



Instituto Nacional de Bosques Guatemala

Cedro

Cedrela odorata

PAQUETE TECNOLÓGICO FORESTAL

GUATEMALA, 2017

Instituto Nacional de Bosques -INAB-
7ª ave 12-90, zona 13
Guatemala, Guatemala, C.A.
www.inab.gob.gt

Dirección de Desarrollo Forestal
www.inab.gob.gt
Tel: 2321-4600 y 01
Guatemala, Guatemala, C.A.

Departamento de Investigación Forestal
7ª ave. 12-90, zona 13
Guatemala, Guatemala, C.A.
www.inab.gob.gt

Coordinador del Proyecto OIMT-INAB “ <i>Sistema de información sobre la productividad de los bosques de Guatemala</i> ”	Rafael Ávila Santa Cruz
Coordinador técnico para la elaboración de los paquetes tecnológicos forestales	José Luis Gómez, consultor
Con la contribución de las/los profesionales siguientes:	
Síntesis final del PTF	Daniel Marmillod
Análisis de la información bibliográfica	Favio Rodríguez Castro
Análisis de la información dasométrica	Lusvi Hurtado Domingo
Elaboración del mapa de distribución potencial	Lusvi Hurtado Domingo
Identificación y descripción de documentos de interés	Sandy Mendoza Montejo, Lusvi Hurtado Domingo, Daniel Marmillod, Herson Sagüi Alva, Favio Rodríguez Castro, Rómulo Ramírez González

Se autoriza la reproducción total o parcial de esta publicación para fines educativos o sin intenciones de lucro, sin ningún otro permiso especial por parte 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. 2017. Cedro *Cedrela odorata*; paquete tecnológico forestal. Guatemala, INAB.

Introducción

Nombre científico y notas taxonómicas

Cedrela odorata L.

SINÓNIMOS: *Cedrela ciliolata* S.F. Blake, *Cedrela dugesii* S. Watson, *Cedrela imparipinnata* C. DC., *Cedrela longipes* S.F. Blake, *Cedrela mexicana* M. Roem., *Cedrela occidentalis* C. DC. & Rose, *Cedrela rotunda* S.F. Blake, *Cedrela yucatanana* S.F. Blake

NOTA. La jerarquía anterior se basa en *Tropicos.org*¹.

Nombres comunes

NOMBRES VERNÁCULOS: En Guatemala, la especie recibe el nombre de cedro o cedro rojo en español y yaou en q'eqchí.

OTROS NOMBRES COMUNES: cedro amargo, cedar, cedro real, cóbano (Centro y Sur América), culche (México); acajou rouge, cedre rouge (Guyana Francesa), ceder (Surinam).

Descripción morfológica

Salazar et al CATIE 00, Cordero & Boshier cedrod CATIE 03,

PORTE DEL ÁRBOL. Árbol de hasta 40 m de altura y hasta 2 m de diámetro; deciduo, de copa amplia y follaje ralo; fuste cilíndrico. En suelos poco profundos desarrolla contrafuertes; en suelos fértiles, raíces profundas de base acanalada. Los cedros de gran tamaño tienen un fuste recto, de 15 a 20 m de largo hasta la primera rama y contrafuertes estrechos.

CORTEZA. Cuando muerta es agrietada, desprendible en placas grandes de color gris; la corteza viva es fibrosa, rosada a rojo oscuro. Los árboles jóvenes desarrollan fustes rectos, de corteza lisa y grisácea y copas estrechas y ralas. A medida que el árbol madura, aparecen fisuras verticales y la corteza se vuelve un tanto parda.

HOJAS. Alternas, paripinnadas, sin estípulas; agrupadas al final de la rama; de 5 a 11 pares de folíolos opuestos, lanceolados a ovalados.

FLORES. Perfectas, de color blanco, agrupadas en racimos florales o panículas grandes de 30 a 50 cm, con cáliz irregularmente dentado. Unisexuales, con cinco pétalos pubescentes color crema verdusco. En flores femeninas las anteras son delgadas y el estigma es verde, globoso y capitado.

¹ Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 17 Oct 2016 <<http://www.tropicos.org>>

FRUTOS. Capsula leñosa redondeada en ambos extremos. Se abren en el árbol cuando están maduros y liberan las semillas. Por eso, deben recolectarse del árbol cuando cambian de color verde a marrón, justo antes de que se abran.

Distribución geográfica de la especie

Cordero & Boshier cedrod CATIE 03, Grogan et al. 2016

DISTRIBUCIÓN NATURAL. Se la encuentra desde el norte de México hasta Bolivia y el norte de Argentina, así como en las islas del Caribe. Debido a su amplia distribución en América tropical forma parte de la flora nativa de la mayoría de países latinoamericanos, a excepción de Chile.

Según Grogan et al. (2016), el cedro es un pariente cercano de la caoba, con muchas características similares en cuanto a historia de vida y madera. Es una especie neotropical cuyo rango sobrepasa el de *Swietenia*, ya que se extiende hasta el Caribe, el norte de la Amazonia (las Guayanas) y mucho más al sur, en el bosque del Atlántico brasileño y Argentina. A través de este rango de zonas, las densidades de población de *Cedrela* tienden a ser menores que las de *Swietenia*, con algunas excepciones (ver, por ejemplo, las altas densidades de *Cedrela* en la topografía empinada de Tikal y bosques adyacentes). *Cedrela* es un gran árbol emergente del dosel, que crece posiblemente más rápido que *Swietenia* bajo condiciones ideales (sin embargo, todavía no se conocen bien), aunque de vida más corta. Sus semillas también son aladas y dispersadas por el viento, pero mucho más pequeñas que las de *Swietenia*; se producen en grandes cantidades y se dispersan a distancias y áreas bastante más extensas. Las tasas de germinación de semillas y establecimiento de brinzales son bajas. Los requerimientos de regeneración todavía no han sido estudiados a profundidad.

En Guatemala se distribuye en los departamentos de Petén, El Progreso, Santa Rosa, Escuintla, Suchitepéquez y Retalhuleu (Vivero et al Red List Gt 06). Según Cojóm (en prensa), en los siguientes municipios de Guatemala hay plantaciones o reforestaciones con cedro: Sayaxché, La Unión, Fray Bartolomé de las Casas, Chinautla, Cobán, San Juan Cotzal, San Francisco, Las Cruces, Poptún, Cuilapa, La Libertad, Guanagazapa, Santa María Cahabón, Chicacao, San Miguel Tucurú, Taxisco, Chisec, San Raymundo, Dolores, Nuevo san Carlos, San José, San Miguel Dueñas, Flores, Jacaltenango, San Luis, Zacapa, Gualán, Los Amates, San Pedro Carcha, Río Bravo, Santa Ana, La Gomera, Panzós, Chiquimulilla, Chahal, San Vicente Pacaya, El Estor, San Gaspar Chajul, Ixcán, San Juan Tecuaco, San Andrés, Escuintla, Sanarate, Patulul, Livingston, San Agustín Acasaguastlán, Morales, Guazacapán, San Benito, Santa Cruz Barillas, Senahú, San Agustín Lanquín.

LUGARES DE INTRODUCCIÓN.

La especie ha sido introducida en diversas regiones de África (Nigeria, Tanzania, Ghana, Sierra Leona), en el sur de Florida y en las islas Fiji (Vozzo 2010). También ha tenido éxito en Trinidad como sombra de café y de cacao (Francis 2000).

Aptitud forestal – agroforestal

El cedro se usa con frecuencia en sistemas agroforestales con cultivos perennes o anuales, como sombra de café o de cacao, en linderos o cercas vivas (Cordero y Boshier 2003).

Usos

Cordero & Boshier cedro CATIE 03, Santizo tesis lic URL 06, Vozzo 2010

La madera del cedro es muy pesada, de excelente calidad y se usa en construcción ligera, decoración de interiores, construcción de barcos (cubiertas y forros); muebles finos, instrumentos musicales, baúles, cajas de puros y estuches, parquet, carpintería y ebanistería en general. El buen olor de la madera hace que se prefiera para joyeros, cajas de cigarros, gabinetes y roperos pues protege contra el ataque de polillas. Las ramas se usan para cercas vivas, postes y leña. En época de floración es visitada por las abejas pues es una buena especie melífera. La producción de néctar del cedro es abundante si el tiempo es favorable.

El color de la albura es amarillo claro y del duramen es rojo amarillento; la transición entre albura y duramen es abrupta. El olor es aromático característico de la especie y se mantiene durante muchos años. No hay sabor distinguible en la albura pero amargo en el duramen. Es una madera con elevado lustre, con diseño cromático, grano recto y textura fina a media. Es resistente a ataques de hongos e insectos.

Importancia de la especie en el país

Según FAOdoctra92 (2004), la especie tiene, a nivel mundial, un mercado completamente desarrollado. De hecho, cedro y caoba son las maderas con mayor mercado a nivel mundial. Guatemala es el principal exportador de madera de la región hacia los Estados Unidos; así, en el 2011, las exportaciones de cedro de Guatemala a los Estados Unidos sumaron US\$0,4 millones (Navarro et al gob for1 14).

El área reforestada con cedro mediante incentivos forestales del PINFOR alcanzó 1264 ha entre los años 1998-2014, y un total de casi 240 mil jornales. Con PINPEP, entre 2007-2014 se establecieron 233 ha en sistemas agroforestales y reforestación.

Estado de protección legal de la especie en el país

El cedro es una especie protegida por el CONAP (Consejo Nacional de Áreas Protegidas). Según las categorías definidas por el CONAP, la especie se ubica en la categoría 2, la cual incluye a las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas) (CONAP LEA 09).

En el listado de especies amenazadas del CITES (Convención sobre el Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestres), el cedro se ubica en el Apéndice III, el cual incluye a todas las especies que cualquiera de las partes firmantes del

Convenio manifiesta que se encuentran sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras partes para el efectivo control de su comercio.

BREVE DESCRIPCION BOTANICA

Es un árbol grande, de hasta 40 m de altura y hasta 2,0 m de diámetro; es decíduo, tiene copa amplia, follaje ralo, de textura media. Presenta rafees extendidas y superficiales y la base del fuste con aletones bien desarrollados en suelos poco profundos, y raíces profundas de base acanalada en suelos fértiles. El fuste es cilíndrico; la corteza muerta es agrietada, desprendible en placas grandes de color gris; la corteza viva es fibrosa, rosada a rojo pardo. Las hojas son alternas paripinnadas, sin estipulas, agrupadas al final de la rama, de 5 a 11 pares de folíolos opuestos, lanceolados a ovalados. Las flores son perfectas, de color blanco, agrupadas en racimos florales o panículas grandes de 30 a 50 cm, con cáliz irregularmente dentado. Son unisexuales y presentan cinco pétalos pubescentes color crema verdusco. En flores femeninas las anteras son delgadas, el estigma es verde, globoso y capitado. La capsula lenosa es redondeada en ambos extremos. Su madera tiene albura de color blanco grisáceo, con duramen color pardo rojizo y olor característico. Posee cierta resistencia al ataque de hongos e insectos; es fácil de trabajar, cepillar, tallar, tornear y lijar. Tiene una gravedad específica de 0,36 g/cm³; su peso verde promedio es de 620 kg/m³, con 74% de humedad.

DISTRIBUCION Y HABITAT

Se distribuye desde el norte de México hasta el norte de Argentina, incluidas las islas del Caribe. Se le encuentra desde el nivel del mar hasta 800 msnm, con temperaturas entre 20 y 32 °C, y con una precipitación entre 1200 y 2000 mm por año, con una estación seca de tres a cuatro meses.

Cordero & Boshier cedrod CATIE 03 pp.448

Natural

México a Bolivia y norte de Argentina, y en el Caribe. Debido a su amplia distribución en América tropical forma parte de la flora nativa de la mayoría de países latinoamericanos, a excepción de Chile.

Vivero et al Red List Gt 06 pp.35

Meliaceae

Distribution ME, GU, BE, ES, HO, NI, CR, PA, OT

Within Guatemala PE, PR, SR, ES, SU, RE

Guatemalan Nat. Cat. VU A2cd

Current Glob. Cat. VU A1cd+2cd (ver. 2.3 (1994),

Americas Regional Workshop)

Guatemalan Nat. Cat. VU

2. Una observación estimada, interfiere o se sospeche que las poblaciones están siendo reducidas en un 30% en los últimos 10 años o 3 generaciones, por la tanto, donde la reducción o las causas pueden no cesar o pueden ser no comprendidas o pueden ser irreversibles, basándose en cualquier de las especificaciones del (A a E) del A1

Current global Cat. Vulnerabilidad (Vu)

Una especie es vulnerable cuando la mejor evidencia indica que se encuentre en cualquiera de los criterios (A a E), y es considerada por esto que está pasando por un alto riesgo de extinguirse de forma salvaje:

1. En la observación se estimó o se sospecha que el tamaño de la población se ha reducido en un 50 por ciento en los últimos 10 años o en las ultimas 3 generaciones, por lo cual, las causas de las reducciones son: claramente reversible y no entendible y ceased, basando en las siguientes especificaciones:
C) un declive en el área de ocupación, extensión de ocurrencia y calidad del hábitat. d) Actual o niveles potenciales de explotación
2. Una observación estimada, interfiere o se sospeche que las poblaciones están siendo reducidas en un 30% en los últimos 10 años o 3 generaciones, por la tanto, donde la reducción o las causas pueden no ser ceased o pueden ser no comprendidas o pueden ser irreversibles, basándose en cualquier de las especificaciones del (A a E) del A1.

Área reforestada por municipio con la especie de *C. odorata* en Guatemala.

Sayaxché, La unión, Fray Bartolomé de las Casas, Chinautla, Cobán, San Juan Cotzal, San Francisco, Las Cruces, Poptún, Cuilapa, La libertad, Guanagazapa, Santa María Cahabón, Chicacao, San Miguel Tucurú, Taxisco, Chisec, San Raymundo, Dolores, Nuevo San Carlos, San José, San miguel dueñas, Flores, Jacaltenango, San Luis, Zacapa, Gualan, Los Amates, San Pedro Carcha, Rio Bravo, Santa Ana, La gomera, Panzós, Chiquimulilla, Chahal, San Vicente Pacaya, El estor, San Gaspar Chajul, Ixcán, San Juan Tecuaco, San Andrés, Escuintla, Sanarate, Patulul, Livingston, San Agustín Acasaguastlán, Morales, Guazacapán, San Benito, Santa Cruz Barillas, Senahú, San Agustín Lanquín

Industria

La industria maderera guatemalteca, conformada por aserraderos y carpinterías, cada año adquiere más auge e importancia en la economía, por medio de sus exportaciones de madera rustica aserrada y subproductos forestales especialmente, los cuales aportan una significativa cantidad de divisas al país.

Con relación a los enchapados, que constituye la segunda variable de esta investigación, resulta que el 55% de las carpinterías producen con enchapados; sin embargo, en la respuesta de aserraderos, hay apenas un aserradero (3%), que las provee de enchapados,

lo cual encarece el producto porque existe monopolio en la oferta; no obstante esta falta de equilibrio entre la oferta y la demanda, con el 55% de carpinterías que producen con enchapados se corrobora la hipótesis de que: "Si en la industria maderera se utilizan los enchapados como sustitutivos de las maderas de caoba y cedro en una proporción igual o mayor al cincuenta por ciento de la producción total, se estará contribuyendo a la conservación, protección y uso racional de los recursos forestales del país".

Mercado

Guatemala fue el país que más exportaciones de madera de caoba reportó. Según la Autoridad Administrativa de dicho país, en el año 2011 se colocó en los mercados externos un total de 3605 m³ de madera con un valor de \$5,6 millones.

Con base en los datos disponibles de ambas especies, Guatemala se posicionó como el principal exportador de la región: sus productos importados por los Estados Unidos registraron el 70% (\$6 millones) para la caoba y el 69% (\$0,4 millones) para el cedro.

Usos

Sin duda, su principal producto es la madera de excelente calidad, que se usa para construcción ligera, decoración de interiores, construcción de barcos (cubiertas y forros). Con ella se hacen muebles finos, instrumentos musicales, baúles, cajas de puros y estuches, lambrín, parquet, y carpintería y ebanistería en general. El olor de la madera hace que se use para joyeros, cajas de cigarros, gabinetes, etc. además de ser reportado el proteger frente a las polillas. En El Salvador se usaba tradicionalmente para la fabricación de las camas de carretas, artesanías como joyeros, tableros de ajedrez, lapiceros, adornos típicos, marcos para obras de arte, esculturas, vasijas, lanzas, flechas para arco. También se usa para chapa decorativa (rebanada y desenrollada) y tablero contrachapado. En la Moskitia hondureña es muy buscada para la construcción de pipantes. Las ramas se usan para cercas vivas, postes y leña en todos los países. En época de floración es visitada por las abejas pues es una buena especie melífera. La producción de néctar del cedro es abundante si el tiempo es favorable. Los árboles solitarios florecen copiosamente.

Esta madera favorece a las carpinterías, gabinetes, finos muebles, instrumentos musicales, botes, moldes, piezas barnizadas, decorativas y útiles playwoods, envoltorios, cajas de cigarros.

Incentivos Forestales

La misión del PINFOR es fomentar la creación de núcleos de desarrollo forestal regionales de alta productividad, para impulsar la oferta de productos forestales competitivos, reducir la deforestación, generar servicios ambientales y generar empleo en el área rural, razón por la cual se han determinado 10 especies forestales prioritarias, descrito en el cuadro No. 10 su distribución en el periodo 1,998-2,014.

No.	Especie	Código	Nombre común	Ha.	%
7	Cedrela Odorata	CEDROD	Cedro	1,264.32	1.0%

SAF_ESPECIE_PINPEP
SWIEMA PINPEP 2007-2014

Etiquetas de fila	Suma de CEDROD
Árboles en asocio con cultivos anuales	11.31679682
Árboles en asocio con cultivos perennes	32.51656446
Árboles en línea	145.9690335
Huertos familiares mixtos	0
Sistemas silvopastoriles	23.33775577
Total general	213.1401505

PINPEP 2007-2014		
Especie	Area (ha) Sistemas Agroforestales	Area (ha) Reforestacion
CEDROD	213.14	19.85

Conap 2 Incluye: Las especies de distribución restringida a un solo tipo de hábitat (endémicas).

Uso: a) Para fines científicos y reproducción.

b) Con fines comerciales su aprovechamiento se regulará a través de planes de manejo técnicamente elaborados los cuales serán aprobados siempre y cuando se garantice la sobrevivencia.

Cites apéndice III

El Apéndice III incluirá todas las especies que cualquiera de las Partes manifieste que se hallan sometidas a reglamentación dentro de su jurisdicción con el objeto de prevenir o restringir su explotación, y que necesitan la cooperación de otras Partes en el control de su comercio.

Extraído de CITES

Especie	Area (ha)	Monto (Q.)	Jornales
CALOBR	1,228.91	14,227,172.07	220,612

Selección de sitio

Características de sitio que determinan el crecimiento de la especie

Según Cordero y Boshier (2003), en condiciones naturales el cedro requiere suelos profundos, fértiles, bien drenados y aireados, ricos en fósforo, potasio y calcio; de textura variada; pH 5-7; no tolera el encharcamiento ni niveles altos de zinc, hierro y aluminio. Soporta hasta seis meses de sequía, con precipitación anual de 1200-3000 mm, temperatura media anual de 20-32°C y altitudes de 0-1200 msnm. Por lo general, se encuentran árboles individuales de cedro esparcidos en bosques mixtos dominados por otras especies.

Clima

Francis 2000, Vivero et al. 2006

TEMPERATURA. En la parte caribeña de su distribución se tienen temperaturas promedio de 23-26°C, en tanto que en la región tropical de América del Sur el promedio es de 28°C.

PLUVIOMETRÍA. El cedro se desarrolla mejor en climas estacionalmente secos. Su mejor desarrollo lo alcanza con precipitaciones medias anuales de 1200-2400 mm y una estación seca no menor de dos meses.

ZONA DE VIDA. La especie prospera en las zonas de vida subtropical y tropical húmedas, entre las latitudes 26°N y 28°S. En Guatemala se encuentra en el bosque seco del Pacífico y en el bosque húmedo, tanto del Pacífico como del Caribe. Forma colonias en la vegetación secundaria, pastos y terrenos agrícolas abandonados.

Fisiografía

Holdridge 1943 citado por Francis 2000, Palacios (2011), Francis 2000, Grogan et al. 2016
Holdridge, L.R. 1943. Comments on the silviculture of *Cedrela*. Caribbean Forester. 4(2): 77-80.

ALTITUD. En el área de distribución natural, el cedro aparece desde 0-1200 msnm.

PENDIENTE DEL TERRENO. La especie prefiere terrenos rocosos y empinados.

POSICIÓN EN EL PAISAJE. En las áreas de su distribución con mayor precipitación, el cedro invariablemente se encuentra en las cimas, parte superior de las pendientes, ruinas de viejos edificios y la orilla de los caminos y carreteras. El cedro se ve a menudo asociado con la caoba (*Swietenia* sp.) en los bosques húmedos y muy húmedos, pero la caoba es mucho más abundante, con algunas excepciones (ver, por ejemplo, las altas densidades de *Cedrela* en la topografía empinada de Tikal y bosques adyacentes). El cedro es mucho

más demandante en cuanto a los requisitos del sitio, especialmente en cuanto al drenaje. También se asocia con *Juglans olanchana*.

ASPECTO/EXPOSICIÓN. Según Palacios (2011), en un ensayo de establecimiento de regeneración natural bajo árboles semilleros, después de un aprovechamiento forestal, el sur es la dirección más representativa de establecimiento de la regeneración de cedro (0.5 plántulas/ha).

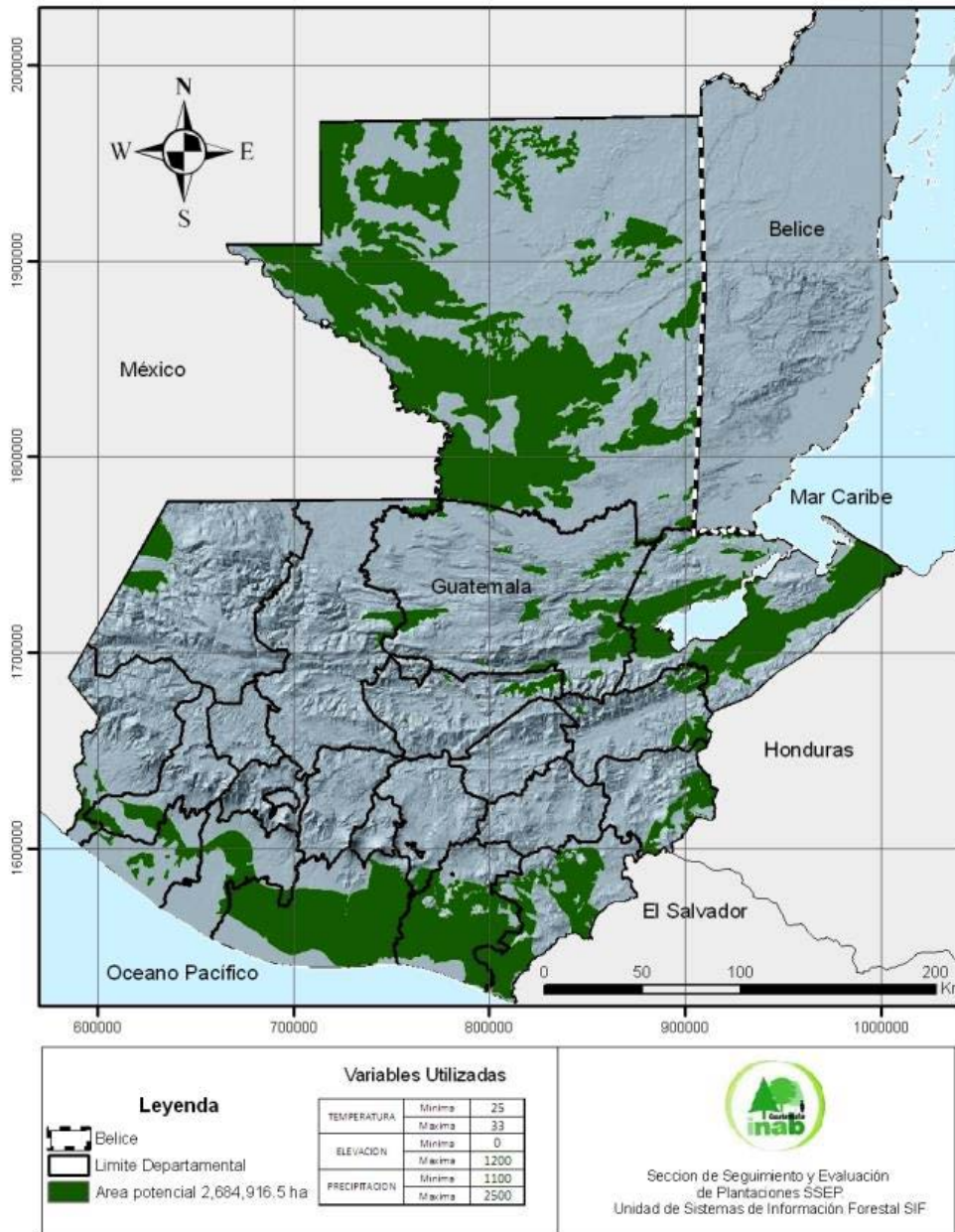
Suelo

TEXTURA. La especie prospera en suelos arcillosos de piedra caliza, aunque también en suelos ácidos derivados de roca volcánica. El denominador común parece ser el drenaje y la aireación del suelo, y no el pH.

FACTORES LIMITANTES. No tolera el encharcamiento ni niveles altos de zinc, hierro y aluminio.

Distribución potencial de la especie en Guatemala

Mapa de distribución potencial de *Cedrela odorata* a partir de factores fisiográficos y climáticos de distribución natural



Modelos de crecimiento f (variables ambientales)

En una parcela de *C. odorata* establecida en una plantación pura en Sayaxché, Petén, se midieron los incrementos a los 6 y 14 años de edad. Durante los ocho años evaluados, el diámetro se incrementó de 7.2 a 13.4 cm y la altura dominante de 5.5 a 8.0 m; la densidad permaneció invariable (380 árboles/hectárea). A partir de las mediciones se construyó una familia de modelos de crecimiento que demuestran la dinámica de crecimiento de la especie en el sitio evaluado.

Modelos de crecimiento para *C. odorata* en la finca Las Marías, Sayaxché, Petén:

$$\text{Altura total (m)} = \text{Exp}(\text{Ln}(S) - 4.034014 * (1/T - 0.1))$$

Diámetro (cm) = $\text{Exp} (2.334384 - 4.530798/T + 0.145447*S - 0.001743*N)$

Área basal (m²/ha) = $\text{Exp} (-0.173934 - 9.532625/T + 0.302835*S - 0.000013*N)$

Volumen total (m³/ha) = $\text{Exp} (0.988436 - 11.063187/T + 0.417214*S - 0.002467*N)$

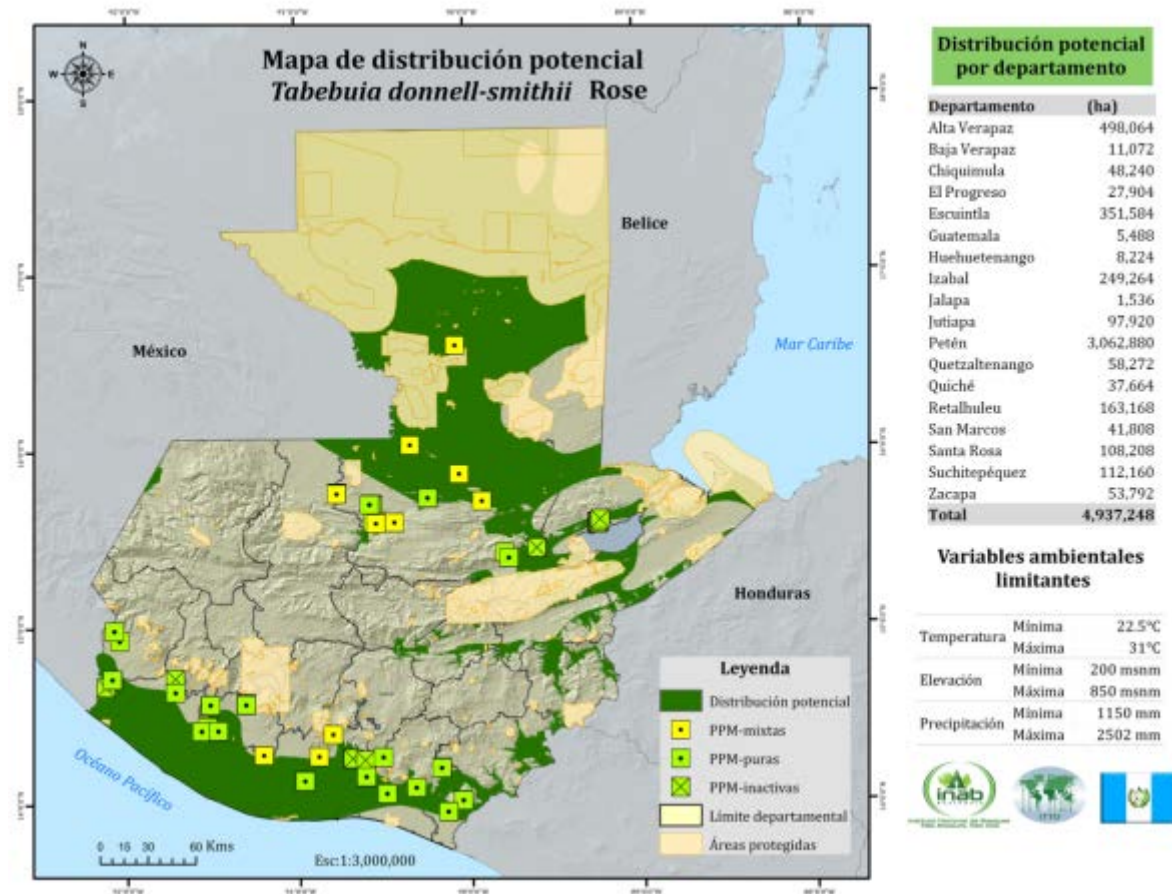
Índice de sitio = $\text{Exp} (\ln(H) + 4.034014 * (1/T - 0.1))$

Donde: T = edad en años; N = árboles/ha; H = altura dominante (m); S = índice de sitio

Distribución potencial de la especie en Guatemala

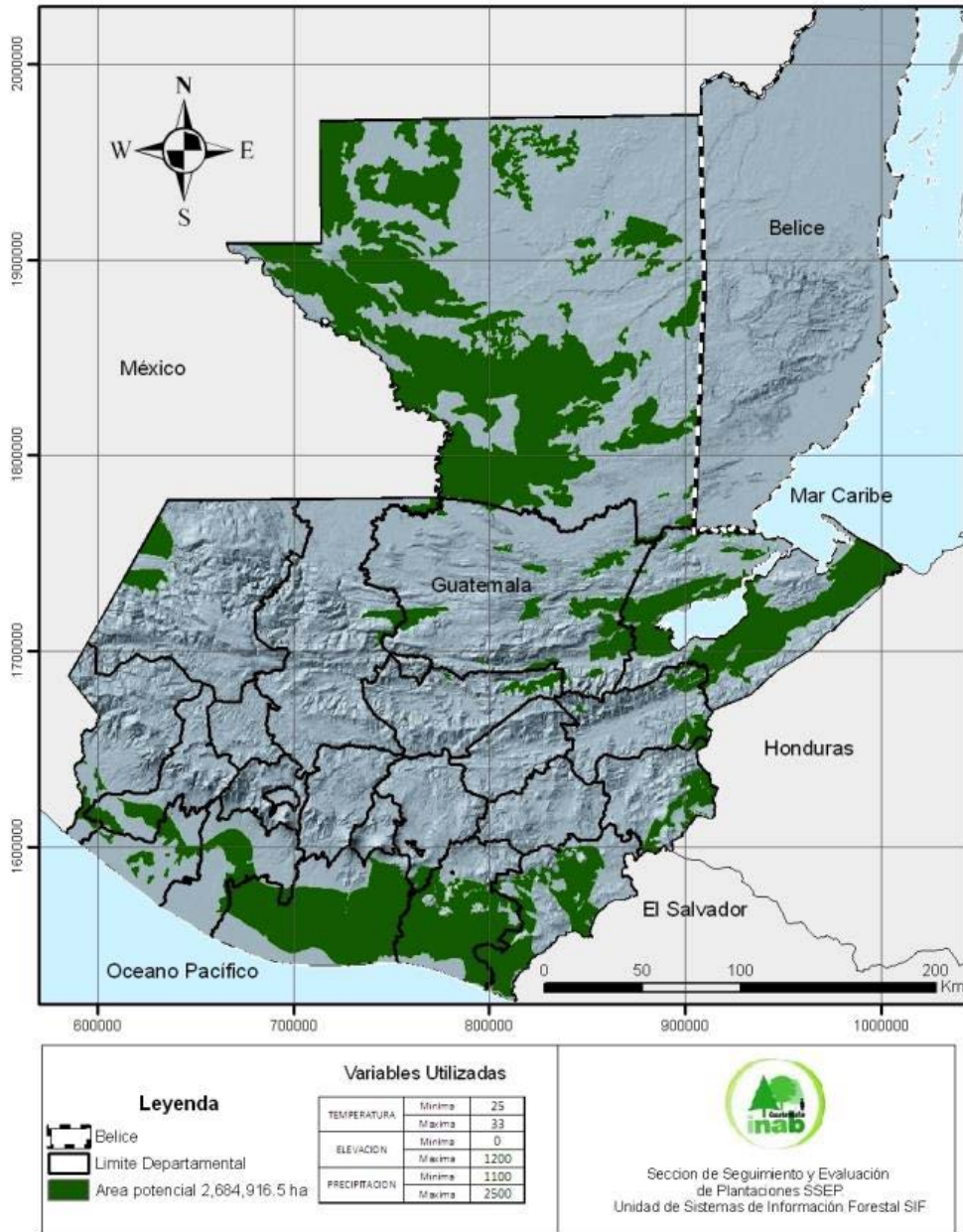
Mapa: Mapa de distribución potencial de “la especie (nombre científico)”, con indicación de la ubicación de las parcelas permanentes de monitoreo

Ejemplo palo blanco



Clima y Suelo en condiciones naturales				¿Dónde crece mejor?	Factores limitantes
Precipitación	1200-3000 mm	Suelos	Requiere suelos profundos, fértiles, bien drenados y aireados, con buena fertilidad, especialmente en fósforo, potasio y calcio.	Es importante plantar en suelos buenos ya que los árboles vigorosos resisten mejor el ataque del perforador.	Aunque la sobrevivencia en plantaciones es alta, el crecimiento suele estar limitado por el perforador <i>Hypsipyla grandella</i> , que produce fustes torcidos. El insecto ataca el tallo principal, afectando el crecimiento en altura y causando bifurcaciones. Esto limita su uso en plantaciones puras.
Estación seca	0-6 meses	Textura	Variada, desde ligera a pesada		
Altitud	0-1200 msnm	pH	ácido a neutro (pH 5-7)		
T max media mes más calido	27-36 °C	Drenaje	libre		
T mín. media mes mas frío	11-22 °C	Otros	No tolera encharcamientos o altos niveles de aluminio, hierro y zinc		
T media anual	20-32 °C				

Mapa de distribución potencial



Especie	Area (ha)	Monto (Q.)	Jornales
CALOBR	1,228.91	14,227,172.07	220,612

Producción de plántulas y genética

Diversidad genética y procedencia

Un ensayo con dos procedencias de cedro en Guatemala determinó que las variables área de copa, dap y altura total fueron significativas para la producción de semilla. Las procedencias evaluadas fueron Finca El Tesoro y Finca Villa Mérida, ambas en Obero, Masagua, Escuintla. La semilla se recolectó en árboles dispersos entre febrero y abril del año 2000. Zuñiga tesis lic FAUSAC 00

Rodales semilleros

El Bansefor ha efectuado colectas y tiene procedencias de Uaxactún, Santa Elena y San Francisco (Petén), Los Amates (Izabal), Cocales, Patulul y Mazatenango (Suchitepéquez) y Obero, Puerto de San José, Tiquisate (Escuintla).

Las fuentes semilleras de cedro inscritas en el Registro Nacional Forestal son las siguientes:

Finca	Propietario	Municipio	Departamento	Región	Estado
Rústica	Guillermo A. García Estrada	Escuintla	Escuintla	IX-Costa Sur	Activo
Buenos Aires	Agroindustrias GM, SA	El Asintal	Retalhuleu	IX-Costa Sur	Activo

Semilla

Descripción

Ovoide, comprimida, alada; de unos 5 a 6 mm de largo, incluyendo el ala; testa de color castaño rojizo; embrión recto, comprimido, de color blanco o crema y ocupa gran parte de la cavidad de la semilla; tiene dos cotiledones grandes, planos, foliáceos, frondosos, ligeramente ovoides; radícula corta e inferior.

Recolecta

CALENDARIO DE RECOLECCIÓN (EN GUATEMALA). En Guatemala, el cedro alcanza la maduración de frutos en el mes de febrero; el período de colecta se extiende entre 9-22 de febrero según Hernández (2004). En Alta Verapaz, la recolecta se da entre marzo y abril (Teni 2007), al igual que en Petén (Contreras 2006).

EVALUACIÓN PREVIA A COLECTAR FRUTOS. Antes de la colecta, se seleccionan y marcan los mejores árboles tomando en cuenta los criterios siguientes: dominante, con fuste recto, sin bifurcaciones, sin hilo en espiral, libre de plagas y enfermedades, maduro. Se recomienda colectar semilla de unos 25 a 30 árboles.

Los frutos ideales para la colecta son de buena forma y tamaño, de color café oscuro, marrón o negro con puntos blancos, algunas cápsulas abiertas longitudinalmente en un árbol indican que ya es momento de colectar. Otro indicador es cuando los árboles están defoliando.

PRÁCTICA DE RECOLECCIÓN. Se debe emplear el equipo apropiado para escalar (cinturón con arnés, lazo o línea de seguridad, ropa resistente y confortable, guantes de lana, botas altas con tacón y que protejan el tobillo, casco de seguridad, vara de aluminio con un gancho tipo S en el extremo). Por lo general, se emplea la misma técnica de escalamiento que en los pinos. Un escalador con experiencia puede cosechar un saco y medio de fruto por día, con el apoyo de otra persona.

RENDIMIENTO. Cada cápsula puede contener entre 25 y 40 semillas fértiles. Se requieren 30 kg de fruto para obtener 1 kg de semilla (INAB 2000).

Acondicionamiento

POSTMADURACIÓN DE LA FRUTA. La limpieza se efectúa en un sitio bajo sombra y ventilado; se eliminan hojas, ramillas, cápsulas inmaduras y enfermas. Los frutos se colocan en las cajas de madera con malla metálica o plástica en el fondo. Es conveniente separar las vainas muy maduras o algo secas pues se abren antes y la semilla se dispersa.

SECADO DE LA FRUTA. Los frutos muy verdes se pueden secar al sol por 24-35 horas, por períodos de 3 a 7 horas por día para que se abran. Sin embargo, no hay que excederse pues la semilla pierde viabilidad. Los frutos deben estar dispersos y no amontonados para propiciar un buen secado y la apertura de las cápsulas; es necesario remover los frutos durante el secado.

EXTRACCIÓN DE LA SEMILLA. Las cápsulas abiertas se sacuden para desprender las semillas. Se puede usar un ventilador manual para eliminar basura y semilla vana. También se pueden colocar en un recipiente con agua a temperatura ambiente por un periodo de tres minutos; esto ayuda a separar semilla vana y basuras que flotan.

SECADO DE LA SEMILLA. Hernández (2004) asegura que es conveniente asolearlas un rato (3-4 horas), removiendo en forma suave y constante para que sequen completamente. No obstante, Cordero y Boshier (2003) afirman que la semilla de cedro nunca debe exponerse al sol.

RENDIMIENTO. El rendimiento de un saco con frutos es de 1.8 kg de semillas. Según análisis del Bansefor se tienen de 66.000 a 68.000 semillas por kilogramo, con porcentaje de germinación del 88-93%. Cordero y Boshier (2003) hablan de 30 mil a 50 mil semillas por kilogramo, en tanto que Patiño et al. (1983) afirman que en un kilogramo hay de 20.800 a 68.800 semillas (promedio de 48.850).

Patiño, VF., De la Garza L. P, Villagómez A. Y., Talavera A. I. y Camacho M.F. 1983. Guía para la recolección y manejo de semillas de especies forestales. Bol. Div. Inst. Nal. Invest. For. México. 63: 181.

Conservación y viabilidad

La semilla de cedro se puede almacenar con un contenido de humedad de 6-12%, dentro de bolsas o botes plásticos cerrados herméticamente. En un cuarto frío, con temperatura de 5°C y bajo contenido de humedad se alcanza una germinación del 90% después de cuatro años. En condiciones de temperatura y humedad ambiente, la viabilidad de las semillas disminuye rápidamente después de un mes.

Tratamientos pre-germinativos

No requiere tratamiento pregerminativo. No obstante, para uniformizar la germinación se sumergen las semillas en agua por 24 horas antes de la siembra. La germinación con semilla fresca es normalmente del 70%. Un ensayo determinó que tanto el porcentaje de germinación como el valor germinativo de semillas de cedro tienden a aumentar con una combinación de temperatura de 24°C, exposición a la luz por 24 horas y sustrato de aserrín (Reyes tesis lic USAC 98).

Métodos de propagación...

...sexual

PLANTAS A RAÍZ DESNUDA.

PLANTAS EN BOLSAS. La semilla es pequeña por lo que se debe sembrar inicialmente en camas de germinación. Se siembran aproximadamente unas 2000 semillas (40 g) por metro cuadrado, a una profundidad de 0.5-1.5 cm, dejando el ala afuera. La germinación comienza a los 6-10 días y termina a los 30 días. Las plantitas se repican a bolsas o bancales en cuanto alcanzan 5-8 cm de altura y aparecen las primeras hojas verdaderas. Se deben mantener a la sombra por diez días y 3-4 meses en vivero. El riego se debe reducir durante las 3-4 semanas previas a la plantación. Si se observan daños del barrenador del tallo, se debe aplicar insecticida de inmediato.

PSEUDOESTACAS. Las plantas requieren 6-7 meses en vivero.

...asexual

ESTACAS. Esta técnica permite conservar y multiplicar genotipos superiores. Las estaquitas deben tener 6 cm de largo y tratarse con 0.2% AIB (ácido indol- 3-butírico) en polvo o disuelto en metanol, aplicado en la base de la estaquita. Se deben dejar algunas hojillas en la estaquita y usar arena como sustrato.

INJERTOS.

PROPAGACIÓN IN VITRO.

Sustratos en vivero

CAJAS GERMINADORAS. Arena fina colada, lavada y desinfectada.

BOLSAS Y CAMAS DE VIVERO. Una evaluación del efecto de dos tipos de sustratos en el desarrollo de plántulas de cedro en vivero permitió encontrar que el sustrato de tierra negra, arena y estiércol vacuno tuvo un mejor efecto en el desarrollo de las plántulas que el sustrato tierra negra, arena y gallinaza. En ambos casos, las proporciones fueron de 2:1:1. Con el primer sustrato las plántulas mostraron un mayor crecimiento en altura, diámetro del tallo y número de hojas por planta (Barrientos pafs ITERN 11).

Teni (2007) ofrece el proceso siguiente para la preparación de las camas de vivero. En terrenos arcillosos se debe picar con piocha el suelo donde se colocará el germinador para facilitar el drenaje. En el fondo de la cama se coloca una capa de grava de 5 cm de espesor para mejorar el drenaje. La cama de germinación (marco de tabla, vara de tañil o bambú) se llena con una capa de arena de río debidamente cernida, de unos 18 cm de espesor; también puede usarse tierra y materia orgánica, en proporción de tres partes de tierra y una parte de materia orgánica. Con un pedazo de tabla u otro objeto similar, se aplana bien el sustrato en el tablón. Finalmente, se riega en forma abundante y, de ser necesario, se agrega más sustrato antes de colocar las semillas.

Rodales semilleros

Cuadro capítulo 2: Fuentes semilleras del palo blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) registradas en Guatemala

Registro	Departamento	Municipio	Finca	Bosque	Área [Ha]
FS-1079	Retalhuleu	El Asintal	Buenos Aires	natural	10
FS-1059	Retalhuleu	Nuevo San Carlos	La Primavera	natural	10
FS-1061	Quetzaltenango	Colomba Cuca	Costa San Francisco Miramar	natural	77
FS-1094	Escuintla	Guanagazapa	El Triunfo	natural	27

FS activas e inactivas 27 de octubre 2014_Registro Nacional Forestal
Fuente semillera

Finca	Propietario	Municipio	Departament	Estado
RUSTICA	GUILLERMO ALBERTO GARCÍA ESTRADA	ESCUINTLA	ESCUINTLA	Activo
BUENOS AIRES	AGROINDUSTRIAS G.M.S.A.	EL ASINTAL	RETALHULEU	Activo

FS_Depto de CFySF

Finca	Propietario	Municipio	Departamento	Estado	Región
RUSTICA	GUILLERMO ALBERTO GARCÍA ESTRADA	ESCUINTLA	ESCUINTLA	Activo	IX COSTA SUR
BUENOS AIRES	AGROINDUSTRIAS G.M.S.A.	EL ASINTAL	RETALHULEU	Activo	IX COSTA SUR

CUADROS DE INFORMACION GENERAL A TOMAR EN CUENTA PARA EL ESTABLECIMIENTO DE VIVEROS FORESTALES EN LA ECOREGION LACHUA COBAN ALTA VERAPAZ.

En los siguientes cuadros, se presenta información obtenida directamente en los viveros forestales que se han manejado en los dos últimos años (2006) en la eco región lachua. Esta adaptada a las características de la zona, épocas de producción de semilla de las diferentes especies nativas, información suficiente para la toma de decisiones para el buen manejo de viveros, decisiones como la compra de insumes, principalmente adquisición de semillas forestal, esta debe estar disponible en la época adecuada tomando en cuenta las característica de crecimiento de cada especie.

Se debe tomar en cuenta que la mayor información fue obtenida en el año 2,006, año en el cual la época lluviosa tuvo buen comportamiento, la elaboración de semilleros y/o

siembra directa se hizo conforme se fue obtenida la semilla en los bosques naturales dentro del área, se debe tener en cuenta que no todos los años son buenos productores de semillas(el año 2,006 no fue bueno para algunas especies como el danto o medallo, Canxan, santa Maria) sin embargo, la producción que hubo fue suficiente para satisfacer la demanda de los viveros manejados en la zona. Asimismo, es importante conocer que la época de producción de semillas varía de un sitio a otro dentro del mismo eco región.

TIPO DE SIEMBRA SEGÚN ESPECIE.

especie	TIPO DE SIEMBRA.	
	SEMILLERO.	SIEMBRA DIRECTA.
palo blanco	X	
santa Maria		X
caoba		X
medallo		X
cedro	X	
Canxan	X	
san Juan		X
palo sangre		X
cola de coche		X
teca	X	
matilisguate		X
amapola	X	
Cenicero o cadena.	X	

Fechas recomendables siembra en semilleros y directo a bolsa

ESPECIE	FECHA SEMILLERO	FECHA DE SIEMBRA DIRECTA A BOLSA	FECHA TRANSPLANTE A CAMPO DEFINITIVO.	TIEMPO APROXIMADO EN VIVEROS. (MESES)
Palo blanco	15 de febrero		Junio a Julio	5
Santa María		1 de mayo	1 de septiembre	4
Caoba		1 de mayo	1 de septiembre	4
Danto o medallo		En el mes de mayo.	Agosto	3
Cedro	14 de julio		14 de octubre	3
Canxan	30 de mayo		Septiembre.	4
San Juan		Marzo.	Agosto.	5
Palo sangre		14 de julio.	Noviembre.	4
Cola de coche		En mayo	Octubre.	5
Teca	25 de julio.		Octubre.	3
Matilisguate		10 de junio.	25 de septiembre.	3
Mapoia.		1 de junio.	Octubre.	5
Cenicero o cadena.	25 de mayo.		Agosto.	3

Cantidad aproximada de semilla para producir 100,000 plántulas.

Especie.	Libras para 100,000 plántulas.
Palo blanco.	1.50
Santa Maria	440
Caoba	121
Danto o medalla	121
Cedro.	3.3
Canxan.	10
San Juan.	48
Palo sangre.	367
Cola de coche	440
Teca fruta escarificada.	61
Mabilisguate.	4.4
Mapola.	42
Cenicero o cadena.	50

ÉPOCA DE RECOLECCION DE SEMILLA SEGÚN ESPECIE.

ESPECIE.	EPOCA DE RECOLECCION DE SEMILLA.
Santa Maria	Abril a mayo.
Caoba.	Marzo a abril.
Danto o medalla.	Mayo a junio.
Cedro.	Marzo a abril.
Canxan.	Abril a junio.
San Juan.	Septiembre a octubre.
Palo sangre.	Mayo a julio.
Cola de coche.	Marzo a julio.
Teca.	Abril a mayo.
Mabilisguate.	Mayo a junio.
Mapola.	Mayo a junio.
Cenicero o cadena.	Mayo.
Rossul.	Enero a febrero.

CANTIDAD APROXIMADA DE SEMILLAS POR LIBRA Y DIAS PARA GERMINAR.

ESPECIE.	SEMILLA POR LIBRA	DIAS A GERMINAR.
San Juan	4600	8 a 10
Mapola.	4752	6
Santa Maria	173	17 a 35
Palo sangre.	210	20 a 35
Mabilisguate	22700	6
Caoba	770	17
Danto o medalla	800	10 a 20
Canxan	59000	12
Palo blanco	20000	7 a 10
Cedro		7 a 12
Cola de coche	194	8
Teca escarificada (818 frutos por libra)	1636	8
Cenicero o cadena.	2928	8

Semilla

Los frutos se abren en el árbol cuando están maduros para liberar las semillas. Por esto deben recolectarse del árbol cuando cambian de color verde a marrón café, justo antes de que se abran. Los frutos muy verdes se pueden secar al sol por 24-35 horas para que se abran, pero sin excederse pues la semilla pierde la viabilidad; también puede hacerse en zarandas a la sombra con buena ventilación. La semilla no debe exponerse al sol. Cada kg contiene 30,000-50,000 semillas. La semilla pierde viabilidad rápidamente, pero puede almacenarse por años a 5°C herméticamente sellados y con bajo contenido de humedad, pudiendo lograrse una germinación del 90% después de 4 años.

Propagación

La semilla no necesita pretratamiento pero se consigue una germinación más uniforme sumergiendo la semilla en agua por 24 horas antes de la siembra. La germinación con semilla fresca es normalmente del 70%.

La semilla es pequeña, por lo que se debe sembrar inicialmente en camas de germinación con arena fina colada, lavada y desinfectada. Se siembran aproximadamente unas 2000 semillas (40 g) por m² a una profundidad de 0.5-1.5 cm, dejando el ala fuera. La germinación comienza a los 6-10 días y termina a los 30 días. Las plantitas se repican a bolsas o bancales en cuanto alcanzan 5-8 cm de altura y aparecen las primeras hojas verdaderas. Se deben mantener a la sombra por 10 días y normalmente no es necesaria la fertilización. El riego se debe reducir durante las 3-4 semanas previas a la plantación. Si se observan daños del barrenador del tallo, se debe aplicar insecticida inmediatamente.

Las plantas requieren 3-4 meses en vivero si se cultivan en envases, y 6-7 meses como pseudoestacas. También puede propagarse por estaquillas, para conservar y multiplicar genotipos superiores. Las estaquitas deben tener 6 cm de largo y tratarse con 0.2% AIB (ácidoindol- 3-butírico) en polvo o disuelto en metanol, aplicado en la base de la estaquita. Se deben dejar algunas hojitas en la estaquita y usar arena como sustrato.

RECOLECCION Y RENDIMIENTO

Los frutos deben ser recolectados del árbol. El índice de madurez, es cuando las capsulas presentan una coloración café oscura y no han iniciado el proceso de apertura de los loculos, pues este es el indicador de la diseminación natural. La caída de las semillas se ha observado en agosto. Cada capsula puede contener entre 25 y 40 semillas fértiles.

PROCESAMIENTO DE FRUTOS Y SEMILLAS

Una vez colectados los frutos son transportados rápidamente al lugar de procesamiento. Para extraer las semillas es necesario exponer los frutos al sol para su posmaduración, luego se colocan sobre un manteado, o preferiblemente, sobre un depósito amplio (cajas grandes o camas de germinación); luego se colocan al sol durante 24 a 35 horas, enjomadas de 4 a 6 horas por días, sin permitir que se sequen completamente para evitar que las semillas pierdan su

viabilidad. También se les puede poner a secar al sol sobre una malla metálica (1/4"); las semillas se colectan debajo de la malla.

Después de que se abran las capsulas, se separan las semillas de las impurezas, usando un tamiz apropiado. Las semillas se ponen al sol cuatro horas durante tres días.

CALIDAD FISICA Y GERMINACION

Calidad física: Un kilogramo contiene aproximadamente de 15 700 a 60 000 semillas; con un promedio de 32 000, y un contenido de humedad de 30%. Presenta un porcentaje de pureza de 40 a 70%. Bajo condiciones ambientales, la viabilidad de las semillas disminuye rápidamente después de un mes. Germinación: En el germinador se riegan las semillas al voleo y se cubre con una capa de arena; la germinación es epigea y se realiza por la parte inferior de la semilla; después de los cotiledones, se desarrollan hojas trifoliadas, de 4 cm de longitud aproximadamente, las cuales van cambiando a la forma madura de hojas pinnadas.

La semilla fresca presenta una viabilidad del 80% y se logran porcentajes de germinación de 85 a 95%, sin tratamiento pregerminativo. La germinación es epigea y se inicia de ocho a 12 días después de la siembra y se completa de 15 a 18 días después. Tratamientos pregerminativos: Dadas las características morfológicas y anatómicas, así como la alta capacidad germinativa natural, la especie no requiere tratamientos pregerminativos. Sin embargo, si se desea una germinación más uniforme, se sumerge la semilla en agua a temperatura ambiente por 24 horas antes de la siembra.

ALMACENAMIENTO

La viabilidad de las semillas disminuye rápidamente después de un mes bajo condiciones ambientales, pero almacenadas adecuadamente se conservan por varios meses. Las semillas almacenadas en bolsas de polietileno a 5 °C de temperatura y 7% de contenido de humedad (CH), mantienen un porcentaje de germinación de 50 a 60%, a los dos años. Por su resistencia al almacenamiento se considera una especie ortodoxa.

En la germinación de las semillas forestales interactúan factores externos que de acuerdo a su incidencia, afectan de manera positiva o negativa este proceso. Mediante el conocimiento del efecto de estos factores en el proceso de germinación, se espera poder determinar cuales son las condiciones óptimas en las cuales se presentan e interactúan. Estos resultados son de utilidad, en los laboratorios de semillas, para efectos de estandarización y aplicación en trabajos de protocolos para especies de interés. Las semillas de las especies *Cedrela odorata*, *Cibistax donnell smithii*, *Pinus caribaea* y *Pinus chiapensis* presentan porcentajes de germinación de 90%, 66% 80% y 63 % respectivamente, los cuales se han obtenido sin manejar los factores de luz y temperatura (BANSEFOR, 2000). En este sentido, se considera que al conocer las condiciones óptimas en que germinan las semillas (temperatura óptima de germinación y fotoperíodo óptimo para la germinación) se puede optimizar la germinación, pudiéndose obtener el máximo porcentaje en el menor tiempo.

En el caso de las semillas forestales la germinación uniforme que se presente es importante debido a que facilita las labores de manejo de las plantitas en el trasplante a bolsa para los posteriores cuidados en el vivero. Su rápida germinación expone un menor tiempo a la semilla a factores bióticos y abióticos que les afecten, con ello se tiene menor pérdida de semillas y se incrementa el número de plantas que redundan en reducir los costos de producción en los viveros (Reyes, 1998).

Preextracción: Después de este periodo los frutos se empiezan abrir, por lo que se deben sacar al sol en zarandas, durante periodos breves (1-2 horas al día), utilizando los periodos de menor exposición solar, para que terminen de abrir.

Extracción: Al estar abiertos los frutos se saca la basura contenida dentro de la cápsula. Las semillas ya expuestas son colocadas al sol por un periodo de 4 a 5 horas (por la mañana), para que sequen las aletas,

Desalado: Las semillas son desaladas frotándolas con las manos, lo cual debe hacerse de suavemente sobre una zaranda.

Limpieza: Las semillas desaladas son pasadas a una mesa donde se elimina la basura pequeña.

Siembra directa a bolsa. Previa desinfección de la misma con banrot 40 WP, se coloca directamente en la bolsa, es valido para las especies de semillas grandes como: santa Maria, caoba, danto o medalla, palo sangre, cola de coche, etc. La semilla debe quedar bien cubierta de tien-a, no más de medio centímetro.

Un día antes de la siembra se aplica un riego profundo, posteriormente se desinfecta el sustrato contenida en las bolsas apiladas, usando en mismo procedimiento que se usa cuando se transplanta plántulas producidos en viveros.

Después de colocar la semilla en cada bolsa, se cubre con chispa sobre los tabloncillos para crear condiciones adecuadas de germinación, principalmente temperatura y humedad, así mismo para evitar que las gotas de la lluvia descubran las semillas y luego, se aplica riego profundo nuevamente.

Establecimiento de plantaciones

Comportamiento ecológico de la especie

Basado en Cordero & Boshier, Francis 2000

NATURALEZA DE LA ESPECIE. El cedro es demandante de luz y debe plantarse en lugares abiertos o en líneas en plantaciones de enriquecimiento. Las condiciones óptimas para la regeneración natural de la especie están desapareciendo, por lo que a menudo el árbol se encuentra aislado entre otras especies arbóreas del bosque, o en linderos o campos de

cultivo. Las plantaciones puras de cedro no son recomendables, especialmente en áreas donde se esperan ataques severos del barrenador.

En el bosque natural, es común encontrar una alta densidad de plántulas cerca de los árboles madre poco después del comienzo de la temporada lluviosa; no obstante, a mediados del periodo de lluvias, la mayoría de las plántulas han desaparecido. Esta alta mortalidad natural puede deberse a la sombra, a la competencia, al “*damping off*”, o problemas con las raíces. Las plántulas sobrevivientes muestran buen crecimiento inicial (1 m de altura y 10 mm de diámetro en el primer año), pero entre los años 2 y 3 se da una fuerte mortalidad debido al ataque de *Hypsipyla* y/o suelos apropiados. En ruinas de piedra caliza, en áreas con una marcada estación seca se han encontrado como rodales casi puros de cedro y aparentemente sin problemas con *H. grandella* (Styles 1972 citado por Francis 2000); esto sugiere que la especie podría ser calcífila.

COMPORTAMIENTO RADICULAR. Las plántulas y los brinzales desarrollan sistemas radiculares muy superficiales, por lo que son susceptibles al desarraigo o daños mecánicos a las raíces. Sin embargo, en suelos flojos, toscos o con fisuras, la especie logra desarrollar raíces profundas.

Instalación

Basado en Cordero & Boshier,

DISTANCIAMIENTO DE SIEMBRA. En plantaciones de enriquecimiento se usan hileras separadas de 10 m y 5 m entre árboles. En combinación con cultivos perennes (café): 6x6 m a 9x9 m; con cultivos anuales: 5x3 m; en plantaciones puras: 3x3 m a 5x5 m; en plantaciones mixtas con otras especies arbóreas: 6x4 m a 14x7 m; en linderos o cercas vivas: 3 a 5 m entre árboles.

MEZCLA CON OTRAS ESPECIES. Se recomienda mezclarlo con otras especies, a una tasa de 10-15 árboles por hectárea o, dado lo abierto de su copa, intercalarlo con cultivos. Entre las especies adecuadas está el laurel, que tiene una forma y comportamiento semejante; *Leucaena* spp, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tectona grandis* o *Samanea saman*, que, dado su crecimiento más rápido, pueden dar sombra a las plantitas de cedro.

FERTILIZACIÓN INICIAL.

CONTROL INICIAL DE MALEZAS. El cedro es tolerante a las malas hierbas en la etapa de plántula, pero intolerante a las malas hierbas y a la sombra en etapas posteriores.

Introducción en sistemas agroforestales

Basado en Cordero & Boshier,

Se recomienda mezclarlo con otras especies dentro de cafetales y platanales en los primeros años de la plantación. En los países centroamericanos es frecuente como sombra de cafetal, árboles aislados en potreros y, ocasionalmente, en linderos.

Establecimiento de plantaciones

Cordero & Boshier cedrod CATIE 03 pp. 447

Sistemas de finca

Las condiciones óptimas para la regeneración natural de la especie están desapareciendo, por lo que a menudo el árbol se encuentra aislado entre otras especies arbóreas del bosque, o en linderos o campos de cultivo.

En general, no se recomiendan las plantaciones puras debido al barrenador del tallo. Es mejor mezclarlo con otras especies, a una tasa de 10-15 árboles por hectárea o, dado lo abierto de su copa, intercalarlo con cultivos. Una especie adecuada podría ser el laurel, pues tiene una forma y comportamiento semejante. Otras especies recomendadas, dado su crecimiento más rápido o similar y que puedan dar sombra a las plantitas de cedro son *Leucaena* spp, *Enterolobium cyclocarpum*, *Tectona grandis* o *Samanea saman*. Se recomienda mezclarlo con otras especies dentro de cafetales y platanales en los primeros años de la plantación. En México es muy usado como sombra, ornamental melífera, cerca viva, o asociada con otras especies maderables o frutales. Su uso como árbol de sombra en cafetales es quizá el más común entre pequeños productores, principalmente en Nicaragua, pero también en el resto de la Región. Sin embargo, no gusta a todos pues algunos dicen que es "*muy caliente*" y bota las hojas en verano. En Nicaragua y México es muy frecuente como árbol aislado en potreros y zonas de cultivo, donde es respetado por su valor. En Costa Rica parece que regenera abundantemente en asocio con café o en sistemas bajo pastoreo extensivo si hay una fuente de semilla cercana y en lugares como Puntarenas lo encontramos en ocasiones en linderos.

En Nicaragua y Costa Rica lo hallamos a menudo como parte del huerto familiar. En Colombia prospera en terrenos de terrazas y diques aluviales combinado con cultivos de ciclo corto como maíz, arroz, caña, papachina, plátano y banano. Se recomienda en sistemas de rotación de barbechos dedicados a los cultivos de maíz. Bajo este sistema, el cedro se siembra en líneas dentro del barbecho, a veces alternándolas con líneas de frutales como *Chrysophyllum cainito* o guayabilla.

Plantación

Es una especie que demanda luz y debe plantarse en lugares abiertos o en líneas en plantaciones de enriquecimiento. Crece mejor mezclada con otras especies de árboles o cultivos perennes, lo que además reduce el riesgo de ataque del barrenador. Los

espaciamientos recomendados varían con el sitio y el cultivo asociado. En plantaciones de enriquecimiento se usan hileras separadas 10 m y se dejan 5 m entre árboles. En combinaciones agroforestales o plantaciones:

En el caso de las plantaciones mixtas, se ha ensayado la asociación de diferentes especies con las meliáceas, encontrando que existen plantaciones donde fue el asocio con *G. sepium* (brotón) y es la única especie que se encuentra en este momento, en el área de plantación mezclada con otras especies de menor valor comercial. Las especies *P. leucocalyx* (guacibán) y *P. ellipticum* (amapola), están teniendo buen desarrollo asociado a *C. odorata* y *S. macrophylla*, en las plantaciones más recientes, presentando fustes rectos y buen desarrollo en dap y altura total. Para el caso de las plantaciones donde existe *E. cyclocarpum* (conacaste), se tiene el problema que esta especie es de mala calidad de fuste, por lo que las consecuencias se observarán en el momento de la cosecha, pudiendo generar bajos rendimientos por área plantada.

Silvicultura de plantaciones

Manejo silvicultural de plantaciones

Durante los primeros dos años es necesario hacer limpiezas con regularidad. La mayor incidencia del barrenador se da en las etapas iniciales de desarrollo. En sitios favorables, es posible que el ataque del barrenador cese después de 3-4 años. Una vez superada la etapa vulnerable de brinzal, el cedro crece muy rápido (2.5 cm o más en diámetro y 2 m de altura al año, en buenas condiciones de sitio).

Poda

En caso de ataque de *H. grandella*, se recomienda la poda de la parte dañada y una vez que se hayan desarrollado nuevos rebrotes, se selecciona el mejor y se eliminan los demás con tijeras podadoras. Esto evita la formación de bifurcaciones en la parte baja del árbol, la más valiosa desde el punto de vista maderable. Este procedimiento se repite las veces que sea necesario para lograr una buena sección de fuste recto, o hasta que el ataque se diluya en ramas secundarias donde el efecto no es tan importante. Al aplicar esta poda, se debe dejar la mayor cantidad de follaje.

Raleo

Debido a que se planta habitualmente a espaciamientos amplios, no se requiere un intenso régimen de raleos. Solo se eliminan los árboles de mala forma para dejar una densidad final de 100-200 árboles/ha al final del turno de corta. El raleo debe ser suficiente para asegurar que las copas de los árboles restantes queden a plena luz.

Son importantes las limpiezas durante los primeros dos años. En caso de ataque, se recomienda la poda de la parte dañada, y cuando vienen los rebrotes, realizar una selección del mejor rebrote y eliminar los demás con tijeras podadoras. Esto evita la formación de bifurcaciones en la parte baja del árbol, que será la más valiosa desde el punto de vista maderable. Este procedimiento se repite las veces que sea necesario para lograr una buena sección de fuste recto, o hasta que el ataque se diluya en ramas secundarias donde el efecto no es tan importante), Si se hace esta poda, dejar la mayor cantidad de follaje que se pueda.

Debido a que se planta habitualmente a espaciamientos amplios, no se requiere un intenso régimen de raleos. Se eliminan los árboles de mala forma para dejar una densidad final de 100-200 árboles/ha al final del turno de corta. El raleo debe ser suficiente para asegurar que las copas de los árboles restantes quedan a plena luz.

Manejo de plagas y enfermedades

Sin lugar a dudas, el principal problema que afecta tanto al cedro como a la caoba es el ataque del barrenador del tallo (*Hypsipyla grandella* Zeller). La plaga ataca a las plántulas en vivero y árboles en plantaciones jóvenes; aunque rara vez mata al árbol, sí degrada seriamente la forma del fuste, ya que el árbol se bifurca con lo que se reduce la altura comercial y el diámetro. El problema no es tan severo en los bosques naturales pues los árboles de la especie se encuentran más esparcidos.

En el cuadro siguiente se resumen los agentes dañinos que afectan al cedro en Guatemala. Agentes dañinos del cedro (*Cedrela odorata*) reportados* en Guatemala.

Nombre común	Nombre científico	Tipo de agente dañino	Estructura atacada	Ataques / peligrosidad	Más información en...
Barrenador, taladrador de las meliáceas	<i>Hypsipyla grandella</i>	Insecto Lepidoptera	Brote terminal de árbol joven	Severa	Sosa 2009 Caal 2007
Chancro	<i>Botryosphaeria</i> sp	hongo	follaje	Amarilleo de la hoja, formación de manchas oscuras y desprendimiento. Encontrado en plantaciones en Livingston con incidencia del 50% en follaje y 25% en tallos y ramas. En vivero, la severidad fue del 100%.	Soto 2002
	<i>Pestalotia</i> sp	Microorganismo	Follaje	Defoliación prematura; retraso del crecimiento. Encontrado en hojas maduras en Mazatenango, Suchitepéquez	García 2006 Soto 2002
	<i>Botriosphaeria</i> sp	Microorganismo	(Tallos y ramas)	Árboles aislados en plantación en Livingston. En vivero, el 100% de las plantas murieron en pie o durante el traslado al campo.	Soto 2002
	<i>Hysterographium</i> sp	Hongo patógeno	no Corteza	Algunos árboles jóvenes en plantaciones en Livingston	Soto 2002

	<i>Chrysobothris</i> sp	Insecto Coleoptera	Fuste	Las larvas se alojan en la base del tallo de árboles jóvenes, en donde empupan y completan el ciclo de vida. Al inicio del ataque se detecta un exudado cerca de la base del tallo y después la corteza adquiere un color oscuro en la parte afectada. Los arbolitos se quiebran a la altura de la lesión.	INAB 2009, 2010, 2011, 2012
Gallina ciega	<i>Phyllophaga</i> sp	Insecto Coleoptera	Raíces	Vivero	Teni 2007
Hormigas	<i>Atta</i> sp	Insecto Hymenoptera	Follaje	Vivero y plantaciones jóvenes	Teni 2007
Gusano alambre	<i>Agriotes</i> sp	Insecto Coleoptera	Raíces	Vivero	Teni 2007
Nematodos	<i>Meloidogyne</i> sp	Microorganismo	Raíces	Vivero	Teni 2007
Mal del talluelo	<i>Rhizoctonia</i> sp, <i>Fusarium</i> sp, <i>Pythium</i> sp, <i>Phytophthora</i> sp, <i>Cylindrocladium</i> sp, <i>Phoma</i> sp, <i>Botrytis</i> sp	Hongo	Raíces	Vivero y plantaciones recién establecidas	Teni 2007 Arguedas 1997

Control de plagas y enfermedades en vivero

Teni 2007, Catie 91

Antes de colocar la semilla en el germinador, se procede a la desinfección del sustrato para evitar plagas y enfermedades fungosas comunes. Se recomienda usar volatón líquido, banrot 40wp, nemacur 240 o volaton en polvo. Antes del tratamiento se debe aplicar un riego abundante a la cama de germinadores. Para prevenir el ataque de gallina ciega y otros insectos que dañan las raíces se recomienda mezclar de 2 a 4 medidas bayer de volaton 50ec en 100 litros de agua y aplicar cada 7 a 14 días a todo el tablón hasta que se humedezca bien el sustrato. Para prevenir el ataque de nematodos se recomienda aplicar, antes de la siembra, 150 cc de nemacur 240cs en 100 litros de agua. Esta solución se aplica al tablón hasta que penetre bien en el sustrato.

El mal drenaje, suelos pesados, altas densidades de siembra y suelos infectados con alto contenido de materia orgánica son factores que aceleran la aparición del mal del talluelo, así como de muchas otras enfermedades y plagas en vivero. Si la producción de plantas se inicia en una cama de germinación, es preferible usar como sustrato arena de río o una

mezcla de arena y suelo (3:1) desinfectada, para evitar el acarreo de hongos y contar con un drenaje eficiente. Debe usarse un sitio techado y bien ventilado y riego por aspersión. El sustrato se desinfecta aplicando vapor o productos químicos como bromuro de metilo o vapán. El bromuro de metilo se usa en una dosis equivalente a un tarro por metro cúbico de sustrato bien seco; una vez aplicado, se debe cubrir el suelo durante 24 horas para evitar la volatilización de los gases tóxicos. Luego se destapa y se deja airear por 48 horas antes de sembrar. El vapán se aplica con regadera en una hilera de 10 m², usando una dosis de 100 ml/m².

Control de plagas y enfermedades en plantaciones

Arguedas CATIE 85 pp. 191 CATIE 1991, **Cojom en prensa**, FRANCIS 2000, Sosa tesis lic UVG 09,

***Hypsipyla grandella* Zeller (Pyrilidae) Lepidoptera**

Se le conoce como el barrenador de las meliáceas; su impacto en la silvicultura es impresionante por la magnitud del daño y el número elevado de especies valiosas susceptibles al ataque; entre ellas, *Swietenia* spp y *Cedrela* spp. El corto ciclo de vida del insecto asegura su presencia y proliferación durante cualquier período del año. La palomilla deposita los huevos en las hojas próximas a los nuevos brotes; las larvas perforan galerías de 25 cm o más de longitud en los brotes nuevos; el insecto pupa generalmente dentro de la galería. El adulto (de 22 a 40 mm de extensión alar) sale por alguno de los orificios en el tallo barrenado. El ciclo de vida se completa en 80-95 días en la época lluviosa y 63-80 días en la época seca.

SÍNTOMAS. El ataque produce la muerte de los brotes tiernos, incluyendo el brote central, lo cual produce ramificación y deformación del fuste; el ataque es más severo en árboles jóvenes que crecen en áreas expuestas al sol. Esta plaga también ataca a los frutos y las semillas de sus hospedantes, así como las plantas en vivero.

PRÁCTICAS DE CONTROL. En plantaciones mixtas, la incidencia del barrenador disminuye porque la presencia de las otras especies reduce la concentración del aroma emitido por los árboles de cedro. En Cuba se ha plantado en combinación con *Datura* spp. (reina de la noche), ya que el aroma de sus flores dificulta a las hembras del barrenador encontrar los árboles de cedro.

A pesar de que *H. grandella* ha sido extensamente estudiada, no se ha desarrollado un sistema de control integrado. Se ha observado que los ataques son menos frecuentes en los climas marcadamente estacionales, en donde el ciclo de reproducción de los insectos se rompe de manera natural por lo menos una vez al año. El ataque es también menos frecuente en el bosque natural, en donde los árboles huéspedes son pocos y muy esparcidos, de manera que nunca se desarrolla una alta acumulación poblacional de los insectos; es también menos frecuente bajo sombra que bajo sol pleno y en las plántulas en etapa inactiva. Los experimentos con procedencias de cedro de una vasta región

geográfica han mostrado que la respuesta al ataque es variable, por lo que una selección esmerada podría permitir el futuro desarrollo de variedades tolerantes. Se han logrado progresos en el desarrollo de estrategias de control químico y biológico, pero tarde o temprano, el insecto podría desarrollar resistencia a los agentes químicos.

Botryosphaeria Virginia Cooperative Extension https://pubs.ext.vt.edu/450/450-726/450-726_pdf.pdf

Hypsipyla grandella Zeller (Pyralidae) LEPIDOPTERA:

Se conoce como el barrenador de las meliáceas; su impacto sobre la silvicultura es impresionante por la magnitud del daño y el número elevado de especies valiosas susceptibles al ataque (*Swietenia* spp, *Cedrela* spp).

Su corto ciclo de vida asegura su presencia y proliferación durante cualquier período del año, los huevos son puestos en las hojas próximas a los nuevos brotes; las larvas más desarrolladas perforan galerías en los brotes nuevos, las cuales pueden alcanzar hasta 25 cm o más de longitud; el insecto pupa generalmente dentro de la galería. El adulto (de 23 a 45 mm de extensión alar) sale del *tiróte* por alguno de los orificios que presenta el tallo barrenado.

Su ataque produce la muerte de los brotes tiernos, incluyendo el brote central, lo cual produce ramificación de los árboles y deformación. Esta plaga también ataca a los frutos y las semillas de sus hospedantes.

En los cuadros que se presentan a continuación se hace una descripción de los datos obtenidos mediante los diagnósticos que se efectuaron sobre las muestras analizadas de cada especie forestal en estudio.

En el cuadro 3 se detallan los agentes patógenos asociados a la presencia de alguna enfermedad encontrada en cada una de las especies forestales. En el cuadro 4 se describen los grados de severidad e incidencias con las que se presentan los patógenos encontrados en cada una de las especies forestales. En el cuadro 5 se hace un resumen de los grados de importancia que adquieren los organismos patógenos según el alcance de su virulencia, es decir el rango de hospedantes a los que se le encontró parasitando, así como el grado de incidencia y severidad que presentaba en cada caso. Este último cuadro resume a los principales hongos encontrados durante el estudio dándoles una nomenclatura de variables que representa el grado de importancia del patógeno en la investigación. El último grado de importancia que se tomó fue el alcance geográfico que poseían los patógenos ya que algunos fueron encontrados en áreas de muestreo con diferentes tipos de condiciones ambientales imperantes por lo que la capacidad de dispersión y de colonización de áreas remotas fue otro factor a tomar en cuenta para la evaluación.

El esquema 1 muestra la clasificación taxonómica de los organismos patógenos encontrados en los diagnósticos.

La Figura 1 muestra la localización aproximada de las plantaciones forestales en los departamentos muestreados.

Cuadro 4. Especies forestales y enfermedades presentes en las plantaciones.

Cedro	<i>Cedrela odorata</i> L.	Antracnosis	<i>Botriosphaeria</i> sp.
		Epilito	<i>Hysteroglyphium</i> sp.

Cuadro 5. Enfermedades, grado de incidencia y severidad por especie forestal en las plantaciones durante el año 2000.

<i>Cedrela odorata L.</i>	<i>Botriosphaeria sp.</i>	hasta 100 %	hasta 50 %
	<i>Hysteroglyphium sp.</i>	hasta 100 %	hasta 25 %

Cuadro. Patógenos más importantes localizados en las plantaciones forestales, según sus características de rango de alcance geográfico y patogenicidad en diferentes especies.

Patógeno	Valor de incidencia máx.	Valor de severidad máx.	No municipios donde se encontró.	Especies afectadas	Valor de importancia
<i>Pestalotia sp.</i>	80%	100%	5	4	A
<i>Lophodermium sp.</i>	80%	100%	7	2	B
<i>Sphaeropsis sp.</i>	50%	50%	3	4	C
<i>Cercospora sp.</i>	75%	50%	2	2	D
<i>Mycosphaerella sp.</i>	50%	100%	3	1	E
<i>Ploioderma sp.</i>	75%	75%	1	1	F

El resultado de los análisis de presencia de enfermedades y resultado de los diagnósticos realizados a cada especie forestal se detallan conforme a la importancia en cuanto al área cubierta con las especies forestales así como la importancia que se determinó para cada enfermedad en cada especie forestal y su localización en las áreas muestreadas en las plantaciones forestales en diferentes municipios.

Síntoma; Se produce la aparición de una zona clorótica definida en el envés y el haz de la hoja donde rápidamente se llena con numerosas manchas oscuras las cuales forman una masa observable en la fotografía 38 y a simple vista, posterior a lo cual se da una clorosis a todo lo extenso de la hoja y la misma termina por desprenderse de la rama.

Signo; Se forman una serie de cuerpos de color oscuro en la hoja producto de la unión de varios peritecios llamadas ascomas estromáticos los cuales poseen paredes compuestas de varias células oscuras. Portan en su interior las aseas bitunicadas las cuales constan cada una de 8 esporas unicelulares de forma oblonga o fusoides de color claro o hialino que en ocasiones poseen una cubierta fina y gelatinosa según Hanlin (12), estas estructuras son observables en la fotografía 39. Se reportan por Hanlin (12) los estados anamorfoicos como los géneros *Diplodia sp.*, *Lasiodiplodia sp.*, *Botriodiplodia sp.*, *Macrophoma sp.* y *Sphaeropsis sp.* En *Cedrela sp.* no existe reporte de este patógeno, pero para la familia *Meliaceae* a la cual pertenece, se reporta *Botriosphaeria dothidea* como responsable de una muerte descendente.

Distribución: Este patógeno se encontró en varios árboles de diferentes edades en plantaciones de Livingston en grados de incidencia mayores de 50 % en el follaje y de 25%

en los tallos y ramas. Los grados de severidad alcanzaron el 100% a nivel de vivero donde los arboles afectados murieron en pie y al momento de su traslado al campo.

Control: Proveer al arbol de nutrientes para aumentar el vigor en los viveros aunado a la aplicacion de desinfectantes del suelo y fungicidas protectantes a base de cobre ayudaran al desarrollo en el campo para los arboles ya que a mayor edad el no presenta grados de severidad de mas de 50%.

CEDRO (*Cedrela odorata* L.)

Las enfermedades que se encontraron en esta especie son compartidas por otras especies de la region por la cercania de su filogenia, asi, por compartir los mismos espacios fisicos dentro de las plantaciones y a nivel natural.

RESUMEN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES FORESTALES AREAS BAJO MANEJO INAB 2009 plantaciones

Especie	Patógeno	Area
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Hypsipyla grandella</i>	23.08
	<i>Chrysobothris sp</i>	12.87

RESUMEN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES FORESTALES AREAS BAJO MANEJO INAB 2010 Plantaciones

Especie	Patógeno	Area
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Hypsipyla grandella</i>	120.14
	<i>Chrysobothris sp</i>	20.14

RESUMEN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES FORESTALES AREAS BAJO MANEJO INAB 2011 plantaciones

Especie	Patógeno	Area
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Hypsipyla grandella</i>	28.01
	<i>Chrysobothris sp</i>	23.57

RESUMEN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES FORESTALES AREAS BAJO MANEJO INAB 2012 plantaciones

Especie	Patógeno	Area
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Hypsipyla grandella</i>	87.04
	<i>Chrysobothris sp</i>	20.14

RESUMEN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES FORESTALES AREAS BAJO MANEJO INAB 2013 plantaciones

Especie	Patógeno	Area
<i>Cedrela odorata</i>	<i>Hypsipyla grandella</i>	0.15

RESUMEN DE PLAGAS Y ENFERMEDADES FORESTALES AREAS BAJO MANEJO INAB 2014

Manejo de bosques naturales

Ubicación y trazo de las parcelas

En el área se diseñó un muestreo al azar en fajas, atravesando el bosque en fajas longitudinales en sentido Norte-Sur, garantizando una óptima representatividad del muestreo. En el área de Buena Vista y Chotal se trazaron las fajas o líneas de muestreo, utilizando las brechas del plan de aprovechamiento 2000 y 2001, en los puntos de inicio se utilizará un GPS y sobre el terreno se localizaron los puntos de referencia utilizando un GPS, levantándose líneas de muestreo.

La faja se determinó de un tamaño de 10 x 500 m (5000 m²), además cada faja se dividió en 50 parcelas de 10 x 10 m, para la medición de latizal alto; de 5 m x 5 m para el latizal bajo, y para plantulas y brinzales en unidades de 2 m x 2 m.

Crecimiento y productividad de plantaciones

Metodología de seguimiento y evaluación de crecimiento en Guatemala

Para apoyar la planificación y ejecución del manejo silvicultural por parte de los usuarios del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) y/o propietarios de proyectos de reforestación, el Instituto Nacional de Bosques decidió evaluar el crecimiento del cedro en plantaciones forestales mixtas. 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).

En la implementación de su programa de monitoreo, el Departamento de Investigación Forestal, apoyado por personal de las sub-regiones del INAB, instaló paulatinamente desde el año 2003 un total de 101 PPM en plantaciones PINFOR de cedro, distribuidas en todas las regiones de siembra de la especie (ver mapa con la ubicación de las PPM en el acápite "Distribución potencial de la especie en Guatemala").

El cuadro siguiente da mayores detalles acerca de estas 101 PPM.

Número de parcelas permanentes de medición (PPM) e individuos controlados por el INAB en plantaciones de *Cedrela odorata*
a) por edad de las plantaciones y número de mediciones

Edad de las plantaciones número de mediciones grado de mezcla	Número de parcelas	Número de individuos inicial	Número de individuos a dic 2015
Edad de 0-5.0 años	7	369	369
una sola medición	7	369	369
$G_{mezcla} < 50\%$	1	15	15
$G_{mezcla} \geq 85\%$	6	354	354
Edad de 5.1-10.0 años	17	587	587
una sola medición	15	573	573
$G_{mezcla} < 50\%$	6	83	83
$50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$	2	79	79
$G_{mezcla} \geq 85\%$	7	411	411
6 mediciones y más	2	14	14
$G_{mezcla} < 50\%$	2	14	14
Edad de 10.1-15.0 años	6	116	115
una sola medición	5	110	110
$G_{mezcla} < 50\%$	5	110	110
6 mediciones y más	1	6	5
$G_{mezcla} < 50\%$	1	6	5
Edad de 15.1 y más años	18	423	286
una sola medición	3	72	72
$G_{mezcla} < 50\%$	1	18	18
$G_{mezcla} \geq 85\%$	2	54	54
2-5 mediciones	3	59	34
$G_{mezcla} < 50\%$	2	17	7
$50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$	1	42	27
6 mediciones y más	12	292	180
$G_{mezcla} < 50\%$	8	83	73
$50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$	2	92	31
$G_{mezcla} \geq 85\%$	2	117	76
Total general	48	1495	1357
Total general	65	3580	3254

b) por grado de mezcla inicial, con especies asociadas en plantaciones

Grado de mezcla inicial del palo blanco	Número de parcelas	Especies asociadas [con N>5 en la parcela] (número de parcelas de ocurrencia)
$G_{mezcla} < 50\%$	5	TECTGR (2); SWIEMA (3); CEDROD (2); CALOBR (2); ENTECY (1); EUCACA (1); PITHAR (2); SWIEHU (1); TABERO (2)
$50 \leq G_{mezcla} < 85\%$	7	SWIEMA (2); CEDROD (2); CALOBR (1); COJOAR (1)
$G_{mezcla} \geq 85\%$	53	
Total	65	

Crecimiento e incrementos

Con buenas condiciones de sitio y luz y sin daños causados por el barrenador, el crecimiento medio anual del cedro en los primeros años es 1.3-1.6 m en altura y 1.3-1.6 cm dap. Entre los 15-35 cm dap, la especie crece muy rápido pero después se hace más lento. Los árboles en plantaciones se pueden aprovechar cuando alcanzan 45 cm dap, lo cual corresponde a un volumen de 1.8 m³ y un fuste comercial de 15 m. La edad a que se alcanzan típicamente estas dimensiones es a los 40 años. Turnos de corta más cortos (18-25 años) pueden producir mayor volumen total (11-22 m³/ha/año) pero la madera producida es apreciablemente de menores dimensiones.

Un estudio en el municipio de Ixcán, Quiché, evaluó el crecimiento e incrementos de varias especies forestales en plantaciones mixtas, en el marco del PINFOR (Mendoza 2006). Una de esas especies fue el cedro. Se seleccionaron diez sitios de evaluación con edades comprendidas entre cuatro y nueve años. En promedio, el cedro mostró un IMA en dap de 0.38 cm e IMA en altura de 0.3 m. Este pobre crecimiento es el resultado del mal manejo silvicultural que reciben las plantaciones.

La evaluación de parcelas mixtas de cedro asociado con *Vochysia guatemalensis* en el municipio de San Pedro Carchá, Alta Verapaz, a los nueve y diez años de edad mostró incrementos de 0.46 cm y 0.58 cm en dap, respectivamente (López y Queché 2009). El mismo estudio informa de IMA en dap, a los seis y siete años, de 0.8 cm y 0.7 cm, respectivamente, en condiciones de plantación mixta (teca, cedro, matiliguatate y palo blanco). OJO no ofrece IMA en altura, pero sí en AB y vol.

Una evaluación de plantaciones mixtas de cedro y palo blanco, de cuatro años en el municipio de Senahú, Alta Verapaz se basó en PPM establecidas en dos sitios (Roblero y Morales 2007).

Plantaciones de seis a ocho años de edad que forman parte de 34 proyectos del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) fueron evaluadas en Alta Verapaz, Izabal y Petén (Prado 2006). Se evaluaron tres sistemas de plantación de caoba y cedro (plantación pura, mixta y bajo dosel protector), así como la incidencia de *H. grandella*. El análisis conjunto de ambas especies mostró un IMA en dap de 0,77 cm y un IMA en altura de 0.58 m en plantación pura; 0.79 cm y 0.59 m en plantación mixta y 0.37 cm y 0.27 m bajo dosel protector. En todos los sistemas de plantación, se encontró *H. grandella*, en todos sus fases de desarrollo: inicial (larvas jóvenes), intermedia (ataque vigente, aserrín en las yemas axilares o crecimientos meristemáticos) y en fase terminal (orificios dejados por las larvas en los tallos). Los árboles de cedro bajo dosel protector tuvieron un porcentaje de ataque menor del 5%, en tanto que en plantaciones mixtas fue del 20% y del 23% en plantaciones puras. En general, la especie muestra incrementos pobres, en comparación con otros estudios ya mencionados; este es el resultado de un mal manejo silvicultural (podas de saneamiento y formación, manejo de la iluminación), abandono, incendios forestales y desatención fitosanitaria.

Productividad

Familia de modelos de crecimiento para *C. odorata* en Sayaxché, Petén

Variable	Modelo de Crecimiento	r ²
Altura total (m)	= EXP[Ln(S) -4.034014 * (1/T - 0.1)]	0.99
Diámetro (cm)	= Exp[2.334384 -4.530798/T + 0.145447*S -0.001743*N]	1.00
Área basal (m ² /ha)	= Exp[-0.173934 -9.532625/T + 0.302835*S -0.000013*N]	0.99
Volumen total (m ³ /ha)	= Exp[0.988436 -11.063187/T + 0.417214*S -0.002467*N]	1.00
Índice de Sitio	= EXP[Ln(H) + 4.034014 * (1/T - 0.1)]	0.99

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2013

T = Edad en años

N = Árboles/ha

H = Altura dominante (m)

S = Índice de sitio

Crecimiento y productividad de plantaciones

Metodología de seguimiento y evaluación de crecimiento en Guatemala

Cuadro: Número de parcelas permanentes de monitoreo e individuos controlados de “*la especie (nombre científico)*” por edad de las plantaciones, número de mediciones y grado de mezcla

Edad de las plantaciones número de mediciones grado de mezcla	Número de parcelas	Número de individuos inicial	Número de individuos a dic 2015
Edad de 0-5.0 años	7	369	369
una sola medición	7	369	369
$G_{mezcla} < 50\%$	1	15	15
$G_{mezcla} \geq 85\%$	6	354	354
Edad de 5.1-10.0 años	17	587	587
una sola medición	15	573	573
$G_{mezcla} < 50\%$	6	83	83
$50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$	2	79	79
$G_{mezcla} \geq 85\%$	7	411	411
6 mediciones y más	2	14	14
$G_{mezcla} < 50\%$	2	14	14
Edad de 10.1-15.0 años	6	116	115
una sola medición	5	110	110
$G_{mezcla} < 50\%$	5	110	110
6 mediciones y más	1	6	5
$G_{mezcla} < 50\%$	1	6	5
Edad de 15.1 y más años	18	423	286
una sola medición	3	72	72
$G_{mezcla} < 50\%$	1	18	18
$G_{mezcla} \geq 85\%$	2	54	54
2-5 mediciones	3	59	34
$G_{mezcla} < 50\%$	2	17	7
$50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$	1	42	27
6 mediciones y más	12	292	180
$G_{mezcla} < 50\%$	8	83	73
$50\% \leq G_{mezcla} < 85\%$	2	92	31
$G_{mezcla} \geq 85\%$	2	117	76
Total general	48	1495	1357

Alternativa cuadro capítulo 7: Número de parcelas permanentes de medición (PPM) e individuos controlados por el INAB en plantaciones de *Tabebuia donnell-smithii*, a) por edad de las plantaciones y número de mediciones

Edad de las plantaciones	Número de parcelas	Número de individuos	Número de individuos	Número de
--------------------------	--------------------	----------------------	----------------------	-----------

número de mediciones	parcelas	individuos inicial	individuos a dic 2015
Edad de 0-5.0 años	2	138	138
una sola medición	2	138	138
Edad de 5.1-10.0 años	33	2043	2043
una sola medición	33	2043	2043
Edad de 10.1-15.0 años	23	1126	837
una sola medición	8	452	452
2-5 mediciones	3	119	94
6 mediciones y más	12	555	291
Edad de 15.1 y más años	7	273	236
2-5 mediciones	5	251	219
6 mediciones y más	2	22	17
Total general	65	3580	3254

b) por grado de mezcla inicial, con especies asociadas en plantaciones

Grado de mezcla inicial del palo blanco	Número de parcelas	Especies asociadas [con N>5 en la parcela] (número de parcelas de ocurrencia)
$G_{mezcla} < 50\%$	5	TECTGR (2); SWIEMA (3); CEDROD (2); CALOBR (2); ENTECY (1); EUCACA (1); PITHAR (2); SWIEHU (1); TABERO (2)
$50 \leq G_{mezcla} < 85\%$	7	SWIEMA (2); CEDROD (2); CALOBR (1); COJOAR (1)
$G_{mezcla} \geq 85\%$	53	
Total	65	

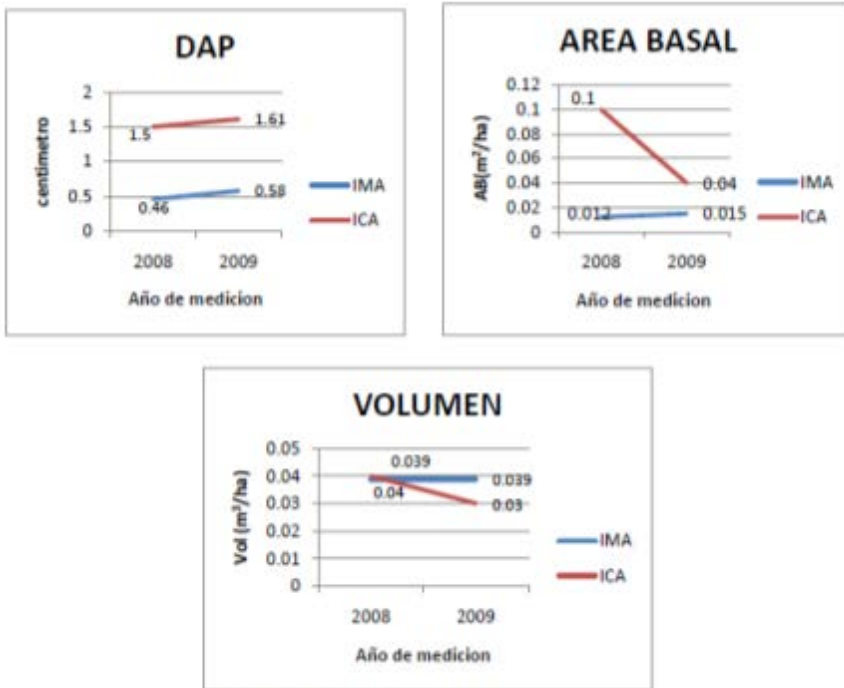
PROYECTO 1999 Cooperativa El Quetzalito, parcelas mixtas: Estas parcelas se encuentran asociadas con bosques naturales de San Juan (*Vochisia guatemalensis Sprague*), las especies que se utilizaron en la plantación son las de cedro y palo blanco, para mostrar el comportamiento de crecimiento de la plantación se realizó por cada una de las especies, para que el análisis se realice de una mejor manera.

Promedio de crecimiento en la especie de *Cedrella odorata* L. en plantaciones mixtas, proyecto 1999 Quetzalito

Proyecto	No. De parcelas	Edad en años	Año de medición	DAP(Cm)	IMA DAP	ICA DAP	Altura(ms)	A/B (mts ² /ha)	IMA A/B	ICA A/B	Volumen Mts ³ /ha	IMA Vol.	ICA Vol.	Densidad/ha
1999	3	9	2008	4.1	0.46	1.50	3.9	0.11	0.012	0.1	0.35	0.039	0.04	67
		10	2009	5.71	0.58	1.61	4.1	0.15	0.015	0.04	0.38	0.039	0.03	47

Fuente: Fase de gabinete.

El cuadro muestra que la densidad del año 2009 es menor que la del 2008 por la mortalidad que hay dentro del área debido a que esta especie se encuentra en combinación con plantaciones naturales, de la especie *Vochisia guatemalensis* Sprague, con una altura de 16 metros y diámetros que van de 25 a 30 cts., motivando la reducción de crecimiento en las demás especies.



Fuente: Fase de gabinete
 Figura 50: IMA e ICA en DAP, AB y VOLUMEN, plantaciones mixtas

Las graficas muestran el comportamiento en ICA e IMA, en donde el DAP con un crecimiento estable, en AB y volumen el ICA disminuye debido a la alta mortalidad que existe en la plantación, y a la falta de limpiezas dentro de la plantación; esto provoca el poco rendimiento en la productividad de la especie.

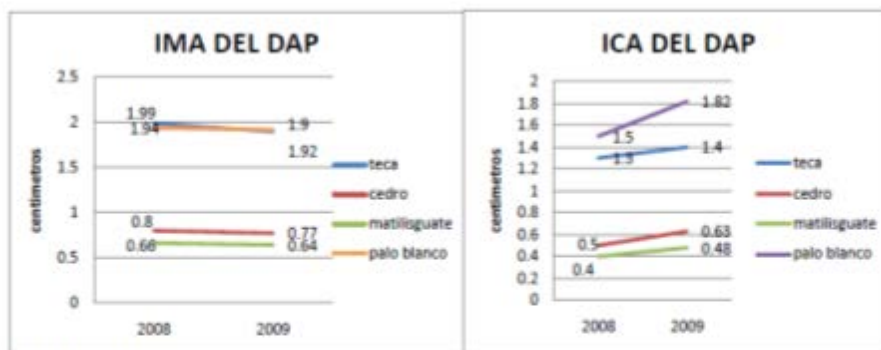
6. Proyecto 2002, Plantación mixta.

Cuadro 66:
Promedio de crecimiento Cooperativa El Quetzalito en plantación mixta proyecto 2002

Proyecto	Especie	Edad en años	Año de medición	Dap(Cm)	IMA DAP	ICA DAP	Altura(mts)	A/B (mts ² /ha)	IMA A/B	ICA A/B	Volumen Mts ³ /ha	IMA Vol.	ICA Vol.	Densidad/ha
2002	Teca	6	2008	11.93	1.99	1.30	9.59	11.18	1.86	2.5	77.96	12.99	10.10	1000
		7	2009	13.33	1.90	1.40	10.81	14.2	2.03	3.02	88.6	12.66	10.64	980
2002	Cedro	6	2008	4.77	0.80	0.5	4.5	0.36	0.06	0.8	2.14	0.36	1.50	100
		7	2009	5.40	0.77	0.63	5.49	1.40	0.2	1.04	3.97	0.57	1.83	100
2002	Matiliguate	6	2008	3.98	0.66	0.40	3.38	0.12	0.02	0.01	0.29	0.048	0.06	80
		7	2009	4.46	0.64	0.48	4.37	0.14	0.02	0.02	0.38	0.054	0.09	80
2002	Palo Blanco	6	2008	11.62	1.94	1.50	9.38	0.99	0.17	0.2	6.5	1.08	1.60	80
		7	2009	13.44	1.92	1.82	10.33	1.34	0.19	0.35	8.42	1.20	1.92	80

Fuente: Fase de gabinete.

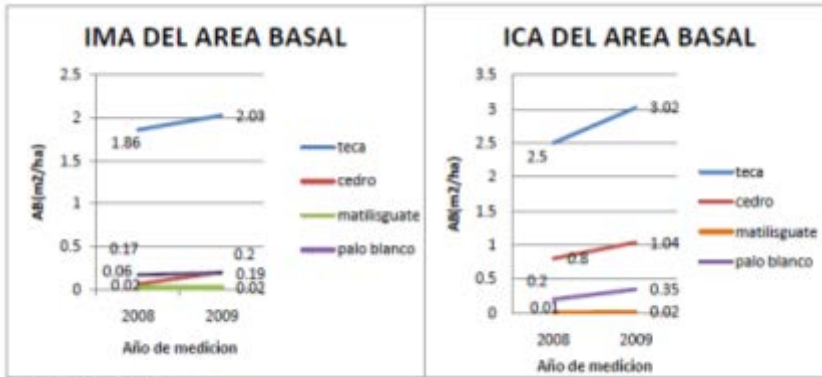
En el cuadro se observa el comportamiento de IMA e ICA de 4 especies, en las cuales la *Tectona grandis* L.F. y *Tabebuia donnell-smithii* Rose muestran mejor comportamiento de crecimiento y en menor crecimiento las especies de *Cedrella Odorata* L. y *Tabebuia rosea* A.P. Roxborg, no se a realizado ningún tipo de raleo en la plantación. Solo en la especie de melina la densidad disminuyo, ocasionado por entresagues sin ningún criterio técnico por parte de los dueños de las parcelas para uso energético.



Fuente: Fase de gabinete.

Figura 58: IMA e ICA en DAP mixta 2002

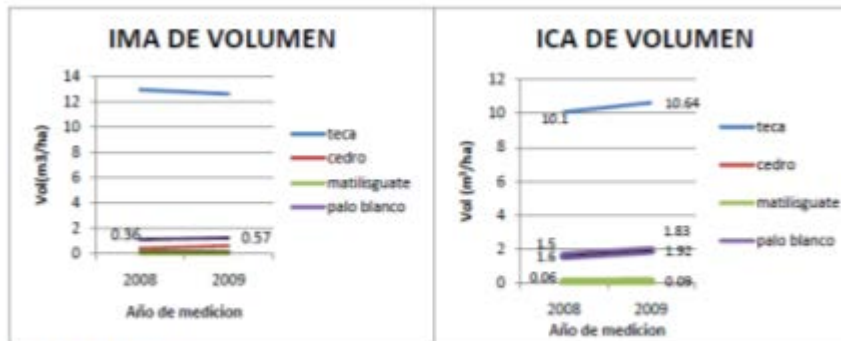
En las graficas se muestra que el IMA de todas las especies disminuyo en relación al año pasado y el ICA va en aumento, queriendo decir que la plantación tuvo un buen crecimiento en el último año debido a que en la plantación se introdujo el cultivo de cardamomo incrementando el mantenimiento en toda el área. Las especies con mayor crecimiento y mejor desarrollo en DAP en la plantación son las de palo blanco y teca, porque estas especies tienen un crecimiento más rápido en relación a las otras provocando la falta de luz y nutrientes para las especies de bajo crecimiento.



Fuente: Fase de gabinete

Figura 59: IMA e ICA AB mixta 2002

Las graficas muestran el comportamiento del AB en cada una de las especies; en las especie de teca y cedro el ICA se encuentra mayor que el IMA, por que el crecimiento ha aumentado debido a la introducción de cardamomo (*Elettaria cardamomum* L.) en el área, ayudando al realización de limpieas. *Tabebuia donnell-smithii* Rose mantiene su crecimiento estable ya pensando en la realización de raleos. El crecimiento del AB en *Tectona grandis* L.F es mayor que las otras especies debido a que contiene la mayor densidad.



Fuente: Fase de gabinete

Figura 60: IMA volumen, mixta 2002

En las gráficas se puede observar el crecimiento en volumen de las diferentes especies que se encuentran en la plantación; la especie que muestra mayor crecimiento es la *Tectona grandis* L.F, por que es una de las especie que tiene mayor densidad y adaptabilidad, la especie de *Cedrella Odorata* L. es otra que tiene alta densidad, pero por su lento crecimiento su volumen bajo, *Tabebuia donnell-smithii* Rose muestra un buen crecimiento en volumen por el rápido crecimiento, *Tabebuia rosea* A.P. Roxborg mantiene su crecimiento debido a que por competencia son individuos suprimidos.

Turno y crecimiento

En ausencia de daños por el barrenador, y en buenas condiciones de sitio y luz, el crecimiento medio anual en los primeros años es 1.3-1.6 m en altura y 1.3-1.6 cm en DAP, de acuerdo con experiencias de plantaciones en Nicaragua y Honduras. El crecimiento más rápido sucede cuando el árbol mide 15-35 cm de DAP, pues después se hace más lento. Los árboles en plantaciones se pueden aprovechar cuando alcanzan 45 cm de DAP, lo cual

corresponde a un volumen de 1.8 m³ y un fuste comercial de 15 m. La edad a que se alcanzan típicamente estas dimensiones es a los 40 años. Turnos de corta más cortos (18-25 años) pueden producir mayor volumen en total (11-22 m³/ha/año) pero la madera producida es apreciablemente de menores dimensiones. La decisión de la fecha de corta, por lo tanto, dependerá del mercado de madera de diferentes tamaños. Los árboles que crecen a espaciamientos mayores en sistemas agroforestales (p.ej. con café, cacao, frutales) pueden mostrar mayor incremento diamétrico (2- 3cm por año) y alcanzan tamaños comerciales mas rápidamente. Siempre requieren de podas oportunas para producir trozas comerciales de calidad. En cafetales en Costa Rica a densidades de 70-140 árboles por ha, mostraba promedios de 42-48cm DAP, con 8.5- 11m hasta la primera bifurcación y 130-210 m³/ha a 16-18 años. Los árboles que crecen a espaciamientos mayores en sistemas agroforestales (p. ej. asocio con cacao, café o frutales) pueden mostrar mayor incremento diamétrico (2- 3 cm año), pero requieren de podas oportunas para producir trozas comerciales de calidad. Cap 7

Esta plantación mixta es propiedad de Félix Sut de la aldea Virginia. Contiene 6 especies, que son las siguientes: Jocote Fraile (*Astronium graveolens* Jacq.), Cedro (*Cedrela odorata* L.), Chichipate (*Sweetia panamensis* Benth), Medallo (*Vatairea lundellii* Standl), Palo de Sangre (*Virola koschnyi* Word.)

Dentro de la plantación, el cedro (*Cedrela odorata* L.) es el que aporta mayor incremento anual por ser una de las especie con mayor densidad, siendo las especies principales dentro de la plantación. Dicha especie tiene un incremento anual de 0.6 cm de diámetro, 0.5 metros de altura, y 0.5 m³/ha./año de volumen. Además posee un área basal de 1.8 m²/ha.

Y las demás especies presentan incremento anual promedio que va de 0.2 a 1.3 centímetros de diámetro, 0.2 a 0.7 metros de altura. Para las especies de Jocote fraile, Medallo y el palo de Sangre aún no presentan un incremento anual en volumen representativo dentro de la plantación, además de tener una baja densidad dentro de la plantación y por ser especies. Según características físicas vistas en el campo que se clasifican como especies codominantes e inclinadas, por tal motivo presentan un incremento anual de cero m³/ha./año. Al momento de realizar raleo dentro de la plantación que se recomienda por la alta densidad que se encuentra dentro del área según visita realizada, al aplicar un raleo del 35% obtendríamos un volumen de 8.25 m³/ha. Que se pude aprovechar al momento del raleo como fuente de ingreso económico.

Densidad e incremento de las especies encontradas dentro de la plantación mixta de
Damián Cante ubicado en la aldea San José la 20

Especies	Densidad por parcela.	Densidad de especie/ha	Densidad en %	IMA DAP (cm.)	IMA DE Altura (mts.)	AREA BASAL (m ² /ha.)	IMA DE VOL. (m ³ /ha./año.)
Santa Maria	12	240	25.53	0.4	0.6	0.1	0
Chichipate	1	20	2.13	1.1	1.1	0.1	0
Cedro	3	60	6.38	0.2	0.2	0	0
Rosul	4	80	8.51	0.5	0.6	0.1	0
Cola de Coche	6	120	12.77	0.7	0.3	0.1	0
Puntero	1	20	2.13	0	0.1	0	0
Caoba	4	80	8.51	0.3	0.2	0	0
Canxan	2	40	4.26	0	0	0	0
Medalla	5	100	10.64	0.4	0.1	0.1	0
San Juan	7	140	14.89	0.5	0.5	0.1	0
Lagarto	2	40	4.26	0.3	0.1	0	0
Total	47	940	100	0.5	0.4	0.6	0.1

Fuente: Análisis de variables tomadas en el campo.

IMA: Incremento Medio Anual

Ha: hectárea.

Vol.: Volumen.

DAP: Diámetro a la altura del pecho (1.30 centímetros)

Dentro de esta plantación se encuentran una diversidad de especies encontrándose 11 de ellas, entre las que encuentran las siguientes: Santa Maria (*Calophyllum brasiliense* Word.); Cedro (*Cedrela odorata* L.); Rosul (*Dalbergia stevensonii* Var.); cola de coche (*Phitecellobium arboreum* L.); Puntero (*Sickingia salvadorensis*); Chichipate (*Sweetia panamensis* Benth); Caoba (*Swietenia macrophylla* King.); Canxan (*Terminalia amazonia* (J.F. Gmel)Excell); Medallo (*Vatairea lundellii* Standl.); San Juan (*Vochysia guatemalensis* Donn. sm); Lagarto(*Zanthoxylum belizense* Lund.).

Sobresaliendo el chichipate que es una especie que demuestra un incremento anual de 1.1 centímetros de diámetro, 1.1 metros de incremento anual en altura y presenta un área basal 0.1m²/ha y ninguna especie presenta un incremento de volumen, por ser una plantación donde se encuentran en su mayoría plantas de clasificación codominante suprimidos y de regeneración.

Presentan estas características por encontrarse en el área especies arbóreas que afectan directamente en luz y nutrientes a las especies reforestadas dentro de la plantación, debido a ello las especies que se plantaron aportan un incremento anual bajo y sumándolos hace un total de 0.1 m³/ha/año. Las demás especies se encuentran en un rango de 0.2 a 0.7 de incremento anual promedio en diámetro y de 0.1 a 0.6 metros en altura.

Actualmente no es recomendable ralea las especies reforestadas por presentar un desarrollo en diámetro promedio de 2.9 centímetro y una altura promedio de 2.6 metros,

por lo que se necesitaría la poda o extracción de los árboles que limitan el desarrollo de las especies reforestadas además de las limpias faltantes dentro de la plantación.

Densidad e incremento de las especies encontradas dentro de la plantación mixta de Anastasio Cante que ubicada en la aldea San José la 20

Especies	Densidad por parcela.	Densidad de especie/ha	Densidad en %	IMA DAP (cm.)	IMA de Altura (mts.)	AREA BASAL (m ² /ha.)	IMA DE VOL. (m ³ /ha./año.)
Chichipate	10	200	20.41	0.8	0.6	0.5	0.2
Jocote Fraile	2	40	4.08	0.1	0.2	0	0
Santa Maria	8	160	16.33	0	0.1	0	0
Canxan	1	20	2.04	0	0.2	0	0
Medallo	1	20	2.04	0	0	0	0
Cedro	19	380	38.78	0.7	0.4	0.7	0.2
San Juan	5	100	10.20	0.7	0.1	0	0
Lagarto	3	60	6.12	0.7	0.6	0.1	0
Total	49	980	100	0.6	0.2	1.3	0.4

Fuente: Análisis de variables tomadas en el campo.

IMA: Incremento Medio Anual.

Ha: hectárea.

Vol.: Volumen.

DAP: Diámetro a la altura de pecho (1.30 metros)

Dentro de la plantación de Miguel Javiel se encontraron 5 especies forestales siendo las siguientes: Cola de Coche (*Phitecellobium arboreum* L.); Teca (*Tectona grandis* Linn); Medallo (*Vatairea lundellii* Standl.); San Juan (*Vochysia guatemalensis* Donn. sm); y el Rosul (*Dalbergia stevensonii* Standley).

De las más sobresalientes es el San Juan (*Vochysia guatemalensis* Donn. Sm.) con un incremento medio anual de de 2.6 centímetros de diámetro, 1.55 metros de incremento de altura y 4.2 m³/ha./año de volumen. Además posee un área basal de 5.65 m²/ha.

Y la otra especie es la Teca (*Tectona grandis* L.) con un incremento anual de 3.1 centímetros de diámetro, 2.3 metros de incremento anual en altura y 1.7 m³/ha./año de volumen. Además posee un área basal 2.2 m²/ha.

Y las demás especies presentan un incremento promedio anual de 0.2 a 1.55 centímetros de diámetro, 0.4 metros de incremento medio anual de altura y 0.25 m³/ha./año. Además poseen un área basal de 0.1 a 0.2 m²/ha.

Siendo una plantación en su mayoría dominante, presentado especies con un promedio de 9.5 centímetros de diámetro y 6.4 metros de altura por la actividad de raleo implementado dentro de la plantación, utilizando una intensidad del 50%.

Siendo la única que ha implementado raleo y poda dentro de su plantación mixta.

Densidad e incremento de las especies encontradas dentro de la plantación mixta de
Manuel Inés Ayala ubicado en la aldea Nuevas Ilusiones

Especies	Densidad por parcela.	Densidad de especie/ha	Densidad en %	IMA DAP (cm.)	IMA de Altura (mts.)	AREA BASAL (m ² /ha.)	IMA DE VOL. (m ³ /ha./año.)
Cedro	10	200	20	0.25	0.2	0.15	0
Zapoton	34	680	68	0.9	0.35	4	0.1
Chichipate	1	20	2	0.1	0.25	0	0
San Juan	1	20	2	0	0	0	0
Lagarto	1	20	2	1.3	0.8	0.2	0
Irayol	1	20	2	1.4	0.6	0.3	0.2
Matilisguate	1	20	2	0.6	0.3	0.1	0
OT-SPP.	1	20	2	0.1	0.2	0	0
Total	50	1000	100	0.58	0.38	4.75	0.2

Fuente: Análisis de variables tomadas en el campo.

Prado tesis lic URL 06 pp.i, 47

Se realizó en los departamentos de Alta Verapaz (zona del Polochic y la Franja Transversal del Norte), Izabal y Petén, de Guatemala, en plantaciones establecidas a través del Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-, con edades de 6 a 8 años. Se evaluaron un total de 34 proyectos a través de 43 parcelas de 1000 metros cuadrados cada una, se dividió el área a evaluar en 4 regiones (Polochic, Franja Transversal del Norte, Izabal y Petén) donde se recopiló información de los diferentes sistemas de plantación que se utilizan para el establecimiento de las especies de *S. macrophylla* y *C. odorata*.

En las cuatro regiones se evaluaron los diferentes sistemas de plantación. Para conocer el crecimiento inicial, se tomaron variables como: el diámetro a la altura del pecho, la altura total y la edad, obteniendo los crecimientos anuales de cada una de las variables. La calidad de fuste de las plantaciones se determinó observando la formación del eje principal con variables como: fuste recto, sinuosidad, bifurcación y otros; y el estado fitosanitario fue evaluado en forma porcentual, sobre la densidad actual por hectárea de las plantaciones (porcentaje atacado por el lepidoptero *Hypsipyla grandella* Zeller).

Luego de procesar todas las variables, se determinó que en la región bajo estudio existen plantaciones puras, mixtas y bajo dosel protector. Al realizar un análisis en conjunto con las dos especies *S. macrophylla* y *C. odorata*, para los incrementos medios anuales en diámetro a la altura del pecho (centímetros/año), se determinó en plantaciones puras 0.7701cm/año y 0.5813 m/año, para mixtas, 0.7934 cm/año y 0.5925 m/año, y bajo dosel protector 0.3667 cm/año y 0.2667 m/año.

Las área plantadas a través del Programa de Incentivos Forestales donde se encuentran las especies de *C. odorata* y *S. macrophylla*, se han visto afectadas por varios factores tales como: abandono, incendios forestales, plagas y enfermedades, lo que da como resultado que puras sean 79.00 hectáreas, mixtas 187.45 hectáreas y bajo dosel 14.00 hectáreas.

En todos los sistemas de plantación utilizados, se encontró incidencia de ataque de *H. grandella*, en fase inicial (larvas jóvenes), en fase intermedia (ataque vigente, presencia de aserrín en las yemas axilares o crecimientos meristemáticos) y en fase terminal (únicamente se observan los orificios dejados por las larvas dentro de los tallos de los árboles de las especies *C. odorata* y *S. macrophylla*), el sistema de plantación bajo dosel protector presentó un porcentaje de ataque menor del 5% sobre la densidad actual (990 plantas/ha de *S. macrophylla*), las plantaciones mixtas 20% y las puras el 23%, se encontraron las plantaciones, lo que indica es que presencia de *H. grandella* sobre plantaciones jóvenes.

Datos dasométricos y dendrométricos de los 5 lotes correspondientes a la Finca Trece Aguas

LOTES	Parcela	Especie	DAP. Promedio	IMA de DAP	Altura Promedio	IMA de Altura	Área Basal (m ² /Ha.)	Volumen (m ³ /Ha.)	IMA del Volumen (m ³ /Ha/año)	
LOTE 1	Parcela 1	Cedro	7.78	0.00	7.80	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Palo blanco	7.20	2.40	7.90	2.70	4.10	12.90	3.50	
	Parcela 2	Cedro	2.00	0.00	1.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Palo blanco	6.19	1.90	8.12	2.00	4.30	8.90	2.90	
	Parcela 3	Cedro	6.80	3.90	6.10	2.00	7.40	0.00	0.00	
		Palo blanco	7.40	2.00	7.60	2.30	4.90	9.20	2.90	
	Parcela 4	Cedro	3.00	0.00	1.50	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Palo blanco	4.99	1.70	6.04	1.90	3.90	7.80	2.00	
	Parcela 5	Cedro	2.00	2.30	1.00	2.90	0.00	0.00	0.00	
		Palo blanco	7.27	2.50	6.68	2.00	3.80	13.90	4.90	
	PROMEDIO POR LOTE	Cedro	4.10	1.24	3.48	1.01	1.58	0.00	0.00	
		Palo blanco	6.60	2.00	7.26	2.18	4.19	10.53	3.24	
	LOTE 2	Parcela 1	Palo blanco	7.20	2.10	8.20	1.90	2.90	8.50	3.90
			Cedro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
		Parcela 2	Palo blanco	9.90	2.90	8.80	2.44	7.60	29.60	8.36
Cedro			0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
Parcela 3		Palo blanco	7.20	2.40	6.80	2.99	3.90	7.80	2.20	
		Cedro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
PROMEDIO POR LOTE	Palo blanco	8.13	2.46	7.93	2.44	4.82	15.33	4.82		

LOTES	Parcela	Especie	DAP. Promedio	DMA de DAP	Altura Promedio	DMA de Altura	Área Basal (m ² /Ha.)	Volumen (m ³ /Ha.)	DMA del Volumen (m ³ /Ha/año)
LOTE 3	Parcela 1	Cedro	5.90	1.86	3.80	1.23	1.73	4.89	0.00
		Palo blanco	5.62	1.72	5.47	1.66	2.49	7.04	2.26
PROMEDIO POR LOTE		Cedro	5.90	1.86	3.80	1.23	1.73	4.89	0.00
		Palo blanco	5.62	1.72	5.47	1.66	2.49	7.04	2.26
LOTE 4	Parcela 1	Cedro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Palo blanco	6.73	2.13	6.56	2.03	2.36	5.61	2.50
PROMEDIO POR LOTE		Cedro	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
		Palo blanco	6.73	2.13	6.56	2.03	2.36	5.61	2.50
LOTE 5	Parcela 1	Cedro	3.40	1.60	4.90	1.52	0.00	0.00	0.00
		Palo blanco	6.20	1.99	5.55	1.30	2.71	5.96	1.90
PROMEDIO POR LOTE		Cedro	3.40	1.60	4.90	1.52	0.00	0.00	0.00
		Palo blanco	6.20	1.99	5.55	1.30	2.71	5.96	1.90

Fuente: Datos de campo PFS-2007

El cuadro anterior nos indica el los resultados de la medición de las plantaciones

Área Basal y Volumen total por lote en la Finca Trece Aguas.

NUMERO DE LOTE	AREA (Has.)	ESPECIE	Área Basal Total (m ²)	Volumen total (m ³)
LOTE 1	49.57	Cedro	78.41	197.0
		Palo blanco	207.81	522.07
LOTE 2	30.2	Cedro	0	0
		Palo blanco	145.54	463.09
LOTE 3	12	Cedro	20.72	58.65
		Palo blanco	29.83	84.43
LOTE 4	17.87	Cedro	0	0
		Palo blanco	42.09	100.22
LOTE 5	12.1	Cedro	0	0
		Palo blanco	32.76	72.06
TOTAL		Cedro	99.13	255.65
		Palo blanco	458.05	1241.71

Fuente: Cuadro 9

En el cuadro anterior podemos observar el Área Basal y volumen de las especies de Palo Blanco (*Tabebuia donnell-smithii*) que es de 458.05 m², y 1241.71 m³ y Cedro (*Cedrela odorata*) es de 99.13 m² v 255.65 m³.

Dinámica de crecimiento:

A continuación en el cuadro 23 se presenta la familia de modelos de crecimiento elaborados con las mediciones consecutivas de la muestra detallada anteriormente, mismos que demuestran la dinámica de crecimiento de esta especie en el sitio evaluado.

Cuadro 23. Familia de modelos de crecimiento para la especie de *C. odorata* en la Finca Las Marías, Sayaxché, Peten.

Variable	Modelo de Crecimiento	r ²
Altura total (m)	= EXP[Ln(S) -4.034014 * (1/T - 0.1)]	0.99
Diámetro (cm)	= Exp[2.334384 -4.530798/T + 0.145447*S -0.001743*N]	1.00
Área basal (m ² /ha)	= Exp[-0.173934 -9.532625/T + 0.302835*S -0.000013*N]	0.99
Volumen total (m ³ /ha)	= Exp[0.988436 -11.063187/T + 0.417214*S -0.002467*N]	1.00
Índice de Sitio	= EXP[Ln(H) + 4.034014 * (1/T - 0.1)]	0.99

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2013

Dónde:

T = Edad en años

N = Árboles/ha

H = Altura dominante (m)

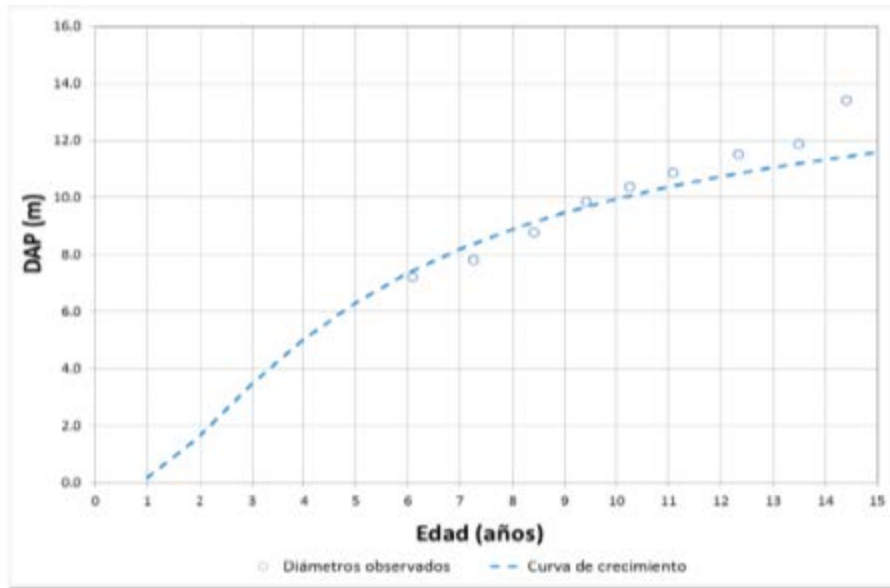
S = Índice de sitio

Para presentar de forma gráfica la dinámica de crecimiento de *C. odorata* en la Finca Las Marías, Sayaxché, Peten; el modelo de crecimiento presentado en el Cuadro 23, para el efecto, se estableció un perfil de similar al proporcionado en el sitio de evaluación. Es preciso hacer la salvedad que modelar con perfiles de manejo diferentes reducirán los ajustes a la posible realidad, debido a que los modelos fueron generados con los datos de una sola parcela.

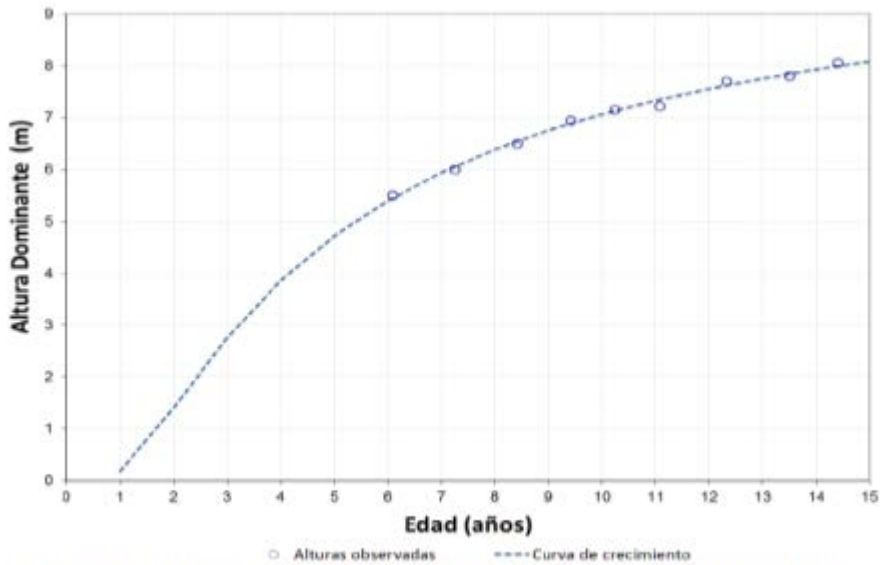
El perfil de manejo de la densidad definido corresponde a una única densidad correspondiente a 350 árboles/hectárea.

Una vez definido el perfil de manejo se procedió a modelar el crecimiento de la plantación evaluada a partir del año 1 hasta los 15 años de edad.

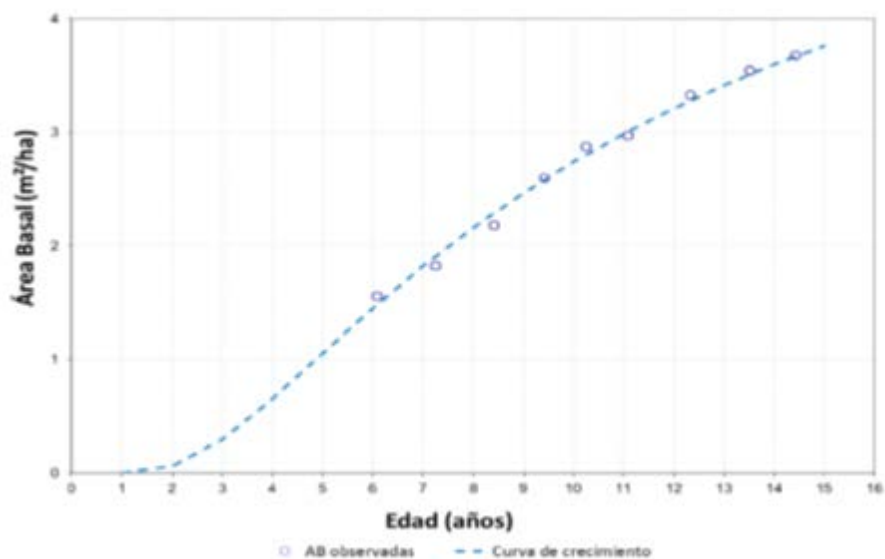
A continuación se presentan las gráficas desarrolladas con la familia de modelos de crecimiento de DAP, Alturas Dominantes, Área Basal y Volumen Total para la especie de *C. odorata* en la Finca Las Marías, Sayaxché, Peten; agregando además los puntos correspondientes a las observaciones de campo para establecer la relación del ajuste de modelo con la realidad en el campo.



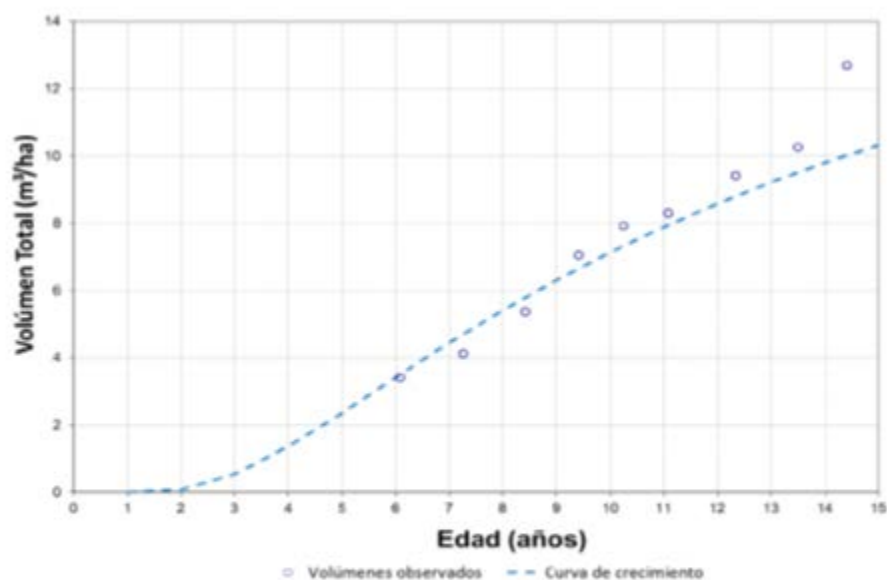
Gráfica 33. Curva de crecimiento en DAP (cm) para la especie de *Cedrela odorata*
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB 2013



Gráfica 34. Curvas de crecimiento en Altura Dominante (m) para la especie de *Cedrela odorata*
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB



Gráfica 35. Curvas de crecimiento en Área Basal, para la especie de Cedreia odorata
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB 2013



Gráfica 36. Curva de crecimiento en Volumen Total (m³/ha) para la especie de Cedreia odorata
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB 2013