volumen (m<sup>3</sup>) equivalente a la extracción por la aplicación de tratamientos silviculturales para el año 2021 es de 8,658.34 m<sup>3</sup>, para el año 2022 de 10,474.96 m<sup>3</sup>, para el año 2023 de 10,354.97 m<sup>3</sup>, para el año 2024 de 10,603.94 m<sup>3</sup>, para el año 2025 de 4,116.52 m<sup>3</sup>, y para el año 2026 de 3,415.22 m<sup>3</sup>, (ver tabla 15).

Tabla 15. Estimación del volumen (m<sup>3</sup>) equivalente a raleos aplicados a plantaciones forestales de *Cupressus lusitanica* Mill durante el periodo 2021 al 2026.

EDADES (años)	Vol total (m <sup>3</sup> ) 2021	Vol total (m <sup>3</sup> ) 2022	Vol total (m <sup>3</sup> ) 2023	Vol total (m <sup>3</sup> ) 2024	Vol total (m <sup>3</sup> ) 2025	Vol total (m <sup>3</sup> ) 2026
<b>5.5 (PRIMER RALEO)</b>	310.85	471.54	2,231.92	252.91	0	0
<b>9.5 (SEGUNDO RALEO)</b>	5,444.06	8,070.91	5,159.15	8,176.68	893.02	1,354.66
<b>12.5 (TERCER RALEO)</b>	2,903.43	1,932.51	2,963.9	2,174.35	3,223.5	2,060.56
<b>TOTAL</b>	<b>8,658.34</b>	<b>10,474.96</b>	<b>10,354.97</b>	<b>10,603.94</b>	<b>4,116.52</b>	<b>3,415.22</b>

Fuente: Departamento de Investigación Forestal del INAB (año 2020)

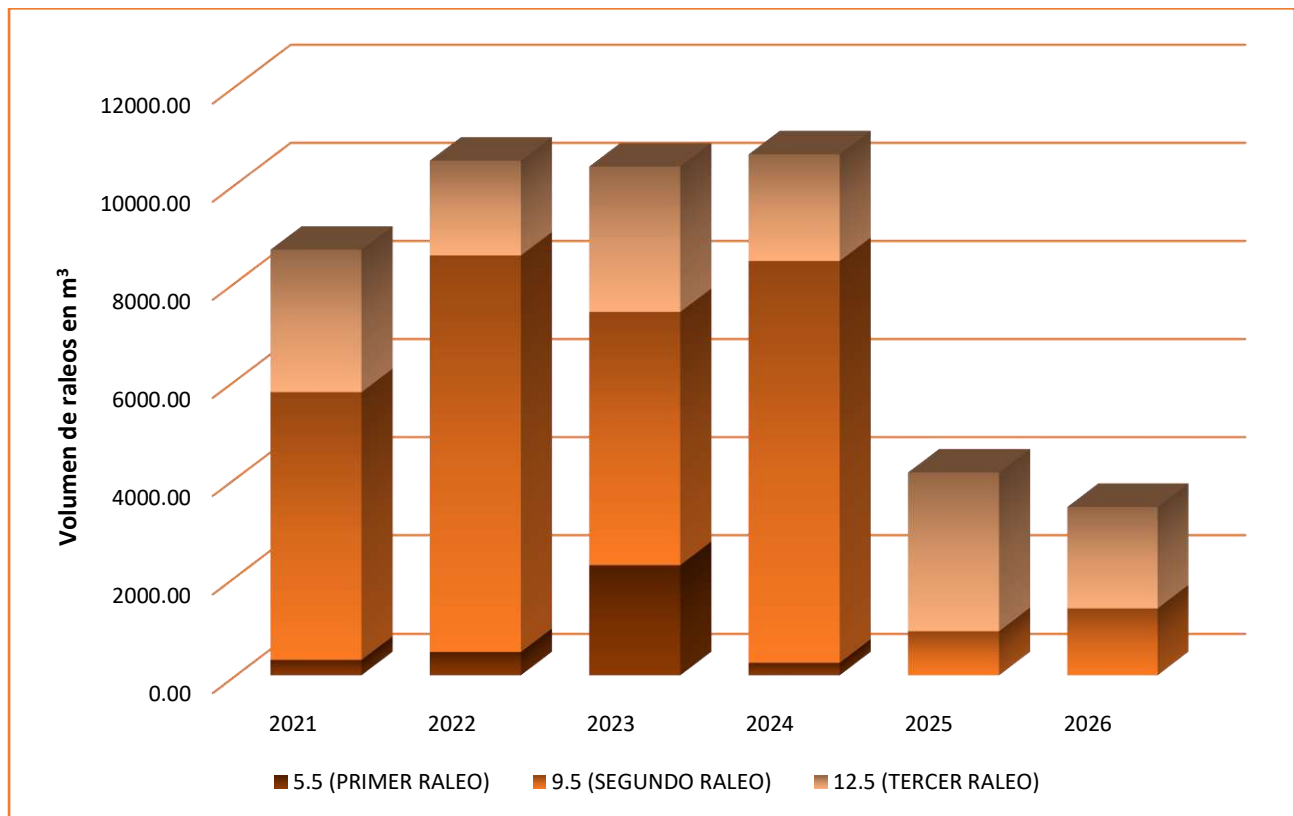


Figura 34. Estimación del volumen (m<sup>3</sup>) equivalente a raleos aplicados a plantaciones forestales de *Cupressus lusitanica* Mill durante el periodo 2021 al 2022.

## 9. CONCLUSIONES

---

1. Las principales características climáticas a considerar para la selección de Ciprés común contempla lo siguiente: en cuanto a temperatura, en su área de distribución natural se adapta a un rango de temperatura mínima promedio de 7.84 °C y un rango máximo de temperatura promedio de 20 °C; sin embargo, para el establecimiento de plantaciones forestales se ha determinado que los mejores rendimientos se obtienen en rangos de temperatura promedio anual de 15 °C a 22 °C. En cuanto a pluviometría, la especie se adapta a condiciones donde la precipitación promedio anual es de 1,353.08 mm, siendo el rango mínimo de 909.27 mm anuales y el rango máximo de 3,359.64 mm anuales. En forma natural, se encuentra con mayor frecuencia en las zonas de vida Bosque muy Húmedo Montano Bajo Subtropical (bmh-MBS) y Bosque muy Húmedo Montano Bajo (bmh-MB).
2. Las principales características fisiográficas a considerar para la selección de Ciprés común como especie a reforestar son: sitios con altitudes de 1,500 a 2,700 msnm, en dichas altitudes se obtienen los mejores rendimientos (aunque el rango de distribución natural es muy amplio, que va desde los 1,340 msnm hasta 3,730 msnm); la especie se desarrolla mejor en terrenos con pendientes < a 50%; en su caso, la velocidad del viento debe ser moderada, la especie crece bien en sitios donde los vientos oscilan en velocidades de 2 a 3 km por hora; la pedregosidad superficial menor al 50% no es un factor limitante.
3. Entre las principales características edáficas a considerar para la selección de Ciprés común como especie a reforestar, es que se adapta a múltiples texturas de suelo; no obstante, los suelos con textura franco arenosa y suelos francos mejoran el rendimiento. La especie crece bien en rangos de pH entre 5.5 a 8.5, contenidos de 5 a 15% de materia orgánica contribuyen positivamente en el crecimiento.
4. De acuerdo a su comportamiento ecológico, Ciprés común es una especie heliófita en cuanto a sus requerimientos de luz, este aspecto se constituye importante para considerarlo en la planificación adecuada de la instalación de reforestaciones, para la selección de especies acompañantes o el tipo y proporción de arreglos mixtos; así mismo, para sustentar la toma de decisiones en la inversión destinada al control de malezas (con mayor importancia las especies gramíneas), especialmente en los primeros tres a cuatro años de establecida la plantación.
5. El tiempo empleado para la producción de plántulas en vivero, desde el semillero hasta lograr plántulas de 30 cm de altura, es de 5 a 6 meses, aspecto que debe considerarse para la planificación de la fecha de la colecta de la semilla, que no deberá superar el mes de diciembre si se desea disponer de plántulas con el tamaño adecuado al inicio de la época lluviosa. La semilla para plantaciones con fines industriales se colecta de rodales con árboles dominantes, rectos, con fustes largos y cilíndricos, con una copa bien desarrollada y con fuste continuo, con ramas delgadas o medianas, sin bifurcaciones, sin espiralidad del fuste, con adecuado vigor y excelente estado fitosanitario.

6. Es importante aplicar las cortas intermedias como podas y raleos de forma oportuna, iniciando con una poda de limpieza en los primeros años de la plantación, considerando la producción alta de ramas de la especie. Las podas comerciales deben estar dirigidas a los árboles identificados para futura cosecha y la primer poda comercial se realiza después del primer raleo, efectuándose después de la época lluviosa. El primer raleo debe realizarse entre los primeros 5 a 8 años de la plantación, a una intensidad del 30 a 50%; posteriormente realizar uno o dos raleos más, hasta garantizar una densidad de 200 a 350 árboles por hectárea con las mejores características destinados como árboles de futura cosecha.
7. Las distintas categorías de sitio constituyen criterios de evaluación del estado actual y de la productividad de las plantaciones forestales instaladas a nivel nacional, con base a la altura dominante de la especie (tabla 7) o con base al incremento medio anual de las principales variables dasométricas de un rodal (tabla 9). De forma complementaria, los modelos de crecimiento (tabla 6) son herramientas que permiten simular el comportamiento de las plantaciones a través de distintos perfiles de raleo, y así conocer la mejoría de los atributos de los árboles derivados de un adecuado manejo.

## 10. RECOMENDACIONES

---

1. Durante la planificación de la reforestación, es importante analizar correctamente las características de sitio, en sus aspectos climáticos, fisiográficos y edáficos adecuados para la especie; sin embargo, debe tomarse en consideración que existen factores que limitan el crecimiento adecuado del ciprés común, los cuales impiden que la especie exprese su máximo potencial con fines industriales. Los factores limitantes para Ciprés común son: suelos poco profundos, mal drenaje (intolerancia al encharcamiento), áreas susceptibles a vientos fuertes o muy constantes, sitios con presencia de heladas y la excesiva competencia en la fase inicial de crecimiento, especialmente por especies gramíneas.
2. Además de la correcta selección del sitio, es fundamental considerar la ecología heliófita de la especie. Dicho comportamiento es de utilidad para el diseño de plantaciones mixtas, proporción del grado de mezcla y selección correcta de la especie acompañante; así mismo, es fundamental la correcta selección del material genético con la suficiente rigurosidad, aspecto que podría condicionar el éxito futuro de la calidad de la oferta maderable de una plantación desde la fase de planificación de la reforestación si no se selecciona la procedencia adecuada de la semilla.
3. Propiciar que las dos o tres intervenciones por raleos dirigidos a la plantación se realicen entre los 5 a 15 años de edad de la plantación, con ello se garantiza aplicar raleos oportunos, es decir, en ese rango de edades se aprovecha el potencial del crecimiento alto y moderado del árbol, donde la respuesta de los rodales ante el estímulo del raleo pueda favorecer los valores de incremento de los atributos de la especie arbórea. Los criterios para la selección de árboles para raleo son: estado fitosanitario → rectitud del tronco → diámetro (DAP) → Altura, descritos en orden de importancia.

4. La familia de modelos de crecimiento permite estimar de forma aproximada la tendencia de la producción de las plantaciones en una calidad de sitio determinada, con el objeto de respaldar la toma de decisiones y la necesidad de promover el manejo de las plantaciones; así mismo, es un insumo técnico utilizado como comparador para medir la productividad de los sitios a nivel nacional, para pronosticar y simular los efectos de la posible respuesta de intensidades y frecuencias de los raleos. Sin embargo, no pueden brindarnos un valor exacto de la productividad de la plantación forestal evaluada de un sitio particular.

## 11. BIBLIOGRAFÍA

---

- Agrios, GN. 1989. Fitopatología, enfermedades de plantas. Trad. Manuel Guzmán, México. Limusa. 756 p.
- Arriaza Trujillo, F.M. 2018. Rendimiento por producto de ciprés en plantaciones forestales de San Cristóbal Verapaz, Alta Verapaz. Tesis Lic. Ing. For. Guatemala, Universidad Rafael Landívar. 57p.
- Arguedas, M. 2008. Problemas fitosanitarios del ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) en Costa Rica. Revista Forestal Kurú. Vol. 5(13). 1-8.
- Argueta Mayen, P. V. 2011. Diagnóstico de la situación actual de los incentivos forestales, evaluación de las características de sitio que influyen en el crecimiento y productividad de ciprés común (*Cupressus lusitanica* Miller) en plantaciones forestales y servicios prestados en la región V.2 del Instituto Nacional de Bosques. Tesis Lic. Ing. Agr. RNR. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 112 p.
- Castellanos, E; Quilo, A; Mato, R. Metodología para la estimación del contenido de Carbono en Bosques y Sistemas Agroforestales de Guatemala. Centro de Estudios Ambientales y de Biodiversidad de la Universidad del Valle de Guatemala y CARE-Guatemala. Guatemala. 31p.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Costa Rica). 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Salazar R; Soihet (Coord.), C; Méndez, J. (Comps.). Turrialba. Costa Rica. Vol. (1). 39-41 P. (Serie técnica. Manual Técnico / CATIE: no. 41).
- Chaverri, A; Zúñiga, E; Fuentes, A. 1996. Crecimiento inicial de una plantación mixta de *Quercus*, *Cornus*, *Alnus* y *Cupressus* en Costa Rica. Revista de biología tropical. Vol. 45(2). 777-782.
- Chaves, E; Fonseca, W. 1991. *Cupressus lusitanica* Mill. Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Costa Rica. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). 72p (Informe técnico No. 168).
- Cojfi Macario, N; Chacach Cutzal, M; Armando Calí, M. 2001. Diccionario Kaqchikel (en línea). Guatemala. Cholsamaj fundación. 457 p. Consultado 23 abr 2020. Disponible en [https://books.google.com.gt/books?id=jOUrb0dabEC&printsec=frontcover&dq=Diccionario+Kaqchikel&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiCglvQqP\\_oAhWmneAKHaLHBvQQ6AEIJAA#v=onepage&q=Cipr%C3%A9s&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=jOUrb0dabEC&printsec=frontcover&dq=Diccionario+Kaqchikel&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKEwiCglvQqP_oAhWmneAKHaLHBvQQ6AEIJAA#v=onepage&q=Cipr%C3%A9s&f=false).
- Cordero, J; Boshier, DH (eds.). 2003. *Cupressus lusitanica* Mill. In: Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Oxford Forestry Institute UK– Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CR. Pp. 503-506.

- CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas, Guatemala). 2009. Lista de especies amenazadas de Guatemala –LEA- y listado de especies de flora y fauna silvestres –CITES- de Guatemala. 2da. Ed. Guatemala. CONAP. 200 p. (Documento técnico 67(02-2009)).
- DIGEBI (Dirección General de Educación Bilingüe Intercultural, Guatemala). 1996. Nuestro primer diccionario K'iché – Castellano (en línea). Becker, J; Richards, M (Comps.). Péren, F; Vicente, A (ils.). Guatemala. s.p. Consultado 23 abr 2020. Disponible en [https://www.academia.edu/18111343/Diccionario\\_kaqchiquel](https://www.academia.edu/18111343/Diccionario_kaqchiquel).
- Estrada Carrillo, C. H. 2010. Caracterización de los factores edáficos y fisiográficos que influyen en el crecimiento del ciprés (*Cupressus lusitanica* Miller) en Huehuetenango. Tesis Msc. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 111 p.
- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y Alimentación). 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento. Con referencia especial a los trópicos. Vol. 2. Roma. Italia. 80 p.
- Figuroa Rosales, R.D. 2013. Evaluación del rendimiento extractivo por el método de Hidrodestilación de aceite esencial obtenido de las hojas de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill) en base a las edades del cultivar a escala laboratorio. Tesis Lic. Ing. Quím. Guatemala. Universidad de San Carlos de Guatemala. 224 p.
- Holdridge, L.R. 1953. El ciprés mexicano (*Cupressus lusitanica* Mill.) en Costa Rica. Boletín Técnico No. 12, Ministerio de Agricultura. San José, Costa Rica. 31 p. HUGHELL, D. y E. CHAVES. 1990. Modelo de crecimiento y rendimiento de ciprés (*Cupressus lusitanica* Mill.) en Costa Rica, Guatemala y el Salvador. Silvoenergía (C.R.) 38: 1-4.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Manual técnico forestal. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques (INAB). 110 p.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2018. Compendio de Normativa Forestal. Guatemala. 224 p.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). S.f. Protocolo de certificación de fuentes y semillas forestales. Guatemala. 22 p.
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2019. Guía básica para utilizar germoplasma adecuado en restauración del paisaje forestal. López, H. Guatemala de la Asunción. Guatemala. 9 p. (lineamientos técnicos).
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala); IARNA-URL (Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar, Guatemala). 2012. Primer Informe Nacional sobre el Estado de los Recursos Genéticos Forestales en Guatemala. Guatemala. 57-66 p.

- INAB (Instituto Nacional de Bosques). 2015. Dinámica de crecimiento y productividad de 28 especies en plantaciones forestales de Guatemala. Cojom, JI. Ciudad de Guatemala. Guatemala. 213 p. Serie Técnica DT-006(2015)
- INAB (Instituto Nacional de Bosques, Guatemala). 2019. Revista Forestal de Guatemala: exportaciones de productos forestales. Mora, S; Vásquez, M. Guatemala. Sección Tecnología y Negocios. (3):10-11. Consultado 28 abr 2020. Disponible en: [http://portal.inab.gob.gt/images/revistas/Revista\\_Forestal\\_Guate\\_Ed\\_3/edicion\\_03.html](http://portal.inab.gob.gt/images/revistas/Revista_Forestal_Guate_Ed_3/edicion_03.html).
- INATEC (Instituto Nacional Tecnológico, Nicaragua). 2006? Manual del protagonista –Viveros y Semilleros-. Nicaragua. 77 p.
- Lombardi, I; Nalvarte, A. 2001. Establecimiento y Manejo de Fuentes Semilleras, Ensayos de Especies y Procedencias Forestales: aspectos técnicos y metodológicos. Segunda edición. ESNACIFOR (Escuela Nacional de Ciencias Forestales); OIMT (Organización Internacional de las Maderas Tropicales). (Proyecto PD 8/92 Rev. 2 (F) "Estudio de Especies Nativas de Interés Comercial en Honduras (PROCEN)". Tela. Honduras. 75 p.
- Mora, F.; Meza, V. s.f. Comparación del crecimiento en altura de la teca (*Tectona grandis*) en Costa Rica con otros trabajos previos y en otras regiones del mundo (en línea). Snt. Disponible en: [http://www.yoquese.com.ar/resources/external/material\\_probabilidad\\_y\\_estadistica/ComparaCrecTeca3.pdf](http://www.yoquese.com.ar/resources/external/material_probabilidad_y_estadistica/ComparaCrecTeca3.pdf)
- Mesén, F, comp. 1998. Selección y manejo de fuentes semilleras en América Central y República Dominicana. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 85 p. Serie Técnica.
- Murillo, A; Camacho, P. 1997. Calidad de la poda en plantaciones forestales: metodología para su evaluación. Costa Rica. Revista Agronomía Costarricense. Vol. 21 (1). 229-238.
- Ortíz Domingo, J; Aguilar González, ES; Mazariegos Vásquez, D; Marroquín Pérez, BI; López Gabriel; F; Cabrera Méndez, LJ; Feliciano Cardona, EM. 2003? Diccionario Bilingüe Mam – Español. Academia de Lenguas Mayas de Guatemala. s. l. (684 p.).
- Pérez Mendoza, F; Hernández Mendoza, M. 2001. Diccionario Tz'utujil (en línea). Guatemala. Cholsamaj fundación. 707 p. Consultado 23 abr 2020. Disponible en [https://books.google.com.gt/books?id=7qPgZrBQ3TgC&printsec=frontcover&dq=diccionario+de+tz%C3%BAutujil&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKewjd37zlif\\_oAhUIZN8KHaO3A5IQ6AEIJAA#v=onepage&q=Cipr%C3%A9s&f=false](https://books.google.com.gt/books?id=7qPgZrBQ3TgC&printsec=frontcover&dq=diccionario+de+tz%C3%BAutujil&hl=es419&sa=X&ved=0ahUKewjd37zlif_oAhUIZN8KHaO3A5IQ6AEIJAA#v=onepage&q=Cipr%C3%A9s&f=false).
- Portocarrero Serrano, BE. 2006. Evaluación de rendimientos en los procesos de recolección, acondicionamiento, análisis de laboratorio y almacenamiento de tres especies de semillas forestales (*Cupressus lusitanica*, *Pinus chiapensis* y *Leucaena leucocephala subsp. glabrata*) contando cada una de ellas con diferentes procedencias. Informe PAFS. Villa Nueva. Guatemala. ENCA. s. p. (42 p).

- Rodríguez, D; Fonseca, W. 1994. La fertilización con N-P-K en fórmulas completas para *Cupressus lusitanica* Miller. Revista de Ciencias Ambientales. Vol. 11(1). 4-11.
- Rodríguez Sosa, RV. 2012. Insectos potencialmente dañinos en plantaciones de *Cupressus lusitanica* Mill y regeneración natural de *Pinus hartwegii* Lindley, en el departamento de Huehuetenango. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 120p.
- Santos Bravo, MC. 2011. Bioprospección de *Phytophthora* sp. Asociada a especies forestales de importancia económica en fase de vivero en la región central de Guatemala, C. A. 2011. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos. 105p.
- Standley, P; Steyermark, J. 1958. Flora Of Guatemala: Cupresacea. Chicago Natural History Museum. 20. part (1). Estados Unidos de América. 26-32 p.
- Vanclay, J. 1994. Modelling forest growth and yield: Applications to mixed tropical forests. London, UK, CAB International. 312 p.
- Véliz Pérez, ME; Barrios, AR; Dávila Pérez, CV. 2007. Actualización Taxonómica de la Flora de Guatemala, Capítulo 1. Pinophyta (coníferas). Guatemala, Herbario BIGU, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Dirección General de Investigación - DIGI-, Universidad de San Carlos de Guatemala. 131 p.
- Zanotti, R; Galloway, G. 1996. Manejo de plantaciones de coníferas: Guía técnica para el extensionista forestal. Centro agronómico tropical de investigación y enseñanza (CATIE). 72p (Serie técnica. Manual técnico / CATIE; no. 22). Consultado 11 may 2020. Disponible en: [http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2955/Manejo\\_de\\_plantaciones\\_de\\_coniferas.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.bibliotecaorton.catie.ac.cr/bitstream/handle/11554/2955/Manejo_de_plantaciones_de_coniferas.pdf?sequence=1&isAllowed=y).





**Dirección de Desarrollo Forestal  
Departamento de Investigación Forestal**

7a avenida 12-90, zona 13

Teléfono: 2321-4600



Con el apoyo de:



**Instituto Nacional de Bosques**  
Más bosques. Más vida

INAB Guatemala



[www.inab.gob.gt](http://www.inab.gob.gt)