

Pino de Ocote

Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl.

PAQUETE TECNOLÓGICO FORESTAL

INFORME FINAL



Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl

Fotografías por: Earle, CJ. 2005. 18 de junio de 2016. http://www.conifers.org/pi/Pinus_oocarpa.php;
Organización Internacional de las Maderas Tropicales. 18 de junio de 2016.
<http://www.tropicaltimber.info/es/specie/pino-ocote-pinus-oocarpa/>

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

Dirección de Desarrollo Forestal
www.inab.gob.gt
Tel: 2321-4600 y 2321-4601
Guatemala, Guatemala, C.A.

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

Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales
20 Calle 28-58, zona 10
Guatemala, Guatemala, C.A.
www.marn.gob.gt

Proyecto: “Sistema de información sobre la productividad de los bosques de Guatemala”

Elaborado por: Edwin Enrique Cano Morales

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. Pino de Ocote (*Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl); *paquete tecnológico forestal. Guatemala, INAB 40 p*

Tabla de Contenido

1	Introducción.....	1
1.1	Nombre científico y notas taxonómicas.....	1
1.2	Nombres comunes.....	1
1.3	Descripción morfológica	1
1.4	Distribución geográfica de la especie.....	2
1.5	Aptitud forestal – agroforestal	3
1.6	Usos	3
1.7	Importancia de la especie en el país	4
1.8	Estado de protección legal de la especie en el país.....	5
2	Selección de sitio	5
2.1	Características de sitio que determinan el crecimiento de la especie.....	5
2.1.1	Clima.....	5
2.1.2	Fisiografía.....	5
2.1.3	Suelo.....	6
2.2	Distribución potencial de la especie en Guatemala	6
3	Producción de plántulas y genética.....	7
3.1	Diversidad genética y procedencia	7
3.2	Rodales semilleros	8
3.3	Semilla	9
3.3.1	Descripción	9
3.3.2	Colecta.....	9
3.3.3	Acondicionamiento	10
3.3.4	Conservación y viabilidad.....	11
3.3.5	Limpieza	11
3.3.6	Tratamientos pre-germinativos	11
3.4	Producción de plantas	11
3.4.1	Métodos sexuales o por semilla	12
3.4.2	Métodos asexuales.....	14

4	Establecimiento de plantaciones.....	17
4.1	Comportamiento ecológico de la especie.....	17
4.2	Instalación	17
5	Silvicultura de plantaciones	19
5.1	Control de malezas	19
5.2	Poda.....	20
5.3	Raleo.....	20
5.4	Introducción en sistemas agroforestales.....	21
6	Manejo de plagas y enfermedades.....	21
7	Crecimiento y productividad de plantaciones	27
7.1	Metodología de seguimiento y evaluación de crecimiento en Guatemala	27
7.2	Crecimiento e incrementos	29
8	Existencias.....	35
8.1	Superficies de plantaciones.....	35
9	Bibliografía.....	38

1 Introducción

1.1 Nombre científico y notas taxonómicas

Pinus oocarpa Schiede ex Schltdl.

SINÓNIMOS: *Pinus oocarpa* var. *manzanoi* Martínez, *Pinus oocarpa* var. *oocarpoides* (Lindl. Ex Loudon) Endl., *Pinus oocarpoides* Lindl. Ex Loudon y *Pinus tecunumani* F. Schwerdtf.

Nota: La jerarquía anterior se basa en Tropicos.org¹ y coincide con el criterio que aparece en ITIS-World Plants², salvo que reconoce únicamente sinónimos *Pinus oocarpa* var. *manzanoi* Martínez, *Pinus oocarpa* var. *oocarpoides* (Lindl. Ex Loudon) Endl. y *Pinus oocarpoides* Lindl. Ex Loudon.

1.2 Nombres comunes

En Guatemala, el árbol recibe el nombre de Pino de ocote, pino rojo o pino colorado (Cordero y Boshier 2003, Véliz y otros 2007).

1.3 Descripción morfológica

Basado en Cordero y Boshier, 2003, Véliz y otros 2007, Aguilar 1980, INAB e IARNA 2012, Dvorak y otros 2000, Mittak y otros 1979

PORTE DEL ÁRBOL: Es un árbol que puede llegar a medir entre 30 y 35 m de altura. El fuste puede alcanzar entre 40 y 70 cm de diámetro a la altura del pecho. La copa es amplia, se reduce y se vuelve cónica a medida que posee competencia, las ramas se insertan en el tronco en ángulo de 45° (la mayoría), sin ningún tipo de arreglo en específico.

CORTEZA: La corteza de los árboles maduros es gruesa y de color grisáceo a café, forma placas o planchas definidas de forma rectangular por fisuras en el plano longitudinal y horizontal.

HOJAS: Existen 5 hojas o agujas por fascículo, se caracterizan por ser gruesas en comparación a otras especies del género *Pinus* presentes en Guatemala y de forma

¹Tropicos.org. Missouri Botanical Garden. 28 May 2016 <<http://www.tropicos.org/Name/24900645>>

²ITIS-World Plants. Species 2000 & ITIS Catalogue of Life: 2015 Annual Checklist / base de datos Synonymic Checklists of the Vascular Plants of the World. Species 2000 Secretariat, Leiden (NL). 28 May 2016 <<http://www.catalogueoflife.org/annual-checklist/2015/>>

triangular; de 20 a 28 centímetros de largo. Posee vaina en la base del fascículo, de color verde a café, de 10 a 30 mm de largo.

ESTRÓBILOS: Los conos o “frutos”, botánicamente llamados estróbilos, se diferencian de las demás especies por tener forma de una manzana achatada cuando están abiertos, de escamas duras, se abren únicamente en el ápice; de tamaño variable, entre 5 a 8 cm de largo y 4 a 7.5 cm de ancho. Es característico de la especie encontrar estróbilos de dos o tres años anteriores aún sujetos a las ramas.

1.4 Distribución geográfica de la especie

BASADO EN CORDERO Y BOSHIER 2003, VÉLIZ Y OTROS 2007, INAB E IARNA 2012, DVORAK Y OTROS 2000, CATIE 1995 Y 1997 Y TROPICOS.ORG

DISTRIBUCIÓN NATURAL: La especie puede ser encontrada desde la latitud 29° Norte, a lo largo de 3,100 kilómetros desde Sonora, México pasando por Belice, Guatemala, El Salvador y Honduras, hasta la latitud 12° Norte en el departamento de Matagalpa, Nicaragua; así mismo existe un reporte de la especie en Costa Rica

En Guatemala, se encuentra presente en los departamentos de Guatemala, Baja Verapaz, Alta Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, Huehuetenango, Totonicapán, Quiché, Sacatepéquez, San Marcos, Santa Rosa, Jalapa, Jutiapa, El Progreso y Zacapa; la mayor concentración de la especie se ubica en el municipio de Purulhá, Baja Verapaz.

LUGARES DE INTRODUCCIÓN: Fuera de su rango de distribución natural, la especie ha sido evaluada realizando pruebas de procedencia por CAMCORE³ en Brasil, Colombia, Honduras, México y Venezuela; de acuerdo con el Compendio Internacional de Especies Invasivas del Centro Internacional para la Agricultura y Biociencias⁴ la especie se encuentra introducida en las siguientes localidades:

En el continente asiático se ha introducido en Bangladesh, India, Indonesia, Java, Malasia, Malasia Peninsular, Nepal, Filipinas, Sri Lanka, Tailandia y Vietnam.

³**CAMCORE:** Es una cooperativa formada en 1980 que conformada por la Universidad de Carolina del Norte, Industrias Forestales Privadas, Agencias de Gobierno y personas individuales con participación en Estados Unidos, México, Belice, Guatemala, El Salvador, Honduras, Nicaragua, Argentina, Chile, Colombia, Venezuela, Nueva Zelanda, República de Sur África e Indonesia para la conservación de materiales genéticos de alto valor de especies forestales.

⁴ El Compendio Internacional de Especies Invasivas es parte del Centro Internacional para la Agricultura y Biociencias, -CABI- por sus siglas en inglés, es una organización no gubernamental sin fines de lucro que ayuda a mejorar las condiciones de vida de las personas mediante la aplicación de técnicas e información científica para resolver problemas en la agricultura y el ambiente. 30 de mayo de 2016.
<http://www.cabi.org/jsc/datasheet/41673>

En el continente africano se ha introducido en Angola, Camerún, Congo, Costa de Marfil, Etiopía, Kenia, Liberia, Madagascar, Malawi, Sierra Leona, Sur África, Tanzania, Uganda y Zambia.

En Centro América y El Caribe, se ha introducido en Costa Rica, Cuba, Jamaica y Puerto Rico.

En Sur América, se ha introducido en Argentina, Brasil, Colombia, Ecuador, Guayana Francesa, Guyana, Perú y Venezuela.

En Oceanía, se ha introducido en Australia, Islas Fiyi, Papúa Nueva Guinea, Islas Salomón y Vanuatu.

1.5 Aptitud forestal – agroforestal

Basado en, INAB e IARNA, 2012, INAB, 2016⁵.

Junto con *P. maximinoi* y *P. caribaea* Var. *Hondurensis* es una de las especies más utilizadas en la industria forestal, siendo la región de Las Verapaces la que contiene la mayor extensión debido a la abundancia de la especie.

P. oocarpa se adapta muy bien al manejo de la regeneración natural. También se utiliza en plantaciones puras, a lo largo de linderos, cortinas rompe vientos, para el control de erosión, y por su capacidad de crecer en sitios infértiles y degradados, es apta para recuperación de suelos. En algunas plantaciones se ha utilizado en asocio con cultivos agrícolas (mapiz, frijol, arveja entre otros) mediante el sistema agroforestal Taunya; asimismo, se ha utilizado como ornamental y árbol de sombra.

Los programas de reforestación PINFOR y PINPEP promueven el uso de la especie, considerada prioritaria institucionalmente, para establecer plantaciones forestales para la producción de madera.

Según datos del Registro Nacional Forestal del INAB y estadísticas de proyectos PINFOR y PINPEP, hasta el año 2015 existen más de 8,400 ha plantadas con la especie, entre plantaciones puras, mixtas y sistemas agroforestales; ha sido plantado en asocio con: *Cupressus lusitanica*, *Pinus caribaea*, *P. chiapensis*, *P. maximinoi*, *P. tecunumani*, *Quercus* sp. y *Tabebuia rosea*.

1.6 Usos

Basado en Salas 1993, Herrera 1993, Behrendt 1968, CATIE 1995

⁵INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2016. Base de datos del Registro Nacional Forestal 1993-2015. Guatemala, Registro Nacional Forestal del I

En general, es un tipo de madera más blanda que la de *P. caribaea*. Para propósitos generales de trabajos de construcción a la intemperie, es menos adecuada, a menos que haya recibido un tratamiento adecuado con preservativos, puede utilizarse para marcos, cubiertas, pisos o sótanos, ebanistería, fabricación de botes y lanchas, cajas y cajones. Si está bien manufacturada tiene alto potencial de exportación, aunque no para propósitos de mayor exigencia para los cuales es necesario un pino de mayor densidad.

Es utilizada en general en la industria local para la construcción, postes, pilotes, durmientes (tratados), embalajes, decoración, chapas, contrachapado, juguetes, artículos deportivos, puertas, gabinetes, entarimados, muebles en general, ebanistería, molduras, paredes interiores, artesanías y pulpa de papel, aserrío y palillos de ocote. También se usa como leña, medicina y ornamento. De la resina se obtienen productos como el aguarrás (sustancia líquida), utilizado como diluyente de pinturas y barnices, y la Colofonia (sustancia sólida), utilizada como materia prima para la producción de otros subproductos, como los cosméticos.

1.7 Importancia de la especie en el país

Basado en Estadísticas PINFOR 1998 a 2015 y Estadísticas PINPEP 2007 a 2015

P. oocarpa es considerada una especie de especial interés en Guatemala, formó parte del grupo de especies prioritarias del programa PINFOR desde su creación en 1997. Hasta finales del año 2015 la especie sumaba alrededor de 6,900 ha (5% de la extensión a nivel nacional) distribuidas en 380 proyectos, con una inversión de 80 millones de quetzales, ocupando el onceavo puesto en preferencia de utilización bajo el programa PINFOR lo que equivale al 6% de la inversión a nivel nacional.

En la región de las Verapaces, en el esquema del proyecto PINFOR, es donde se concentró la mayor extensión de desarrollo de la especie, a finales de 2015 sumaba más de 4,300 ha. El resto de la superficie plantada se encuentra en los departamentos de Jalapa, El progreso, Zacapa, Santa Rosa, Chiquimula, Escuintla, Guatemala, Jutiapa, Totonicapán, Chimaltenango, Sacatepéquez, Quiché, Huehuetenango, San Marcos, Suchitepéquez y Petén.

Bajo el programa PINPEP, hasta finales de 2015 la especie sumaba alrededor de 1,700 ha (17% de la extensión a nivel nacional) en 604 proyectos, con una inversión de 8 millones de quetzales, ocupando el cuarto puesto en preferencia de utilización, lo que equivale al 12% del total invertido a nivel nacional.

Así mismo, bajo el programa PINPEP, Zacapa es el departamento donde se concentra la mayor de utilización de la especie, a finales de 2015 sumaba más de 1,200 ha. El resto de

las áreas se encuentran en los departamentos de Baja Verapaz, Chiquimula, Jalapa, El Progreso, Santa Rosa, Totonicapán, Quiché, Huehuetenango, Sololá, Jutiapa, San Marcos, Izabal, Chimaltenango, Guatemala y Quetzaltenango.

1.8 Estado de protección legal de la especie en el país

Basado en CONAP 2009

Carece de protección especial por ser una especie ampliamente distribuida en el país, donde sus poblaciones naturales no han sufrido una disminución alta ni pérdida significativa de su hábitat. Además, la especie posee adecuadas características de producción y calidad de semillas, regeneración natural adecuada y adaptación a condiciones adversas; asimismo, en la actualidad no se encuentra en la Lista de Especies Amenazadas –LEA- del CONAP ni dentro del listado de especies amenazadas de la Convención sobre Comercio Internacional de Especies Amenazadas de Fauna y Flora Silvestre CITES.

2 Selección de sitio

2.1 Características de sitio que determinan el crecimiento de la especie

Basado en, INAB 2015, Veliz y otros 2007, Martínez 2008

2.1.1 Clima

TEMPERATURA: En su ambiente natural, las temperaturas oscilan entre 13° a 23° Celsius.

PLUVIOMETRÍA: En su distribución natural las precipitaciones varían de 650 hasta 3000 mm por año; sin embargo los mejores rendimientos se obtienen con precipitaciones entre 1200 a 1500 mm por año.

ZONA DE VIDA: Según la Clasificación de Zonas de Vida de Holdridge, es una especie indicadora del *Bosque húmedo Subtropical templado (bh-S(t))*, razón por la cual tiene una amplia distribución en el país.

2.1.2 Fisiografía

ALTITUD: Los mejores rendimientos para *P. oocarpa* han sido reportados por debajo de los 1,420 msnm.

PENDIENTE DEL TERRENO: Se han observado altos rendimientos en pendientes menores al 40%, al igual que en las demás especies de coníferas, mientras más alta sea la pendiente el rendimiento será marginal.

POSICIÓN EN EL PAISAJE: En condiciones naturales, se encuentra sobre suelos erosionados y delgados; bien drenados, ácidos a neutros, de baja fertilidad, derivados de materiales volcánicos antiguos, con un alto contenido de cuarzo. En general el desarrollo obedece a condiciones físico-químicas bastante pobres y crece sobre todo donde otras especies de mejor rendimiento no lo hacen.

2.1.3 Suelo

TEXTURA: Favorece el desarrollo de esta especie las texturas arenosa, franco-arenosa y franco-arcillosa. El pH bastante más ácido en comparación a otras especies, en un rango de 4.5 a 6.8.

FACTORES LIMITANTES: Principalmente la pendiente del terreno, aunque cuando crece en lugares con alta pendiente, generalmente se utilizan como áreas de conservación. La saturación de bases debe ser menor a 42.5% debido a la preferencia de acidez y una CIC mayor a 22.8 meq/100 gramos de suelo (comparativamente menor a *P. maximoi* y *P. caribaea*)

2.2 Distribución potencial de la especie en Guatemala

El departamento de Investigación Forestal del INAB, en coordinación con el departamento de Sistemas de Información Forestal de la misma institución, ha elaborado el siguiente mapa de la distribución potencial *P. oocarpa*, basado en información fisiográfica y climática obtenida mediante revisión bibliográfica y disponibilidad de variables ambientales en la cartografía (Hurtado 2016).

Como se observa en el mapa de distribución potencial, las condiciones óptimas para el desarrollo de *P. oocarpa*, incluye: Altitudes que van desde los 550 hasta los 2300 msnm, temperaturas entre 13° y 23° Celsius y precipitaciones entre 700 a 2350 mm. Los departamentos con mayor área para la distribución potencial de la especie son: Quiché, Huehuetenango, Guatemala, Alta Verapaz, Baja Verapaz, Jalapa, Santa Rosa y Jutiapa, teniendo áreas menores en los demás departamentos. En general, la distribución potencial para la especie es de 1, 291, 584 ha.

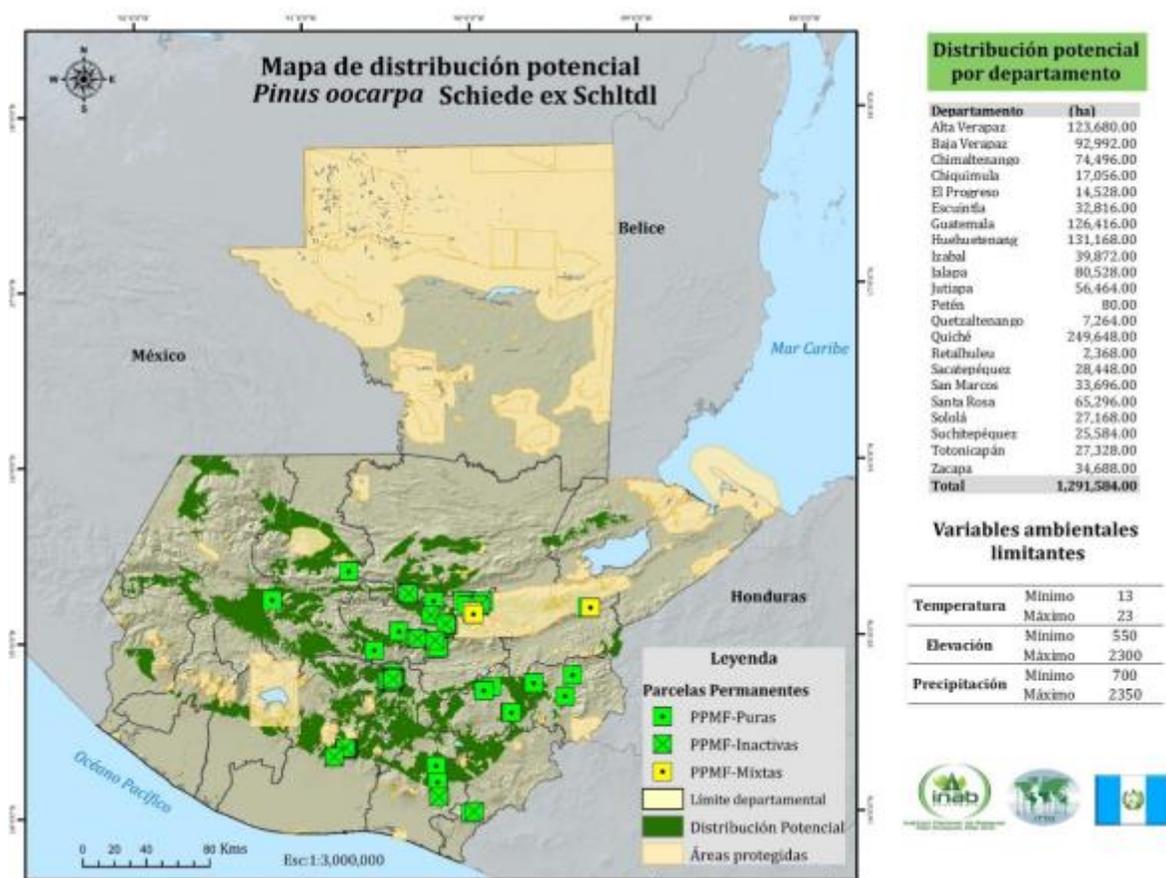


Figura 1. Mapa de distribución potencial de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schtdl en Guatemala

El mapa muestra además, la ubicación de las parcelas permanentes de medición (PPM) establecidas en plantaciones de *P. oocarpa*, tema que será tratado más adelante en el acápite “Metodología de seguimiento y evaluación de crecimiento en Guatemala”. Es de interés sin embargo, remarcar aquí mismo que numerosas PPM están ubicadas fuera del área de distribución potencial. El análisis del crecimiento de la especie observado en todas las PPM indica que algunos de los mejores desarrollos mostrados se presentan en PPM fuera del área de distribución potencial, resultado que sugiere incorporar la información de la descripción de sitio de cada PPM para mejorar la definición del área de distribución potencial de la especie.

3 Producción de plántulas y genética

3.1 Diversidad genética y procedencia

Basado en Dvorak y otros 2000

ESTADO DE LA CONSERVACIÓN GENÉTICA: *P. oocarpa* es una de las especies más comunes de pino en Mesoamérica. A pesar de que es utilizado para la obtención de

leña, madera para construcción y es desplazado para el desarrollo de cultivos agrícolas, la magnitud de su distribución geográfica y lugares en donde se desarrolla, permiten tener un buen estado de conservación de sus poblaciones en las diferentes locaciones en las cuales se desarrolla. Consecuentemente, las poblaciones en la región en cuanto a su pérdida no presentan un riesgo altamente significativo. Sin embargo, el estado de la conservación en las poblaciones del Sur de Nicaragua es vulnerable por lo que se necesitan mayores esfuerzos en esa localidad.

ENSAYOS: CAMCORE ha establecido 29 ensayos de procedencia en Brasil, Colombia, Honduras, México y Venezuela. La mayoría de los ensayos fueron medidos a la edad de 8 años y otros evaluados a lo largo de 15 años y fueron establecidos al tresbolillo.

PROCEDENCIAS: debido a que el desarrollo de las procedencias varía grandemente de un sitio de plantación a otro, no es posible indicar recomendaciones sobre qué procedencias son las mejores. El enfoque más útil es ensayar una serie de diferentes procedencias locales y luego desarrollar una variedad nativa utilizando los mejores árboles a partir de las mismas. En Guatemala, las poblaciones muestreadas por CAMCORE incluyen procedencias de Jalapa, Jutiapa, Santa Rosa, Chiquimula, Zacapa, Baja Verapaz y El Progreso.

TEORÍA EVOLUTIVA: El *P. oocarpa* que se encuentra desde el este de México y en Centroamérica, podría representar a uno de los linajes más antiguos de un grupo de pinos conocidos como de *cono cerrado*⁶. Presuntamente el progenitor del actual *P. oocarpa* evolucionó hace más de 30 millones de años en algún lugar en el Suroeste de Estados Unidos o Noreste de México. La especie emigró hacia el Sur a lo largo de la Sierra Madre Oriental hasta lo que hoy en día es Nicaragua. El *P. oocarpa* del Este de México parece tener un origen mucho más reciente y haber evolucionado directamente de la raza oriental de *P. pringlei*. El *P. oocarpa* del Este de México y Centroamérica parece ser el progenitor de *P. tecunumani*.

3.2 Rodales semilleros

Basado en el Registro Nacional Forestal de Guatemala y [Hernández 2004](#)

Las fuentes semilleras de *P. oocarpa* Schiede ex Schltdl inscritas en el Registro Nacional Forestal⁷ son las siguientes:

⁶ **Pino de cono cerrado:** Es una clasificación taxonómica-morfológica informal que denomina así a los pinos que anualmente, producen una serie de estróbilos que maduran para abrirse y liberar semillas. En algunos casos, ciertos estróbilos permanecen cerrados a pesar de su madurez debido a la acumulación de resina en las brácteas e impiden su dehiscencia. Precisan de la acción de temperatura derivada de incendios para poder liberar las semillas.

⁷ consultado el 20 de febrero de 2017

Registro	Departamento	Municipio	Finca	Area [ha]	Estado
Fs-1050	Jalapa	Jalapa	El Castaño	58.20	Activo
Fs-1057	Zacapa	Huité	La Victoria El Socolo	10.00	Activo
Fs-1101	Chiquimula	Quezaltepeque	Los Ramones	1.30	Activo
Fs-1155	Baja Verapaz	San Jerónimo	La Montañita	5.47	Activo
Fs-1027	Zacapa	Gualan	Agua Blanca	8.09	Inactivo
Fs-1036	Baja Verapaz	San Jerónimo	Potrero de Huité	5.00	Inactivo
Fs-1043	Chimaltenango	San Juan Comalapa	Nochan	5.00	Inactivo
Fs-1066	Baja Verapaz	Purulhá	Finca Nacional San Jerónimo	5.96	Inactivo
Fs-1072	Baja Verapaz	San Jerónimo	Paquisaya	5.56	Inactivo
Fs-1075	Guatemala	San Raymundo	Pampá	3.50	Inactivo
Fs-1131	Baja Verapaz	Purulhá	Santa Isabel	3.55	Inactivo
Fs-1140	Zacapa	Rio Hondo	Chacalté	38.09	Inactivo

Es importante resaltar que de las 12 fuentes semilleras anteriormente descritas, únicamente 4 se encuentran activas al momento de la consulta, y en consecuencia son las áreas donde se espera el suministro de material para futuros proyectos de reforestación.

3.3 Semilla

3.3.1 Descripción

Basado en INAB 2000, CATIE 1997, Dvorak y otros 2000

Las semillas son de las más pequeñas entre las coníferas de Guatemala, de 4 a 7 mm de longitud, de forma triangular, color café oscuro; con alas de 10 a 15 mm de largo, articulares y engrosadas en la base, donde se unen a la semilla; poseen de 5 a 7 cotiledones. Al igual que en otras coníferas, el ala cumple la función de ayuda en la dispersión anemófila (por efecto del viento).

3.3.2 Colecta

Basado en INAB 2000, CATIE 1997, Dvorak y otros 2000, Hernández 2004

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

CALENDARIO DE RECOLECCIÓN: La recolección debe darse cuando la semilla ha terminado de madurar dentro del cono, esto suele ocurrir entre los meses de marzo a mayo. Pueden aparecer varios brotes de estróbilos a lo largo de la estación de crecimiento y se ha identificado que el brote de estróbilos que madura a finales de

febrero, generalmente produce la mayor cantidad de semillas viables; se prefiere coleccionar los estróbilos entre el 10 de febrero y 10 de marzo.

EVALUACIÓN PREVIA A LA RECOLECCIÓN: Los conos, que suelen encontrarse en grupos de 2 a 4, estando aun cerrados deben ser recolectados directamente del árbol cuando presentan una coloración medio verde-café canela. Se recomienda recolectar semillas principalmente de árboles vigorosos, sanos y bien conformados, que deben de estar aislados de otros de mala forma.

Es necesario observar registros de fechas de colecta para cada sitio en particular, ya que la variación se debe enteramente a factores atmosféricos. Se recomienda observar y realizar pruebas de corte en frutos y semillas. El color de los estróbilos cuando ha secado es café claro y cuando inicia la maduración es verde amarillento, negro y café. Otro factor a observar es que los estróbilos tengan una consistencia dura y textura rugosa, la presencia de espinas en las brácteas. Adicionalmente puede hacerse una prueba de corte de la semilla, deberá observarse un color gris en el endospermo y de consistencia lechosa, será indicador de que el estróbilo es apto para colecta ya que la semilla ha madurado.

PRÁCTICA DE RECOLECCIÓN: Los frutos se coleccionan directamente del árbol, el cual debe ser escalado con equipo apropiado como espolones, cinturón de escalada, casco, etc. El escalador corta los estróbilos cuando aún están cerrados teniendo cuidado de no dañar las ramas.

RENDIMIENTO: una persona puede recolectar 0.98 sacos/día

3.3.3 Acondicionamiento

BENEFICIADO: Una vez recolectados los estróbilos, se transportan en sacos de brin a un lugar techado donde pueden extenderse sobre lonas, para permitir que concluya el proceso de maduración y los estróbilos se abran lentamente. Luego son puestos al sol sobre mallas, por períodos de 4 horas, durante tres a cuatro días. La semilla se extrae manualmente, pasada por una desaladora y luego la mezcla de semillas, alas y basura pasan a una limpiadora con el objeto de eliminar las impurezas. Finalmente se homogeniza el lote y se expone al Sol para reducir el contenido de humedad y almacenarla. Se necesitan 204 horas para concluir el proceso de beneficiado.

RENDIMIENTO: Existen de 38,000 a 65,000 semillas por kg, con un promedio de 38 semillas por estróbilo y alrededor de 112 estróbilos por árbol, por lo que cada árbol puede dar un rendimiento promedio de 0.25 a 0.50 kg de semilla por año. La germinación ocurre de 70% a 90% según las condiciones de almacenaje (tiempo,

temperatura y humedad relativa); la pureza va de 90% a 99%. En promedio se necesitan 160 kg de estróbilos para producir 1 kg de semilla limpia.

3.3.4 Conservación y viabilidad

El manejo de la semilla *P. oocarpa* no es diferente que para otras especies de pinus adaptadas en los trópicos tales como *P. caribaea* var. *hondurensis* y *P. tecunumanii*. Las semillas son ortodoxas y pueden ser almacenadas en bolsas de polietileno herméticamente selladas, a bajas temperaturas (3 a 4° Celsius), con un contenido de humedad de 6 a 8%, mantienen su poder germinativo superior a 80% hasta por períodos mayores a 60 meses sin inconvenientes.

3.3.5 Limpieza

Después de recolectados los conos son transportados en sacos de brin o pita a un lugar donde puedan ser extendidos sobre lonas a la sombra, para permitir su post-maduración. Luego se secan los conos al sol en tarimas. Una vez abiertos se extraen las semillas golpeándolas. La semilla pasa a una desaladora y luego la mezcla de semillas, alas y basura son pasadas a una limpiadora, con el objeto de eliminar las impurezas. Finalmente, se homogeniza el lote y se seca a un nivel de humedad adecuado para su almacenamiento, exponiendo las semillas al sol y removiéndolas constantemente.

Hay que tener cuidado durante el proceso de limpieza debido a que las cubiertas de las semillas de *P. oocarpa* son delgadas y pueden agrietarse o quebrarse fácilmente.

3.3.6 Tratamientos pre-germinativos

No es necesaria la escarificación /estratificación en frío de las semillas antes de la germinación, pero se recomienda el remojo de las semillas en agua a 25° Celsius, 24 horas antes de la siembra a fin de uniformizar la germinación.

3.4 Producción de plantas

Basado en CATIE 2000, Castillo 2004, Ramirez 2009 Paiz 2014, Enríquez 2003

A nivel de los individuos taxados botánicamente dentro del género *Pinus*, las tecnologías de producción de plantas pueden aplicarse indistintamente de la especie y poseen muy pocas variaciones en su implementación.

3.4.1 Métodos sexuales o por semilla

P. oocarpa se reproduce básicamente por semilla para lo cual se requiere la implementación o establecimiento de viveros, teniendo diferentes modalidades de producción.

PLANTAS EN BOLSAS PLÁSTICAS: Las semillas pueden sembrarse directamente en bolsas plásticas de medida 3" x 6"x 3⁸ con dos a tres semillas por bolsa, o en cajas germinadoras. El proceso de germinación tarda de 15 a 17 días. Las plantas estará listas para ser llevadas a campo definitivo cuando alcancen de 25 a 30 centímetros de altura, lo que tarda de 5 a 6 meses dependiendo de la región, manejo del vivero y necesidades del tamaño de planta.

Durante el tiempo que la planta permanece en el vivero, en etapa de desarrollo pueden realizarse 4 fertilizaciones, la primera, 30 días posteriores a la germinación; para dicha labor existen fertilizantes especializados en la producción de coníferas.

Se recomienda pasar por un tamiz o malla metálica con abertura de ¼ x ¼ de pulgada, para eliminar piedras y raíces y deshacer terrones. Posteriormente mezclar 70% de tierra negra y 30% de arena pómez la cual ayuda a mejorar la estructura del sustrato, mejorando la absorción de agua, anclaje de la raíz y disminuir la presencia de musgos en la parte superior de la bolsa.

El tiempo promedio de llenado de la bolsa es de 25 segundos y una persona puede llenar entre 1000 a 1500 bolsas por día. Las bolsas se colocan en bancales o tablones de no más de 1 metro de ancho por el largo que se les desee dar y se le calza agregando tierra a los lados para evitar que las bolsas se caigan y mejorar la conservación de la humedad en el bloque.

Según experiencias observadas, se necesita un espacio físico de 650 metros cuadrados para producir 100,000 plantas; 29.06 m³ de sustrato para llenar las 100,000 bolsas, de los cuales el 70% corresponde a tierra negra y el 30% restante a arena pómez. Un jornal llena y coloca en tablón 1,000 bolsas por día.

⁸ La medida hace referencia al diámetro de la bolsa en pulgadas, alto en pulgadas y grosor de la bolsa en milésimas de milímetro.



Figura 2. Plantas producidas en bolsas plásticas.
Fotografías por: Ramírez 2009.

PLANTAS EN CONTENEDORES PLÁSTICOS: Son bandejas plásticas hechas de polietileno de color negro que contienen cavidades para depositar el sustrato y raíces de la planta. A estas cavidades se les denomina tubete, éstos tienen entre 4 a 6 aletas o acanaladuras que sirven para orientar las raíces con un volumen de 100 cm^3 por tubete.

Los sustratos pueden variar en función de la disponibilidad y precios de los materiales; Las bandejas pueden ser llenadas a mano o utilizando una máquina especial. Lo más importante de esta actividad es asegurarse que toda la cavidad esté bien llena con el sustrato, para que no existan burbujas de aire. Para asegurar una buena densidad del sustrato, la bandeja plástica se golpea moderadamente, entre 1 a 2 veces en el suelo. La calidad de esta operación está en la verificación de la densidad del sustrato, por medio de una adecuada supervisión.

Cuando las bandejas son usadas por primera vez, deben lavarse con agua limpia y enseguida se procede a la desinfección de los contenedores, donde se realiza una inmersión en agua caliente (a 80° Celsius por 10 minutos) o son lavadas con cloro u otros productos desinfectantes.

Las semillas de la especie forestal son colocadas al centro de la cavidad. El número de semillas a colocar por agujero dependerá del porcentaje de germinación del lote de semillas, lo cual solamente puede determinarse al comprar semilla certificada. Esta actividad se realiza manualmente. Luego se procede a cubrir la semilla con arena o piedra pómez para protegerla de los efectos dañinos que pudieran provocar el sol, viento, lluvia e insectos.



Figura 3. Bandeja plástica con capacidad de 40 cavidades.
Fotografías por Paiz 2014

3.4.2 Métodos asexuales

Basado en CATIE 2000, Castillo 2004, Ramirez 2009, Paiz 2014, Enriquez 2003

La propagación asexual de *P. oocarpa* es el proceso de multiplicación de plantas a partir de una planta madre y de la cual se obtiene una descendencia uniforme.

Este proceso consiste en realizar una réplica o propagación de un árbol de buenas características, por medio de estacas enraizadas en un medio de propagación estéril, mediante la adición de una auxina como reguladores de crecimiento, estimulando así la multiplicación de raíces.

Producto de esta técnica se pueden obtener altas tasas de multiplicación, a partir de brotes o material vegetativo joven proveniente de árboles cultivados como setos vivos. Por medio de este método de propagación se pueden obtener plantas libres de enfermedades, aunque en algunos casos no se puede evitar la multiplicación de plantas infectadas por virus.

Este método de producción, implica la utilización de contenedores plásticos anteriormente descrito. De acuerdo a la experiencia generada a lo largo de varios ensayos los setos vivos de multiplicación deben de cultivarse a una distancia de 25 a 50 cm entre plantas y han de ser fertilizadas una vez a la semana para obtener un estado nutricional adecuado, usando una formula Completa de fertilizante (N - P₂O₅ - K₂O), Blaukorn (12-12-17-2) a razón de 3 gr por metro Cuadrado y una única aplicación de Osmocote plus (15-9-12) a razón de 25 gr por m².

PRODUCCIÓN DE ESTACAS JUVENILES: Una vez escogida la planta madre, se extraerán los fragmentos a partir de los cuales se obtendrán las estacas. No se deben seleccionar estacas de crecimiento exuberante, con características anormalmente largas o de ramas pequeñas y débiles que crezcan en el interior de la planta. Las estacas más convenientes son aquellas de tamaño y vigor moderados. Las estacas deben tener

almacenada una amplia provisión de materias alimenticias para nutrir a las raíces y tallos en desarrollo hasta que sean capaces de hacerlo por sí mismos.

Preparación de estacas: Como herramienta de corte se debe utilizar un bisturí, tomando en consideración que en la base de la estaca debe haber un corte en Angulo recto, limpio y sin daño. Las estacas se deben de cortar a una longitud de 6 cm con diámetros centrales de 3 a 6 mm, y se deben eliminar todas las acículas en los 2 cm próximos al corte recto.

Toda la herramienta se debe desinfectar antes y durante el proceso de normalización de las estacas con Captan a razón de 2 gramos/Litro y Benomil a razón de 0.5 gramos/Litro.

Ya en condiciones de asepsia, se extraerán las estacas del material vegetal y se pondrán en el medio de cultivo en el cual se da la iniciación. En el medio de cultivo y dentro del micropropagador se puede controlar la sanidad y la viabilidad de las estacas.

MÉTODO DE APLICACIÓN DE AUXINA: Se utiliza la técnica de inmersión rápida, donde la base de la estaca se introduce en la mezcla de un fertilizante enraizador a base de Ácido Indol-3-butirico (AIB) diluida en 2 litros de agua por un tiempo aproximado de cinco segundos. Luego estas estacas deben ser colocadas en el micropropagador, en Arena Blanca (Pómez) como substratoenraizador a una profundidad aproximadamente de 2.5 cm.

FASE DE ENRAIZAMIENTO: La raíz en este caso es parte fundamental en el proceso de propagación asexual, porque sirve de anclaje, así también de absorción de agua y nutrientes. La callosidad empieza a formarse en las estacas entre la segunda y tercera semana de siembra, observándose entre la sexta y séptima semana las primeras raíces.

La raíz necesita mucho oxígeno y no admite agua estancada, la cual pudriría las estacas; esta condición se logra al cultivar las estacas en estructuras denominadas micropropagadores de sub-irrigación.

CUIDADO DE LAS ESTACAS EN EL MICROPROPAGADOR: La fase crítica y de mayor cuidado es en el micropropagador, porque es donde la planta esta susceptible a cualquier cambio; por lo que es importante verificar que las condiciones de propagación, se mantengan constantes. Las condiciones que se deben tener en cuenta son:

- **Humedad:** Verificar dos veces al día; hay que rociar en las primeras horas de la mañana y en las últimas horas de la tarde.

Controlar el nivel del agua en el micropropagador, siempre debe estar al nivel de enraizamiento, este nivel debe estar a 2.500 3.00 centímetros bajo la estaca juvenil.

Evitar que el medio de enraizamiento este reseco o encharcado.

Se deben verificar los controladores de aspersion y los chorros de distribución.

- **Temperatura:** La temperatura no debe sobrepasar los 35° Celsius en la hora más calurosa y no debe bajar de los 22° Celsius y no debe subir de los 32° Celsius en el medio de cultivo.
- **Sombra:** Se debe verificar que la sombra este cubriendo los micropropagadores, esto para evitar deshidratación de las estacas.
- **Plagas y enfermedades:** Se deben verificar si hay signos de hojas caídas o comidas, pudriciones en las estacas o presencia de hongos.

FACTORES AMBIENTALES QUE AFECTAN EL ENRAIZAMIENTO:

- **Temperatura:** La temperatura es un factor ambiental fundamental para la propagación, se debe controlar dentro del micropropagador y en el medio de cultivo. Cuando se tienen temperaturas extremas inhiben el desarrollo de las raíces y los nuevos brotes.

FASE DE ACLIMATACIÓN: Las estacas enraizadas y transplantadas son muy sensibles a los cambios ambientales; de manera que el éxito o el fracaso de todo el proceso dependen de la aclimatación. El desarrollo de las estacas enraizadas dentro de los contenedores finales es un proceso lento, al principio están poco adaptadas a crecer fuera del micropropagador debido a que han enraizado en un ambiente húmedo con una humedad relativa muy alta.

Por lo general los estomas no están aptos para responder al descenso de humedad relativa, estos son muy lentos por lo que en ocasiones no se puede evitar la desecación de las estacas enraizadas. Por otra parte la producción de plantas en ambientes tan húmedos no permite la producción de cutícula bien desarrollada.

Las estacas que son sacadas del micropropagador al contenedor final deben ser puestas en invernaderos con umbráculo y una alta humedad, luego en el proceso de Aclimatación se debe ir disminuyendo progresivamente la humedad relativa e incrementar progresivamente la intensidad de luz.

En cuanto a los métodos de propagación, el método sexual o por semilla es el más utilizado en función de su relativa sencillez disponibilidad de semilla y recursos requeridos para la producción de plántulas. El método asexual, a pesar de que existen investigaciones que definen el protocolo de propagación, hasta el momento no se utiliza en Guatemala.

4 Establecimiento de plantaciones

4.1 Comportamiento ecológico de la especie

Basado en CATIE 1995

Debido a que es una especie indicadora de la zona de vida *Bosque muy húmedo Sub-tropical frío (bmh-S(f))* y también se le encuentra en la zona de vida *Bosque húmedo Montano bajo Sub-tropical (bhmb-S)*, abarca un rango de adaptación bastante amplio y es la especie de mayor distribución de Norte a Sur.

En condiciones naturales se encuentra sobre suelos erosionados, delgados; de textura arenosa, franco-arenosa y franco-arcillosa, de baja fertilidad, derivados de materiales volcánicos con alto contenido de cuarzo.

Generalmente aparece formando rodales puros o entremezclados con *Quercus* spp., *Pinus teocote*, *Pinus tecunumanii* y asociado con gramíneas como *Paspalum* sp., *Axonopus* sp, *Andropogon* sp., pero es exigente de Luz.

4.2 Instalación

Basado en Hilton 2011, INAB 2012, Butz 2011, Cordero y Boshier 2003

Para *P. oocarpa*, debido a que la especie suele utilizarse en zonas con condiciones agrológicas bastante pobres, sobre todo en localidades cercanas al corredor seco, se recomienda la aplicación de una dosis de 3 gr en la etapa de vivero del compuesto denominado poliacrilamida ya que aumenta en un 50% la sobrevivencia a los 35 días de establecida la plantación. Dicho período puede corresponder a la ocurrencia de un período sin lluvias (canícula) de forma anticipada o no.

Las prácticas para establecimiento de plantaciones de coníferas pueden generalizarse indistintamente para la especie, por lo cual, se presenta la siguiente información.

PREPARACIÓN DEL TERRENO: Se recomienda una limpia total del terreno, a fin de proporcionar luz a los árboles en su etapa inicial, para el efecto se elimina toda la vegetación arbustiva, residuos de árboles caídos entre otros. En varias reforestaciones se ha empleado el fuego después de la limpia, porque facilita la plantación y es efectivo para la eliminación de residuos vegetales y algunas plagas como roedores, ofreciendo

además un bajo costo para el efecto. Sin embargo, se debe tener mucha precaución a efecto que la quema sea controlada para que no se pueda provocar incendios forestales en áreas vecinas.

En sitios que presentan algún grado de compactación se pueden efectuar labores del suelo como el arado o subsolado, aunque también se han implementado agujeros grandes para remover el sustrato donde se establecerá la raíz inicial en el establecimiento. En suelos con problemas de drenaje, al cual es susceptible el pino, es necesario implementar estructuras que permitan eliminar permanentemente el exceso de agua en el suelo.

DISTANCIAMIENTOS DE SIEMBRA: El objetivo principal de las plantaciones de *P. oocarpa* es la producción de madera para aserrío, por lo que es necesario definir una densidad inicial adecuada. Por lo regular se utilizan espaciamientos de 3.0 x 3.0 m, al cuadro, con lo cual se garantiza un número de plantas adecuado para la selección de árboles remanentes a la cosecha final, donde se pretende llegar con un número entre 150 y 250 árboles/ha, dependiendo de la productividad del sitio forestal. Dicho distanciamiento también es el requerido (densidad inicial 1,111 árboles/ha) para el desarrollo de proyectos PINFOR.

Con la finalidad de facilitar algunas labores culturales de mantenimiento se han establecido varias plantaciones con distanciamientos de 3.0 x 4.0 m ó 2.5 x 4.0 m, permitiendo de esta manera mecanizar entre otras, las limpias.

De ser necesario replantar, se recomienda que se haga cuando la plantación presente menos del 80% de prendimiento y no debe de hacerse después de un año del establecimiento, para que esta sea homogénea (según el principio del manejo de poblaciones coetáneas y el máximo rendimiento al final del turno de corta.

GRADO DE MEZCLA CON OTRAS ESPECIES: Se recomienda plantar *P. oocarpa* en plantaciones puras, debido a la facilidad de la aplicación de tratamientos silviculturales y a las ventajas económicas que conlleva. De acuerdo a los Registros de INAB, de las 159 PPM establecidas para esta especie, 157 parcelas son consideradas puras, ya que presentan un área basal mayor o igual al 85%, en las 2 parcelas restantes se tiene mezcla con 2 especies, siendo éstas: Pino candelillo (*Pinus maximinoi*) con 1 parcela y *Pinus caribaea* con 1 parcela; para ambas, el grado de mezcla para *Pinus oocarpa* fue menor al 50% en términos de área basal.

FERTILIZACIÓN INICIAL: Se han reportado exitosos resultados utilizando fórmula completa 15-15-15 (NPK) diluido en agua (también llamado *drench*) a razón de 4 onzas/planta. La aplicación se realiza a 30 cm de la base o tronco de la planta; la

fertilización se realiza a partir del primer año de establecimiento de la plantación y los resultados se ven reflejados a partir de los 6 meses posteriores de la aplicación.

El IMA en altura utilizando la dosis indicada representa un incremento de 1.69 m/ año en comparación a no fertilizar obteniendo un rendimiento de 0.96 m/año; es decir un aumento del 76% del rendimiento.

El IMA en diámetro de la planta utilizando la dosis indicada representa un incremento de 2.13 cm/ año en comparación a no fertilizar, obteniendo un rendimiento de 1.68 cm/año; es decir un aumento del 27% del rendimiento.

Es recomendable realizar un análisis sobre las condiciones físico-químicas del suelo a fin de utilizar la formulación y tipo de fertilizante correcto ya que según las características de suelo, puede fijar nutrimentos haciéndolos no disponibles para la planta.

5 Silvicultura de plantaciones

5.1 Control de malezas

Basado en INAB 2015

Se ha determinado que los mejores crecimientos se obtienen cuando se efectúan 3 limpiezas en el primer año, al menos dos limpiezas en el segundo y tercer año y al menos una limpieza los siguientes tres años.

Otra labor cultural importante es el ploteo, que consiste en eliminar la competencia directa más cercana a la planta, alrededor del árbol. Se han observado plantaciones con ploteo de 1 m de diámetro con buenos resultados en los primeros años, principalmente en aquellos sitios donde el crecimiento de las malezas es agresivo.

Es importante mencionar que la presencia de trepadoras o enredadoras (bejucos) ocasionan daños irreversibles al fuste de los árboles, por lo que hay que eliminarlas previo a que inicien por agobiar a las plántulas, ya que esta condición provoca la pérdida de la dominancia apical y en consecuencia la bifurcación de los árboles.

En sitios con buen crecimiento se obtiene una cobertura de copas alta luego del tercer año, reduciendo la presencia de malezas y por consiguiente la frecuencia para efectuar limpiezas. En sitios con bajo crecimiento es necesario mantener limpiezas periódicas para eliminar la competencia por nutrimentos a los árboles de pino. El número, frecuencia y método a utilizar dependerá de las condiciones propias de la plantación, la disponibilidad de recursos financieros y mano de obra.

5.2 Poda

Basado en INAB 2015

Las principales prácticas silvícolas son los raleos y las podas, cuyo objetivo es concentrar el crecimiento en los mejores individuos y mejorar la calidad de la madera y en consecuencia aumentar la productividad forestal.

Como regla general se recomienda efectuar la primera poda después de efectuar el primer raleo, es indispensable considerar para decidir podar que mientras más grandes y gruesas sean las ramas, más trabajo llevara cortarlas, además que estas dejan una marca más grande en el fuste. Es aconsejable que el diámetro basal de la rama no sea superior a los 2 cm, debido a que facilita y disminuye el tiempo del corte, el daño al fuste es menor y en consecuencia los costos de las operaciones son menores.

De acuerdo a las experiencias en el norte del país, los cortes realizados para eliminar ramas más grandes, toman más tiempo para cicatrizar o curarse, causando generalmente algunas deformaciones en el fuste principal.

Para que un árbol no disminuya en gran cantidad la copa, se recomienda que la poda no exceda las dos terceras partes de la altura total del árbol. Por regla general, es ideal que se eliminen las ramas hasta la mitad de su altura total, con la finalidad de mantener un equilibrio en el anclaje del árbol, además de dejar el suficiente material vegetativo, para la absorción de energía para su alimentación.

5.3 Raleo

Basado en INAB, 2015

Con base en experiencias exitosas, se mencionan dos perfiles de raleo según el distanciamiento de plantación utilizado:

- En plantaciones que se establecieron a un distanciamiento inicial de 2 x 2 m (2,500 arb/ha) se recomienda ralear el 50% de los árboles, cuando la plantación alcance unos 4 a 5 m de altura total promedio.
- En plantaciones que se establecieron a un distanciamiento inicial de 3 x 3 m (1,111 arb/ha) se recomienda ralear el 50% de los árboles, cuando la plantación alcance los 6 a 8 m de altura total promedio.

La aplicación de raleo a una intensidad de 50% en una plantación de 7 años de edad, a un distanciamiento de 2.5 x 2.5 m (1600 árboles/ha), reportó un IMA de 2.42 cm/año y 2.48 cm/año a los 6 y 12 meses de haber aplicado el raleo respectivamente. En comparación a no aplicar raleo, 2.12 cm/año, representa un incremento del 14% y 17% del rendimiento anual.

La altura de los árboles no se ve afectada por la aplicación de raleo, ya que se encuentra influenciada por las características biofísicas del lugar; así mismo, no se observa presencia de enfermedades fungosas en plantaciones en donde se ha aplicado raleo.

Es necesario considerar la ocurrencia de vientos en los sitios de plantación, que puedan ocasionar quebraduras al fuste, si se aplican raleos a un 50%, por lo que, en función de lo anterior y el costo de aplicar un raleo, la intensidad puede variar de 30% a 50% según las condiciones del lugar.

Para la producción de madera de aserrío habrá que realizar entre uno y dos raleos más, para llegar a la densidad final recomendable, que se calcula entre 150 y 250 arb/ha, dependiendo de la calidad de sitio.

5.4 Introducción en sistemas agroforestales

Basado en INAB 2015 y Spiegler 1981

En los primeros años, se han tenido buenos resultados cuando se implementa el sistema "Taungya"⁹, asociando la plantación con maíz (*Zea mays* L.) durante los primeros dos o tres años, para ayudar a mantener la plantación libre de malezas. Y otras especies del mismo porte arbóreo que induzcan competencia de espacio y luz.

También se reporta que *P. oocarpa* se ve favorecido en el aumento del diámetro basal y diámetro de copa en asocio con cultivos agrícolas como Haba (*Vicia faba*), Coliflor (*Brassica oleracea* Var. *Brotrytis*), y Zanahoria (*Daucus carota*) en los primeros dos años de establecimiento.

Lo anterior también permite que los futuros árboles se beneficien de los nutrientes dispuestos en el suelo producto de la fertilización entre otras labores culturales que el manejo del cultivo agrícola conlleva

6 Manejo de plagas y enfermedades

Basado en Agrios 1989, Ainsworth 1995, Barnett 1972, CATIE 1991, Farr y otros 1989, González 1992, González 2004 y Soto 2002.

⁹Taungya: Sistema agroforestal en el que se intercalan cultivos agrícolas y plantas forestales durante 2 ó 3 años hasta que los árboles o su follaje impiden el adecuado crecimiento y desarrollo de los cultivos agrícolas.

el cuadro siguiente presenta los agentes dañinos identificados en Guatemala para esta especie, la descripción de los síntomas y daños ocasionados, así como aspectos generales de manejo y control.

Agentes causales dañinos de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl reportados en Guatemala

Nombre común del agente dañino	Nombre científico del agente dañino	Tipo de agente dañino	Estructura atacada	Descripción y Síntomas	Manejo y Control
Tizón de banda roja	<i>Dothistroma septosporum</i>	Hongo fitopatógeno	Acícula	Síntomas: iniciales son pequeñas manchas cloróticas, amarillo verdosas, que aparecen en las acículas en invierno. Posteriormente, aparecen zonas necróticas o bordes de color café rojizo que le dan a la enfermedad su nombre común. Cuando el hongo ha madurado es posible observar puntuaciones negras en el centro de la banda, las que corresponden a los cuerpos fructíferos del hongo (picnidios), el cual se va expandiendo a lo largo de toda la acícula. Estas infecciones es frecuente observarlas en acículas de más de un año, en casos graves la enfermedad puede atacar acículas del mismo año. Por estas características a este hongo se le conoce como un defoliador.	Control cultural: Realizar podas y raleos de saneamiento, recolectando el material enfermo y posteriormente enterrar o quemar. Se recomienda la eliminación de malezas para aumentar la ventilación dentro de la plantación. Esta enfermedad afecta a las plantaciones que están bajo stress, con déficits nutricionales o con mal drenaje. Las esporas del hongo se dispersan con lluvia o con viento en condiciones de alta humedad y temperatura medias. Control químico: aplicación de Clorotalonil en infecciones iniciales.
Tizón foliar	<i>Lophodermium spp</i>	Hongo fitopatógeno	Acícula	Síntomas: sobre las acículas se ven pequeñas pústulas de forma ovoide y color negro de aproximadamente 1mm de largo, estas son las estructuras reproductivas (apotecios). Como síntomas iniciales se puede observar manchas con márgenes de color amarillo; cuando el hongo ya se ha desarrollado por completo e inicia su fructificación o esporulación se puede visualizar que las pústulas presentan una apertura longitudinal y las acículas con el tiempo se tornan marrones y finalmente mueren. En las plantaciones afectadas se pueden observar arboles adultos con coloraciones amarillentas, se presenta abundancia de acículas muertas a lo largo del tronco o en la base de las ramas, las	Control cultural: Realizar podas y raleos de saneamiento, recolectando el material enfermo y posteriormente enterrar o quemar. Se recomienda la eliminación de malezas para aumentar la ventilación dentro de la plantación. Control químico: Aplicación de Clorotalonil y Mancozeb para infecciones graves antes y durante el período pico de la esporulación. Para su prevención es conveniente conocer el origen de la semilla que se utiliza y que

				acículas atacadas quedan adheridas pendiendo de las ramas bajas, en ejemplares muy susceptible pueden presentarse en todo el árbol. En plantaciones jóvenes afecta acículas a partir de la primera etapa de crecimiento con lo que disminuye la capacidad fotosintética afectando el crecimiento.	las plantas en vivero cuenten con su manejo de sanitación adecuado.
Roya, tumor	<i>Cronartium spp</i>	Hongo fitopatógeno	Rama, fuste y conos	Síntomas: Esta enfermedad es fácilmente reconocida por las agallas de diversos tamaños en ramas, troncos y conos. En las ramas las infecciones pueden observarse por la deformación de los tejidos. En los fustes o troncos se observa el tumor que llega a cubrir todo el perímetro del tronco y al secarse se rompe quebrándose el árbol. Cuando el daño es a nivel de conos se produce un crecimiento de 2-3 veces su tamaño real. En todos los casos de malformación por roya se observan esporas de color anaranjado. Condiciones para el desarrollo de la enfermedad: se necesita un hospedante alterno que son los árboles de la especie <i>Quercus</i> spp. Las basidiosporas (cuerpo fructífero del hongo) son transportadas por el viento hasta las acículas, a los que se infectan directamente. El hongo crece inicialmente en las acículas y posteriormente se introduce por los estomas, heridas y otras estructuras formándolos tumores.	Control cultural: Realizar podas y raleos de saneamiento, removiendo el material contaminado y quemarlo o enterrarlo fuera del área. Control químico: Las infecciones que produce la roya en plantas jóvenes se evitan con aspersiones frecuentes dos veces por semana con ferbam, especialmente antes y durante tiempo húmedo y frío. Algunos de los nuevos fungicidas sistémicos, como el benodanil, triadimefon y el triadimenol, permiten controlar en forma bastante satisfactoria a la roya, cuando se aplican en forma de aspersiones o como tratamientos a las semillas.
Zompopo	<i>Atta spp</i>	Insecto/Orden Himenóptera	Cortadora	Los Zompopos utilizan el material colectado como sustrato para cultivar hongos simbiotes, de los cuales se alimentan, teniendo importancia económica en vivero y plantaciones. Están distribuidas por castas, Reina, obreras, exploradoras y soldados. Las colonias contienen una gran cantidad de zompopos, causando defoliaciones severas, las hembras reproductoras pueden llegar a vivir más de 10	Manejo: actividades sugeridas; inventario general de los zompoperos, marca (estaca de marcación), limpieza de las entradas y salidas, medición de la longitud de entradas, mapeo, calendario de vuelo (fechas de vuelo), cronograma de control químico.

				años. Síntomas: cortan en fracciones las hojas o material vegetal defoliando de arriba hacia abajo.	
Gorgojo del pino	<i>Dendroctonus frontalis,</i>	Insecto/Coleóptera	Fuste	Descripción: insecto de color oscuro; longitud del cuerpo entre 2.2 a 3.2 mm con promedio de 2.8 mm, sin espinas en el declive elitral; el daño que ocasiona es la muerte de los árboles, al inicio del ataque el color de la copa de árbol verde con grumos de resina suaves y blancos, los insectos se encuentran colonizando el árbol y desarrollándose dentro de ella, después cambia el follaje verde claro o amarillento se observan grumos de resina de color amarillento se observan larvas en diferentes estados de desarrollo; y luego el color del follaje cambia a color rojizo se considera que los insectos ya abandonaron el árbol. Los arboles más susceptibles son los dañados por incendios forestales, débiles, atacados por otros patógenos y rodales estresados.	Manejo: eliminar los arboles cuando presenten y observen los primeros síntomas (copa verde y copa amarillenta), descortezando y quemando la corteza. A la troza descortezada se puede aplicar insecticidas de ingrediente activo Deltametrina (Decis o Dursban) mezclados con un adherente.
Descortezador menor ips.	<i>Ips spp</i>	Insecto/Coleóptera	Fuste	Las especies de Ips se encuentran ampliamente distribuidas en los bosques naturales y plantaciones de pino, pueden causar la muerte de árboles en pie pero se consideran secundarios ya que afectan las trozas recién cortadas, presenta declive elitral con espinas que puede variar su número según la especie, su tamaño puede variar de 2.1 a 5.9 mm su color puede variar de negro a café claro.	Manejo: eliminar los arboles cuando presenten y observen los primeros síntomas (copa verde y copa amarillenta), descortezando y quemando la corteza. A la troza descortezada se puede aplicar insecticidas de ingrediente activo Deltametrina (Decis o Dursban) mezclados con un adherente.
Palomilla de los brotes	<i>Rhyacionia frustrana</i>	Insecto Lepidóptera	Brote apical y yemas laterales	Insecto que causa daños económicos en las plantaciones, retrasan el crecimiento en diámetro y altura, la deformación causada por la muerte de yemas afecta y produce deformación. Las larvas son de tamaño pequeño miden hasta 10 mm de longitud de color amarillo, la pupa se encuentra dentro de la yema del brote dañado, las palomillas miden de 4 a 7.5 mm, las alas son de	Manejo y control: biológico liberación de 20,000 avispas de <i>Trichogramma sp.</i> Por ha, podas de saneamiento cuando el ataque se localiza en los brotes laterales, control químico: se recomienda Insecticidas como Malathión, Triclorfon, Forato, Dimetoato,

				<p>color rojizo con gris o plateado. La duración del ciclo de vida está influenciado por factores climáticos, los adultos son de vuelo crepuscular, después del apareamiento las hembras inician la oviposición en las yemas, brotes o acículas, después de nacer la larva se introduce haciendo un túnel comúnmente una larva por túnel. Los daños a los arboles van de todas edades, se reconoce por que se observa resina mezclado con excrementos e hilos de seda.</p>	<p>Diazinón, han sido registrados con resultados positivos. Este método de combate se ha utilizado principalmente en viveros y plantaciones recién establecidas, cuando los niveles de infestación son altos. Deben realizarse, al menos, tres aplicaciones.</p>
--	--	--	--	--	--

7 Crecimiento y productividad de plantaciones

7.1 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 los proyectos de reforestación, el Instituto Nacional de Bosques decidió evaluar el crecimiento en plantaciones forestales de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schlttdl. 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) (Cojóm en prensa).

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 159 PPM en plantaciones PINFOR de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schlttdl, distribuidas en diferentes regiones en donde se tienen establecidas plantaciones de esta especie (ver mapa con la ubicación de las PPM en el acápite “Distribución potencial de la especie en Guatemala”). Actualmente, el crecimiento *Pinus oocarpa* Schiede ex Schlttdl está (ó ha sido) monitoreado en varios municipios de diferentes departamentos del país.

El cuadro siguiente da mayores detalles acerca de estas 159 PPM.

a) 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
Total parcelas activas	127	8269	4515
Edad de 5.1-10.0 años	22	925	925
una sola medición	22	925	925
Gmezcla < 50%	2	37	37
Gmezcla ≥ 85%	20	888	888
Edad de 10.1-15.0 años	43	3634	2016
una sola medición	9	619	619
Gmezcla ≥ 85%	9	619	619

2-5 mediciones	2	102	96
Gmezcla \geq 85%	2	102	96
6 mediciones y más	32	2913	1301
Gmezcla \geq 85%	32	2913	1301
Edad de 15.1 y más años	62	3710	1574
una sola medición	1	22	21
Gmezcla \geq 85%	1	22	21
2-5 mediciones	6	242	155
Gmezcla \geq 85%	6	242	155
6 mediciones y más	55	3446	1398
Gmezcla \geq 85%	55	3446	1398
Total parcelas inactiva	32	2507	1276
Edad de 0-5.0 años	1	165	117
2-5 mediciones	1	165	117
Gmezcla \geq 85%	1	165	117
Edad de 5.1-10.0 años	7	442	249
2-5 mediciones	5	282	167
Gmezcla \geq 85%	5	282	167
6 mediciones y más	2	160	82
Gmezcla \geq 85%	2	160	82
Edad de 15.1 y más años	24	1900	910
2-5 mediciones	12	948	521
Gmezcla \geq 85%	12	948	521
6 mediciones y más	12	952	389
Gmezcla \geq 85%	12	952	389
Total general	159	10776	5791

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

Grado de mezcla inicial del cedro	Número de parcelas	Especies asociadas [con N>5 en la parcela] (número de parcelas de ocurrencia)
$G_{mezcla} < 50\%$	2	PINUCH (1); PINUMI (1)
$50 \leq G_{mezcla} < 85\%$	0	
$G_{mezcla} \geq 85\%$	157	
Total	159	

Puede observarse en el cuadro anterior, que existe una variación en la edad de las plantaciones donde se encuentran establecidas las PPM, teniéndose que la mayor parte se encuentra ubicadas en el rango de 15.1 y más con 62 parcelas, seguido del rango entre 10.1 y 15.0 años con 43 parcelas y del rango 5.1 a 10.0 años se tienen 29 parcelas. En cuanto al número de mediciones, no se tiene uniformidad, teniéndose

parcelas con una sola medición, parcelas de 2 a 5 mediciones y en algunos de los casos con más de 6 mediciones

Treinta y dos parcelas de las 159 PPM, llamadas “inactivas”, se habían perdido a diciembre del año 2015, sea por desinterés del propietario de la plantación o por cambio de uso de la tierra. Sin embargo, la información de estas PPM inactivas es parte íntegra de la base de datos dasométrica.

La mayoría de las PPM ha sido instalada en plantaciones puras, solamente 2 de las 159, fueron establecidas en una plantación mixta.

Será esencial para poder aprovechar plenamente la información de esta base de datos dasométrica completar la descripción de sitio de cada parcela, activa e inactiva, dar un monitoreo similar a las parcelas instaladas en plantaciones puras y mixtas (medir las mismas variables) y reconstruir el historial de cada parcela (mantenimiento recibido, intervenciones silviculturales, disturbios que (mantenimiento recibido, intervenciones silviculturales, disturbios o fenómenos naturales que hayan modificado el desarrollo del rodal).

7.2 Crecimiento e incrementos

De acuerdo al análisis de la base de datos dasométrica (PPM de *P. oocarpa* en plantaciones forestales puras, estado al 31 de diciembre 2015) se determinaron 5 categorías de productividad, denominadas como categorías de índice de sitio, con base en la altura alcanzada por el rodal y su edad:

Categorías de sitio para *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl en Guatemala

categoría de índice de sitio	rangos de índice de sitio* por categoría [m]
Pésimo (6)	<7.9
Malo (10)	8-11.4
Medio (13)	11.5-14.4
Bueno (16)	14.5-16.4
Excelente (18)	>17

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2016

*índice de sitio determinado a una edad base de 10 años

Los municipios que albergan PPM muestran las siguientes aptitudes para el crecimiento del *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl

Aptitud para el crecimiento de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl de municipios con PPM de la especie en Guatemala

Departamento	Municipio	Finca	Indice de sitio [m]	Categoría de IS	Ubicación en dist. potencial	Altitud [msnm]	Pendiente [%]	Textura suelo	Textura suelo (calculada)
Guatemala	Chinautla	Hidroeléctrica Río las Vacas - Los Morales	14.5	Bueno	si	947 - 1300			Franca a Franco-Arcillosa
Guatemala	Chinautla	Hidroeléctrica Río las Vacas - Las Sidras	16	Bueno	si	1109 - 1160			Franco-Arcillo-Arenosa
Guatemala	Chinautla	Hidroeléctrica Río las Vacas - La Campana	15.5	Bueno	si	1000 - 1274			Franco-Arcillo-Arenosa
Guatemala	San Raymundo	Hidroeléctrica Río las Vacas - El Chuapón	13.6	Medio	si	960 - 1363			Franca a Franco-Arcillosa
Alta Verapaz	Santa Cruz Verapaz	Finca Anexo Pambach	11.5	Medio	no				
Baja Verapaz	Rabinal	La Piedad	8.1	Malo	no	950			Franco-Arenosa-Gravosa a Franco-Arcillo-Arenosa
Baja Verapaz	Granados	Medio Monte	11.7	Medio	no	1600			Franco-Arcillosa
Baja Verapaz	Salamá	Evaristo del Cid	12.7	Medio		989 - 1000	25		Franco-Arenosa-Gravosa a Franco-Arcillo-Arenosa
Baja Verapaz	Purulhá	Pampà	15.7	Bueno	no	728			Arcilla
Baja Verapaz	Purulhá	Cruz de Piedra	11.4	Malo	no	657	20	aA= arcilla arenosa	Arcilla
Chiquimula	Jocotán	La Mina	15.1	Bueno	no	1400			Arcilla
El Progreso	Morazan	Vista Hermosa	12.7	Medio	no	900 - 1100			Franco-Lomosa, Franco-Arenosa-Gravosa a Franco-Arcillo-Arenosa
Jalapa	Jalapa	La Noya	11.1	Malo	si	400 - 1100			Franco-Limosa
Jalapa	Jalapa	Agua Blanca	13.3	Medio	no	900			Franco-Limosa a Franco-Arenosa Fina o Muy Fina
Jalapa	San Pedro Pinula	La carbonera	17	Excelente	No, en el limite	900			Franco-Limosa a Franco-Arenosa Fina o Muy Fina
Jutiapa	Moyuta	El Rincón	12.5	Medio					
Santa Rosa	Cuilapa	Teyca	12.3	Medio	si				
Santa Rosa	Santa María Ixhuateán	El Encinal	10.1	Malo	si	1100			Arcilla

Escuintla	Escuintla	Santa Maria Buena Vista Fase I.	9	Malo	no				
Escuintla	Escuintla	Los Chagüites	15.3	Bueno	si	600 – 929	12		Franco-Arenosa

El municipio que presenta condiciones excelentes de sitio para el crecimiento *Pinus oocarpa* es San Pedro Pinula, ubicado en el departamento de Jalapa, a una altitud de 900 msnm y suelos con texturas que van de franco-limosa, franco-arenosa fina o muy fina; los municipios que presentan condiciones de sitio buenos, se ubican en los departamentos de Guatemala (Chinautla), Baja Verapaz (Purulhá), Escuintla (Escuintla) y Chiquimula (Jocotán); en altitudes comprendidas entre los 600 y 1274 msnm; pendientes del 12% y suelos con textura que va de arcillosa, franca a franco-arcillosa, franca-a franco-arcillo-arenosa y franco-arenosa; los municipios que presentan condiciones de sitio medios, se ubican en los departamentos de Guatemala (San Raymundo), Jalapa (Jalapa), Baja Verapaz (Salamá), El Progreso (Morazán), Jutiapa (Moyuta), Santa Rosa (Cuilapa) y Alta Verapaz (Santa Cruz Verapaz); ubicados en altitudes que oscilan entre los 900 y 1363 msnm; pendientes de 25% y suelos con texturas Franca a franco-arcillosa, franco-arcillosa franco-limosa, franco-arenosa y gravosa a franco-arcillo-arenosa. Finalmente se tienen los municipios que presentan los sitios malos; ubicados en los departamentos de Baja Verapaz (Purulhá, Rabinal), Jalapa (Jalapa), Santa Rosa (Santa María Ixtahuacán) y Escuintla (Escuintla), en altitudes entre 400 y 1100 msnm; suelos con texturas arcillosa, franco-limosa, franco-arenosa y franco-arenosa, gravosa a franco-arcillo-.

El cuadro siguiente presenta los incrementos medios anuales (IMA) de las variables dasométricas estándares para *P. oocarpa* en las 5 categorías de sitio.

Incremento Medio Anual -IMA- de variables de crecimiento para *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl en Guatemala.

Categoría de Índice de Sitio (m)	IMA DAP (cm)	IMA Altura Total (m)	IMA Área Basal (m ² /ha)	IMA Volumen Total (m ³ /ha)
Pésimo (6)	0.74	0.47	0.32	1.12
Malo (10)	0.98	0.77	0.57	2.77
Medio (13)	1.31	1.07	1.00	6.88
Bueno (16)	1.55	1.25	1.40	11.79
Excelente (18)	1.84	1.42	1.97	20.21

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2016

El análisis de la base de datos dasométrica (PPM de *P. oocarpa* en plantaciones forestales puras, estado al 31 de diciembre 2015) permitió definir las siguientes funciones de crecimiento, que interpretan la dinámica de crecimiento de la especie

Familia de modelos de crecimiento para *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl en Guatemala

Variable	Modelo de Crecimiento	r ²
Altura total (m)	= EXP(LN(S) -6.498108 * (1/T - 0.1))	0.77
Diámetro (cm)	= EXP(2.426552 -6.706013/T + 0.075921*S + 0.00004*N)	0.86
Área basal (m ² /ha)	= EXP(1.060976 -13.35596/T + 0.15187*S + 0.001278*N)	0.84
Volumen total (m ³ /ha)	= EXP(2.246512 -20.855741/T + 0.242321*S + 0.001267*N)	0.90
Índice de Sitio	= EXP(LN(H) + 6.498108 * (1/T - 0.1))	0.77

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB 2016

Dónde:

T = Edad en años

N = Árboles/ha

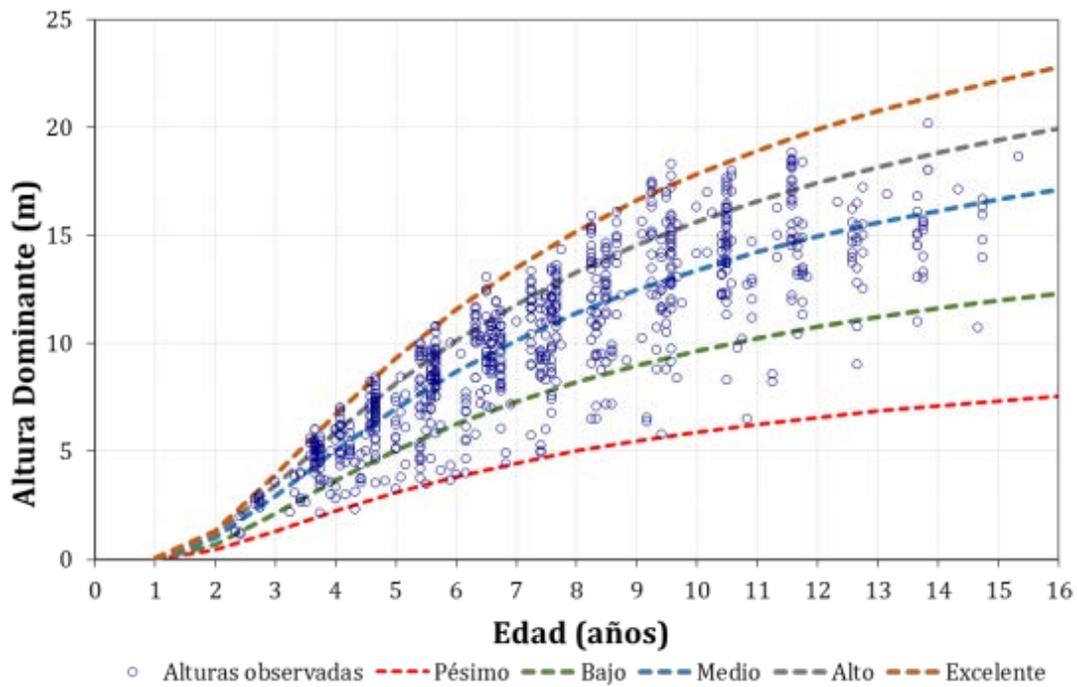
H = Altura dominante (metros)

S = índice de sitio

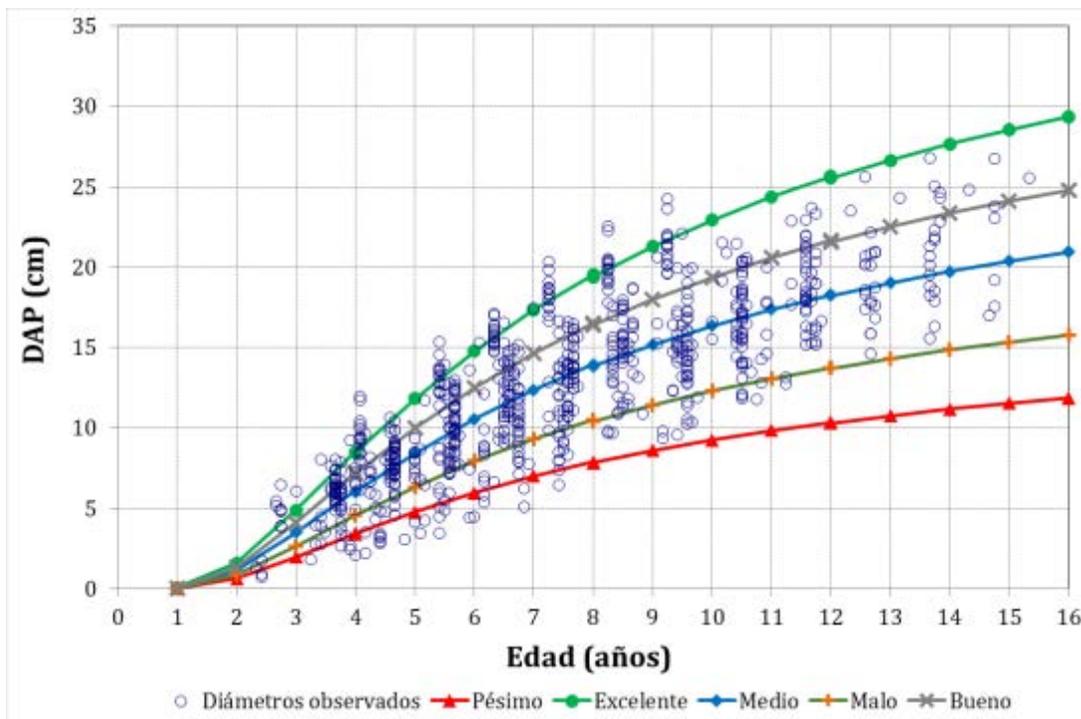
Las figuras siguientes ilustran la dinámica de crecimiento de de **para *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl**, y se basan en las funciones definidas, y el perfil teórico de manejo del rodal definido por el Departamento de Investigación del INAB (2016) para esta especie.

El perfil de manejo de la densidad definido corresponde a una densidad inicial correspondiente a 1,111 árboles/ha que producto de la mortalidad al año cuarto de edad presenta alrededor de 900 árboles/ha, en cuyo momento se aplicó un raleo del 25% que provoca un remanente promedio de 700 árboles/ha, posteriormente se aplicó un raleo del 30% en año 8, dejando 500 árboles/ha que posteriormente fueron sometidos a un tercer raleo con una intensidad de 20% que dejan 400 árboles remanentes a partir de los 12 años.

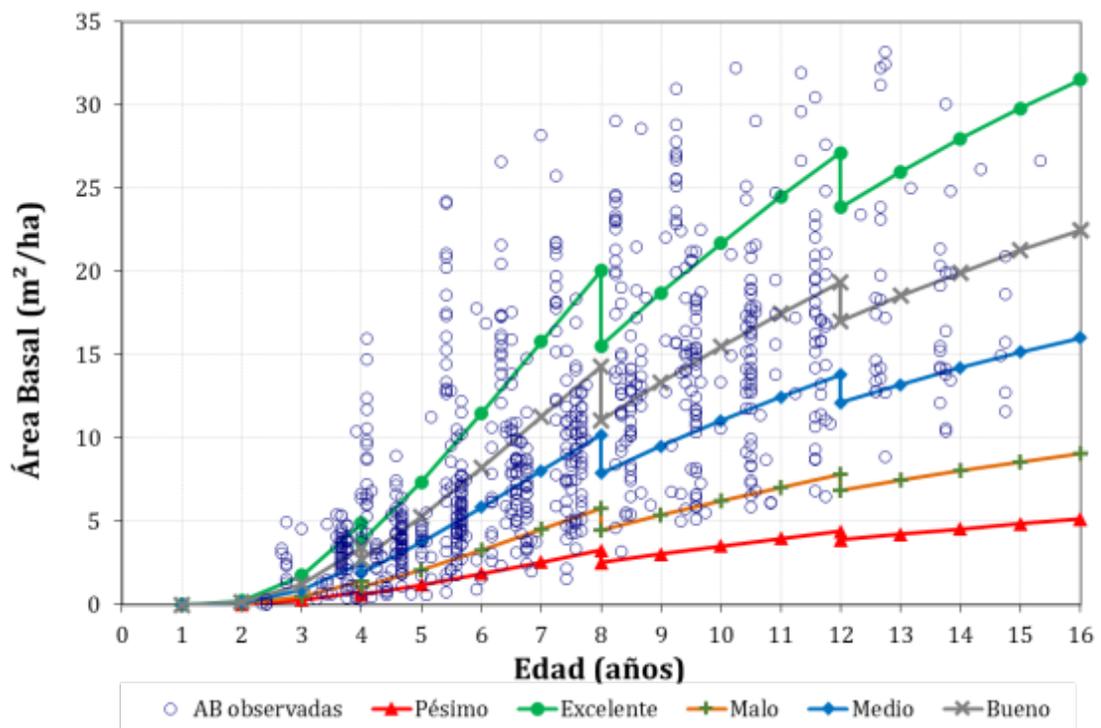
Familia de curvas de crecimiento en altura dominante [m] para plantaciones de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schtdl



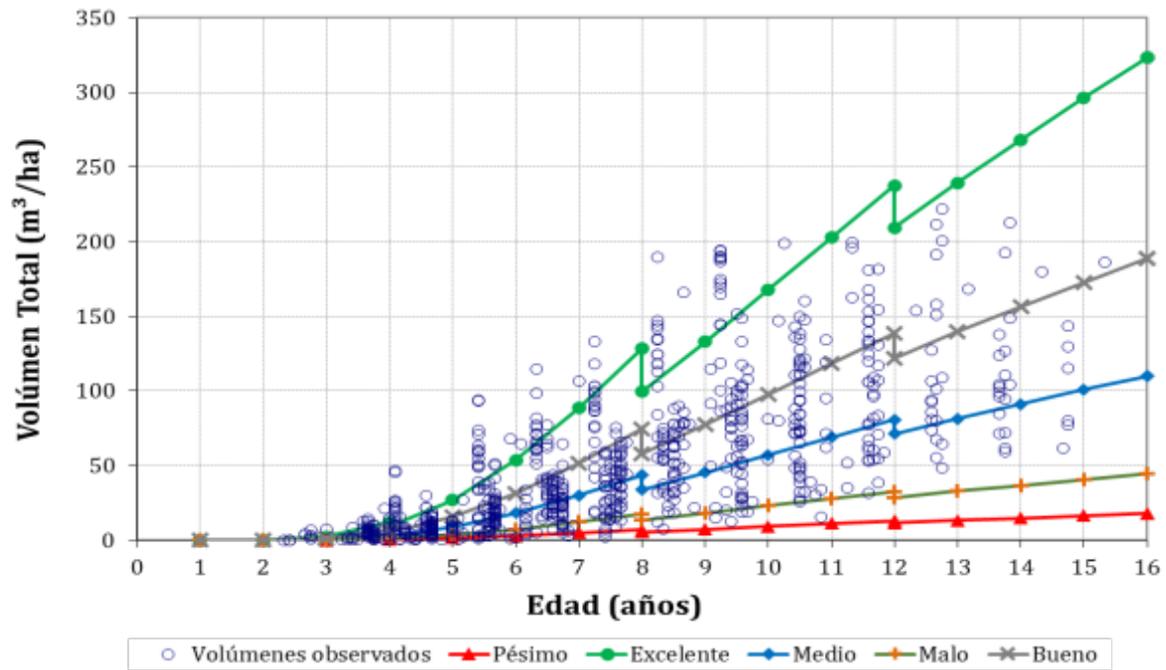
Familia de curvas de crecimiento en diámetro [cm] para plantaciones de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schtdl



Família de curvas de crescimento em área basal [m^2/ha] para plantações de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl



Família de curvas de crescimento em volume total [m^3/ha] para plantações de *Pinus oocarpa* Schiede ex Schltdl



8 Existencias

8.1 Superfícies de plantaciones

El área plantada con incentivos hasta finales del año 2015 sumaba más de 8,400 ha, lo que ubica la especie en el primer lugar en cuanto a preferencia para el establecimiento de proyectos de reforestación. El cuadro siguiente da mayores detalles acerca de la ubicación de las plantaciones, la cronología de su instalación y el tipo de plantaciones.

Áreas plantadas con *P. oocarpa*, incentivadas por PINFOR (Programa de Incentivos forestales) y PINPEP (Programa de Incentivos forestales para Poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal), por años y departamentos, en ha.

Año de inicio	San Marcos	Quetzaltenango	Suchitepéquez	Escuintla	Santa Rosa	El Progreso	Jalapa	Jutiapa	Zacapa	Chiquimula	Huehuetenango	Totonicapán	Sololá	Quiché	Chimaltenango	Alta Verapaz	Baja Verapaz	Sacatepéquez	Guatemala	Petén	Izabal	Total general
1998	1.0	-	-	-	-	-	-	-	-	2.0	-	-	-	-	-	19.0	50.9	-	-	-	-	72.9
1999	-	-	-	15.9	-	-	45.0	-	-	-	-	36.2	-	-	-	115.0	79.8	-	-	-	-	291.9
2000	1.3	-	-	14.0	-	24.4	60.5	-	-	-	-	-	-	-	-	382.2	140.2	-	20.4	-	-	643.0
2001	-	-	-	89.0	20.7	-	20.6	-	7.5	11.6	-	-	-	-	-	246.5	65.4	-	82.8	-	-	544.1
2002	-	-	-	-	10.8	-	31.4	-	64.0	10.6	-	-	-	-	2.0	505.9	67.7	-	61.4	-	-	753.8
2003	5.0	-	-	11.1	19.7	7.7	18.9	26.5	85.9	24.6	-	-	-	-	-	295.8	185.4	-	44.7	-	-	725.3
2004	-	-	-	51.9	87.2	2.5	65.4	-	65.0	30.7	3.7	-	-	0.8	8.9	178.5	148.5	-	-	-	-	643.0
2005	-	-	-	-	21.8	15.2	31.1	12.6	50.6	58.0	-	-	-	14.6	-	20.3	46.9	-	-	-	-	271.2
2006	-	-	-	39.0	35.1	94.3	37.6	-	42.6	40.7	-	-	-	-	10.5	80.9	158.1	-	-	-	-	538.8
2007	-	-	-	-	28.9	104.3	18.9	10.5	29.2	-	-	-	-	-	-	43.9	306.2	-	10.0	-	-	551.8
2008	0.6	-	-	5.4	2.9	73.6	28.7	35.9	21.9	27.3	1.5	9.5	-	0.1	-	77.6	124.7	-	-	3.4	-	413.0
2009	-	-	-	-	43.8	59.6	24.1	9.1	4.2	1.0	2.5	1.2	-	-	1.1	35.6	148.0	-	-	-	-	330.0
2010	0.7	-	3.9	-	23.1	7.8	2.9	30.3	17.3	16.5	-	-	-	-	-	-	11.1	-	-	-	-	113.5
2011	-	-	-	-	-	18.3	4.0	4.2	-	4.2	-	-	-	-	1.5	-	267.5	-	-	-	-	299.7
2012	0.6	-	-	-	3.6	-	28.8	0.2	83.2	13.6	2.7	-	-	-	-	30.8	154.5	20.0	-	-	-	337.8
2013	1.1	-	-	-	9.8	-	65.4	9.4	153.9	25.1	0.7	-	5.1	-	0.3	45.0	110.1	-	-	-	-	426.0
2014	-	-	-	-	2.3	23.6	26.8	-	608.1	15.8	6.3	3.7	-	-	-	47.1	78.2	-	-	-	4.6	816.6
2015	2.2	0.3	-	-	14.6	2.7	25.7	-	319.8	17.5	1.4	1.6	-	16.3	-	132.0	130.2	-	-	-	-	664.0
Total por departamento	12.4	0.3	3.9	226.3	324.4	433.8	535.7	138.6	1,553.0	299.3	18.6	52.1	5.1	31.7	24.3	2,256.0	2,273.5	20.0	219.3	3.4	4.6	8,436.2
Plantaciones Puras	11.1	0.3	3.9	33.8	96.9	64.5	25.4	35.0	428.2	28.8	5.6	6.0	5.1	9.0	9.3	503.0	223.8	20.0	188.9	3.4	4.6	1,706.6
Plantaciones Mixtas	1.2	-	-	192.5	227.5	369.3	510.4	103.6	1,124.8	270.5	13.0	46.1	-	22.7	15.0	1,753.0	2,049.7	-	30.3	-	-	6,729.6
Total por tipo de plantación	12.4	0.3	3.9	226.3	324.4	433.8	535.7	138.6	1,553.0	299.3	18.6	52.1	5.1	31.7	24.3	2,256.0	2,273.5	20.0	219.3	3.4	4.6	8,436.2

Sistemas Agroforestales	0.2	-	-	-	4.6	13.9	14.4	7.5	1,148.5	29.3	-	-	-	-	-	-	65.4	-	-	-	4.6	1,288.4
Manejo de regeneración natural	-	-	-	-	-	-	-	33.0	4.6	-	-	-	-	-	-	-	65.1	-	-	-	-	102.7
Reforestación	12.2	0.3	3.9	226.3	319.8	419.9	521.3	98.0	399.8	270.0	18.6	52.1	5.1	31.7	24.3	2,256.0	2,143.1	20.0	219.3	3.4	-	7,045.1
Total por modalidad de proyecto	12.4	0.3	3.9	226.3	324.4	433.8	535.7	138.6	1,553.0	299.3	18.6	52.1	5.1	31.7	24.3	2,256.0	2,273.5	20.0	219.3	3.4	4.6	8,436.2

Fuentes: INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2016. Base de datos PINFOR (Programa de Incentivos forestales) 1998-2015. Guatemala, departamento de Incentivos forestales del INAB. / INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2016. Base de datos PINPEP (Programa de Incentivos forestales para Poseedores de pequeñas extensiones de tierra de vocación forestal o agroforestal) 2007-2015. Guatemala, departamento de Incentivos forestales del INAB.

La especie ha sido plantada en 21 departamentos del país, siendo los departamentos de Baja Verapaz, Alta Verapaz y Zacapa los que ocupan la mayor extensión; de éstos, en Baja Verapaz y alta Verapaz es donde se concentra la mayor cantidad de plantaciones con el 27% (más de 2250 ha) para cada uno.

9 Bibliografía

- Cordero, J; Boshier, DH (eds.). 2003. *Tabebuia donnell-smithii* Rose. In: Árboles de Centroamérica: un manual para extensionistas. Oxford Forestry Institute, UK / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR. p. 915-916
- Agrios, GN. 1989. Fitopatología, enfermedades de plantas. Trad. Manuel Guzmán, México. Limusa. 756 p.
- Ainsworth, GC. 1995. Dictionary of the fungi. 8 th. Ed. N.Y. USA., CAB. International Mycologyca Institute. 616 p.
- Aguilar Cumes, J. M. 1980. Código oficial para las especies arbóreas de Guatemala. Guatemala, Instituto Técnico de Capacitación y Productividad -Instituto Nacional Forestal (INTECAP-INAFOR). 105 p.
- Barillas Muñoz, MR. 1999. Evaluación del solarizado para el control de patógenos del suelo y el efecto en la micorrización a nivel de vivero en cuatro especies de pino (*Pinus* spp.), en el municipio de Guatemala, Guatemala. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. USAC. 88 pp.
- Behrendt y Gerd. 1968. Maderas Nicaragüenses, características y usos potenciales. Nicaragua, FAO, Misión en Nicaragua con la colaboración del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ministerio de Tecnología Gran Bretaña ForestProduct, ResearchLaboratory.
- CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1995. Pino. Turrialba, Costa Rica, Revista Forestal Centroamericana No. 12, Año 4. 66 p.
- CATIE (Centro Agronómica Tropical de Investigación y Enseñanza, CR). 1997. *Pinus oocarpa* Schiede. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR), Nota técnica sobre manejo de semillas forestales no. 22. 2 p.
- _____. 2000. Manejo de semillas de 100 especies forestales de América Latina. Proyecto de Semillas Forestales, Vol. 1. DanidaForestSeed Center, Serie técnica, Manual técnico No. 41. Turrialba, CR, CATIE. 220 p.
- Cordero, J et Boshier, DH. 2003. Árboles de CenHertroamérica, un manual para extensionistas. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 1079 pp.
- Dvorak, WS; Gutiérrez, EA; Hodge, GR; Romero, JL; Stock, J et Rivas, O. 2000. Conservation and Testing of Tropical and Subtropical Forest Tree Species by

the CAMCORE Cooperative. College of Natural Resources, NCSU. Raleigh, NC. USA. 240 pp.

García A.M. 1988. Patología vegetal práctica. México, Limusa. 254 pp.

Hernández Molina, EO. 2004. Experiencias en recolección y acondicionamiento de frutos y semillas de 25 especies forestales con demanda en el programa de incentivos forestales. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. USAC. 66 p.

Herrera Alegría, MVA. 1993. Propiedades y usos potenciales de 100 maderas nicaragüenses. Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA), Servicio forestal Nacional, Departamento de Investigación forestal, Laboratorio de Tecnología de la madera 178 p.

Hilton Guardado, LF. 2011. Efecto de dos tipos de aplicación y cuatro dosis de poliacrilamida como agente retenedor de humedad en el establecimiento de plantaciones de *Pinus oocarpa* Schiede, en la Finca La Montañita, San Agustín Acasaguastlán, El Progreso. Tesis Lic. Ing. For. Guatemala, Guatemala, URL. 82 p.

INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2000. Rendimiento y Costos del Procesamiento de Frutos y Semillas de 14 Especies Forestales. Proyecto de Semillas Forestales, CATIE/ Danida Forest Seed Center, INAB Manual técnico. Guatemala, Guatemala, INAB. 49 p.

_____. 2014. Informe sobre la dinámica de Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales en Guatemala. Guatemala, Guatemala, INAB. 212 p.

López, M.A. 1995. Evaluación de métodos de control de la hernia de las crucíferas (*Plasmodiophora brassicae*) en el cultivo de brócoli (*Brassica oleracea* Va. Italica), en Patzicía, Chimaltenango. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, Guatemala. USAC. 58 pp.

Napier, I. 1985. Técnicas de viveros forestales con referencia especial a Centroamérica. Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales de Honduras. Honduras. 295 pp.

Martínez Rivas, ER. 2008. Características de sitio que determinan el crecimiento y la productividad de Pino Colorado (*Pinus oocarpa* Schiede), en plantaciones forestales de diferentes regiones en Guatemala. Tesis Lic. Ing. For. Guatemala, Guatemala. USAC. 134 p.

Salas Estrada, J.B. 1993. Árboles de Nicaragua. Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales Y Del Ambiente (IRENA) 388 p.

- Spiegeler Castañeda, CA. 1981. Comportamiento inicial del *PinusoocarpaSchiede* asociado con cultivos anuales. Tesis Lic. Ing. Agr. Guatemala, Guatemala, USAC. 135 p.
- Véliz Pérez, ME; Barrios, AR; et Dávila Pérez, CV. 2007. Actualización Taxonómica de la Flora de Guatemala, Capítulo 1. Pinophyta (coníferas). Guatemala, Herbario BIGU, Escuela de Biología, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Dirección General de Investigación -DIGI-, Universidad de San Carlos de Guatemala. 131 p.
- BEHRENDT GERD. 1968. Maderas Nicaragüenses, características y usos potenciales. Nicaragua, FAO, Misión en Nicaragua con la colaboración del Ministerio de Agricultura y Ganadería. Ministerio de Tecnología Gran Bretaña ForestProduc, ResearchLaboratory.
- SALAS ESTRADA, J.B. 1993. Árboles de Nicaragua. Nicaragua, Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales Y Del Ambiente (IRENA) 388 p.