

Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Pino Candelillo

Instituto Nacional de Bosques



Más bosques, más vida

Publicación del Instituto Nacional De Bosques
7av. 12-90 A, zona 13
Guatemala, Guatemala, C. A.
www.inab.gob.gt

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

Departamento de Investigación Forestal
7av. 6-80, zona 13
Teléfono: 2321-4600 y 01
Guatemala, Guatemala, C. A.

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

Elaborado por:
P. F. José Israel Cojóm Pac
Asistente PPMF
Departamento de Investigación Forestal

Citar este documento como:
INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES. 2012. Crecimiento y Productividad de
Plantaciones Forestales de Pino Candelillo. Guatemala. 24 pp.

Impresión gracias al apoyo de:

This project was undertaken with the financial support of:
Ce projet a été réalisé avec l'appui financier de :
Este proyecto fue realizado con el apoyo financiero de:



Environment
Canada

Environnement
Canada



Impreso por: Serviprensa, S. A. • PBX: 2245 8888



Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Pino Candelillo





Guatemala es un país de vocación forestal, por consiguiente, con un gran potencial para la generación de bienes y servicios provenientes de bosques naturales, como el establecimiento y manejo de plantaciones forestales comerciales.

Para aprovechar ese potencial productivo es necesario conocer la mayor cantidad de información que permita orientar cada una de las decisiones que conlleva el manejo forestal.

En ese contexto, el Instituto Nacional de Bosques -INAB- en su mejor esfuerzo por aprovechar la experiencia que se ha desarrollado dentro del Programa de Incentivos Forestales (PINFOR) y poner a disposición del sector forestal la información generada, ha implementado un proceso de investigación a largo plazo a través de Parcelas Permanentes de Medición Forestal –PPMF-, el cual, después de 10 años de evaluación, permiten presentar en este documento los principales resultados para la especie de *Pinus maximinoi* H. E. Moore en la Región II Las Verapaces (Alta y Baja Verapaz) y III Nor Oriente (El Progreso y Zacapa).

Este producto constituye una herramienta dirigida a orientar a reforestadores en la selección de sitios para establecer plantaciones de *P. maximinoi*, de tal forma que obtenga los mejores resultados, así como planificar el manejo y silvicultura, realizar proyecciones de su productividad con elementos de juicio, e inclusive, proporciona insumos para orientar el comercio y la industria de esta especie en las dos Regiones indicadas.

Mi agradecimiento al personal técnico de las Subregiones del INAB por su compromiso con este proceso de investigación a largo plazo, y a los propietarios de los proyectos evaluados por su colaboración.

Josué Iván Morales Dardón

Gerente INAB

El *Pinus maximinoi* H. E. Moore, conocido comúnmente como: pino candelillo, se encuentra naturalmente en ecosistemas forestales puros de esta especie o asociados principalmente a *Pinus tecunumanii*, *Pinus pseudostrobus*, *Alnus* sp., *Ostria virginiana* y *Liquidambar styraciflua*, en sitios de mayor altitud y con *Pinus oocarpa* y *Quercus* sp. en las partes de bajas altitudes.

Esta es una especie de amplia distribución ya que se encuentra en sitios que van desde los 600 hasta los 2,400 msnm, con precipitaciones entre 1,000 y 2,400 mm anuales, en suelos de textura francos a franco-arcillosos, con pH entre 4.5 a 7.5.

En el Cuadro 1 se presentan los departamentos del país donde se distribuye naturalmente y en la Figura 1, imágenes de los conos y corteza característicos de la especie.

El pino candelillo es una de las especies más utilizadas en las reforestaciones con fines comerciales; se encuentra plantada en el altiplano central y principalmente en la zona norte del país, en la región de Las Verapaces.

Hasta el año 2011, se han establecido a través del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR-, un total de 18,900 hectáreas con esta especie, que representan el 17.58 % del total de área cubierta con plantaciones beneficiarias del PINFOR y una inversión del Estado aproximada de 200 millones de quetzales.



Consideraciones para un buen crecimiento de la especie

El *Pinus maximinoi* H. E. Moore, conocido comúnmente como: pino candelillo, se encuentra naturalmente en ecosistemas forestales puros de esta especie o asociados principalmente a *Pinus tecunumanii*, *Pinus pseudostrobus*, *Alnus* sp., *Ostrya virginiana* y *Liquidambar styraciflua*, en sitios de mayor altitud y con *Pinus oocarpa* y *Quercus* sp. en las partes de bajas altitudes.

Esta es una especie de amplia distribución ya que se encuentra en sitios que van desde los 600 hasta los 2,400 msnm, con precipitaciones entre 1,000 y 2,400 mm anuales, en suelos de textura francos a franco-arcillosos, con pH entre 4.5 a 7.5.

En el Cuadro 1 se presentan los departamentos del país donde se distribuye naturalmente y en la Figura 1, imágenes de los conos y corteza característicos de la especie.

El pino candelillo es una de las especies más utilizadas en las reforestaciones con fines comerciales; se encuentra plantada en el altiplano central y principalmente en la zona norte del país, en la región de Las Verapaces.

Hasta el año 2011, se han establecido a través del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR-, un total de 18,900 hectáreas con esta especie, que representan el 17.58 % del total de área cubierta con plantaciones beneficiarias del PINFOR y una inversión del Estado aproximada de 200 millones de quetzales.

Cuadro 1. Distribución natural de *Pinus maximinoi* H.E. Moore en Guatemala (Tomado y adaptado de Dvorak y Donahue, 1988).

Departamento donde se reporta	Autores
Alta Verapaz, Baja Verapaz, Chimaltenango, Chiquimula, El Progreso, Guatemala, Huehuetenango, Jalapa, Quetzaltenango, Quiché, Sacatepéquez, Sololá, Zacapa	Schwerdtfeger (1953), Standley y Steyermark (1958), Aguilar (1961), Gutierrez (1977), Farjon y Styles (1997)

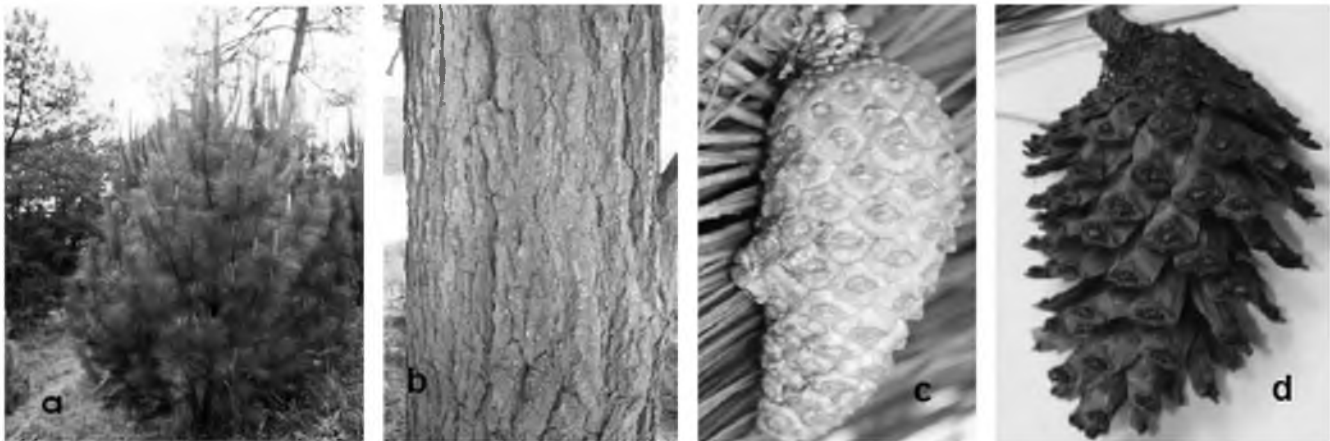


Figura 1: a) Hábito, b) tronco y corteza; c) estróbilo inmaduro; d) estróbilo seco y abierto

Fuente: Actualización Taxonómica de la Flora de Guatemala, Capítulo 1. Pinophyta. Guatemala, 2007



De acuerdo con el estudio efectuado, en una muestra de plantaciones distribuida a nivel nacional con esta especie, se determinaron las condiciones que favorecen su crecimiento y productividad.

Con la información de esta investigación, específicamente con las variables de tipo fisiográficas y climáticas, se generó el mapa de distribución potencial para pino candelillo (Figura 1), el cual define las áreas que llenan las condiciones mínimas requeridas (en cuanto a clima y fisiografía) para el buen desarrollo de esta especie, importante de tomar en cuenta al momento de decidir si un terreno es apto para establecer una plantación con fines comerciales de alto rendimiento con esta especie.

Cuadro 2. Condiciones de Sitio que determinan el crecimiento y productividad para la especie de P. maximinoi.

Tipo de Variable	Variable	Descripción
Fisiográficas	Elevación	De 900 a 1500 msnm
	Pendiente	Menor a 43%
	Pedregosidad Superficial	No determinante en la productividad
	Inundación	No tolera inundación por períodos largos
Climáticas	Temperatura	18 a 22°C promedio anual
	Precipitación	> 2000 mm promedio anual
Suelo	Compactación	Poca o ninguna
	Profundidad Efectiva	>0.50 metros
	Saturación de bases	5 a 40%
	pH	< a 6.7
	CIC	20 - 30 meq/100gr
	Fosforo	< 1.25 ppm
	Potasio	1.40 ppm
	Calcio	< 10.5 meq/100ml
	Cobre	< 1ppm en el suelo
	Hierro	< 13 ppm
	Manganeso	< 28 ppm

Fuente: Alvarado W. 2004

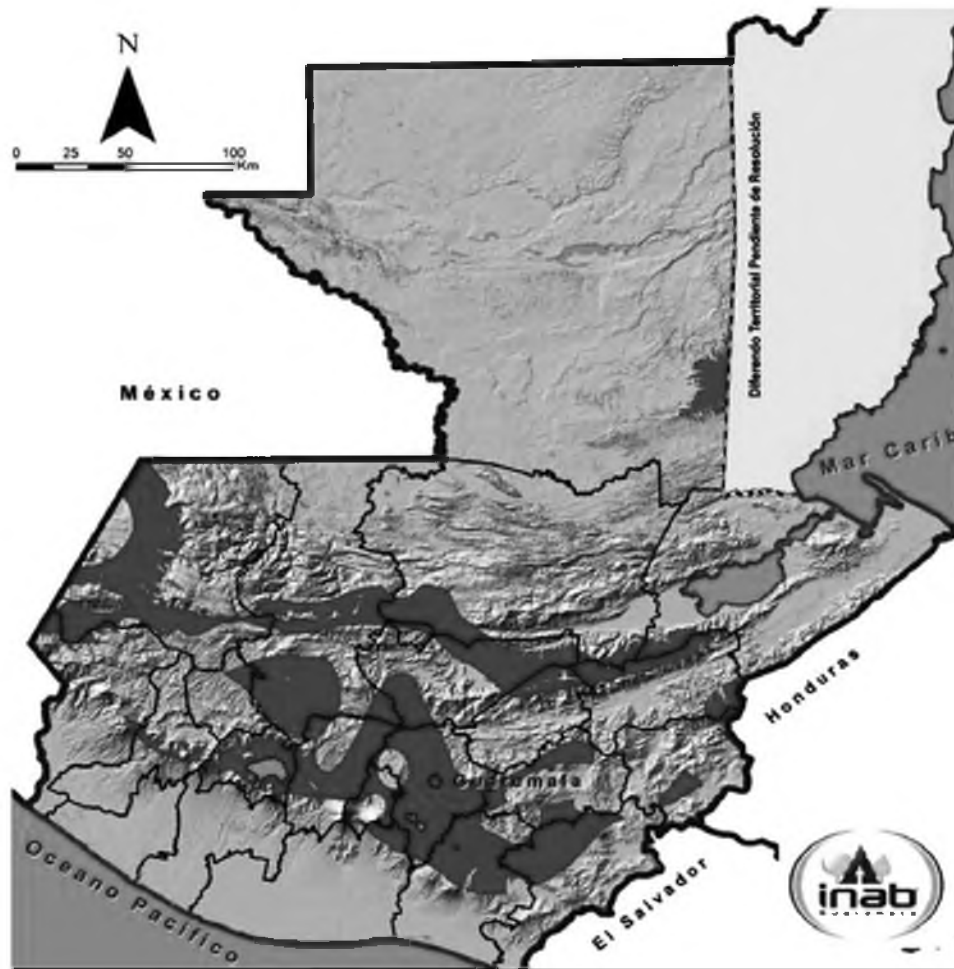


Figura 2. Mapa de distribución potencial para la especie de *P. maximoi*
Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2012



Dinámica de crecimiento de *Pinus maximinoi*

El Instituto Nacional de Bosques –INAB–, ha venido desarrollando investigación a largo plazo sobre el crecimiento y productividad de plantaciones forestales de Guatemala, a través de una red de Parcelas Permanentes de Medición Forestal -PPMF-. La información generada constituye un aporte concreto para el Sector Forestal del País, con la cual se han construido Modelos de Crecimiento, sustentado en ecuaciones matemáticas que explican la dinámica del crecimiento inicial de las plantaciones. En esta publicación se presentan los modelos de crecimiento de *P. maximinoi* para la Región II Las Verapaces e Ixcán y III Nororiente.

Los modelos de crecimiento son vitales para la planificación forestal, debido a que permiten programar las actividades a desarrollar en un rodal, en función de la velocidad y dinámica de crecimiento observado, además que permite visualizar los productos al final del turno y evaluar el alcance de los objetivos perseguidos.

El crecimiento de los árboles está determinado por la interacción de factores Externos: calidad de Sitio, condiciones climáticas (PP, T°, vientos, etc.); Internos: calidad de plantas, manejo, competencia y el Tiempo.

Los modelos elaborados responden a factores agrupados en tres variables que son:

1) Índice de Sitio (*S*), 2) Espacio, competencia (*N*) y 3) Edad (*T*), que los hacen flexibles y dinámicos, capaces de responder a la combinación de estos tres factores, de tal forma que las proyecciones realizadas con ellos son ajustables a condiciones particulares.

Con la información de las mediciones consecutivas de altura dominante se determinó la ecuación de Índice de sitio a la edad base de 10 años (indicador de la calidad del sitio) y se establecieron 5 categorías o escenarios de crecimiento cuyo valor puede ser sustituido dentro de las ecuaciones para proyectar la productividad, considerando como el sitio provee a la especie de los insumos para su desarrollo.

Los modelos fueron generados a partir de una serie de 180 mediciones consecutivas en 48 PPMF ubicadas en la Región II, en un rango de 2 a 15 años de edad, densidades de 160 a 1,580 árboles por hectárea, diámetros a la altura del pecho (DAP) de 2 a 31 centímetros y alturas dominantes de 2 a 24 metros. Para el caso de la Región III, se utilizó una serie de 68 mediciones consecutivas, correspondientes a 10 PPMF, en un rango de edad de 5 a 12 años de edad, densidades de 620 a 1,700 árboles por hectárea, diámetros de 5.7 a 23.7 centímetros y alturas dominantes de 5 a 18.9 metros.

En el Cuadro 3 se presenta la familia de modelos para las principales variables de crecimiento tanto para la Región II Las Verapaces e Ixcán, como para la Región III Nororiental; es importante resaltar que la aplicación es muy simple, ya que únicamente deben ingresarse a una hoja de cálculo como Excel, tal y como están escritos y posteriormente sustituir las variables resaltadas con negrilla, el resultado será dado en la dimensional detallada en la columna del Cuadro referido, bajo el título de VARIABLE.

Cuadro 3. Familia de modelos de crecimiento para la especie de Pinus maximinoi en la Región II Las Verapaces e Ixcán y Región III Nororiental

VARIABLE	MODELO DE CRECIMIENTO (ECUACIÓN)	r ²
REGION II		
Diámetro (cm)	= EXP(2.87125 -5.419272/T+0.047052*S -0.000215*N)	0.92
Altura total (m)	=EXP(Ln(S) -5.569827 * (1/T - 0.1))	0.69
Área basal (m ² /ha)	= EXP(1.751452 -10.981594/T + 0.09*S+0.000988*N)	0.73
Volumen total (m ³ /ha)	= 0.277828 * H ^{1.110684} * G ^{1.004235}	0.99
Índice de Sitio	= EXP(Ln(H) + 5.569827 * (1/T - 0.1))	0.69
REGION III		
Diámetro (cm)	= EXP(2.407295-17.064997/T + 0.117796*S+0.000697*N)	0.95
Altura Total (m)	= EXP(Ln(S)-8.92771*(1/T - 0.1))	0.88
Área basal (m ² /ha)	= EXP(2.945901 -8.62776/T+0.057682*S-0.000082*N)	0.96
Volumen total (m ³ /ha)	= 0.376369*H ^{0.902558} *G ^{1.092625}	0.99
Índice de Sitio	= EXP(Ln(H)+8.92771*(1/T - 0.1))	0.88

Fuente: generado con base de datos de PPMF, INAB 2012.

Donde:

T = Edad en años

N = Árboles/ha

H = Altura dominante (m)

G = Área Basal (m²/ha)

S = Índice de sitio (m)

	Región II	Región III
Pésimo	6.5	12.1
Malo	10.2	13.5
Medio	14.0	15.0
Bueno	18.5	16.5
Excelente	23.0	18.0

Las expresiones matemáticas (Modelos de crecimiento) presentadas en el Cuadro 3 prescriben el desarrollo gráfico de curvas, como en el caso de la Figura 3, donde es apreciable de mejor forma el comportamiento de la variable "Altura Total" de *Pinus maximinoi* en la Región II, en función del tiempo y de la calidad del sitio (Índice de Sitio) desde el establecimiento de una plantación hasta los 20 años de edad.

La dinámica resultante para la altura total, van desde 8.59 metros en un sitio pésimo, hasta 30.3 metros en un sitio excelente, para un periodo de 20 años.

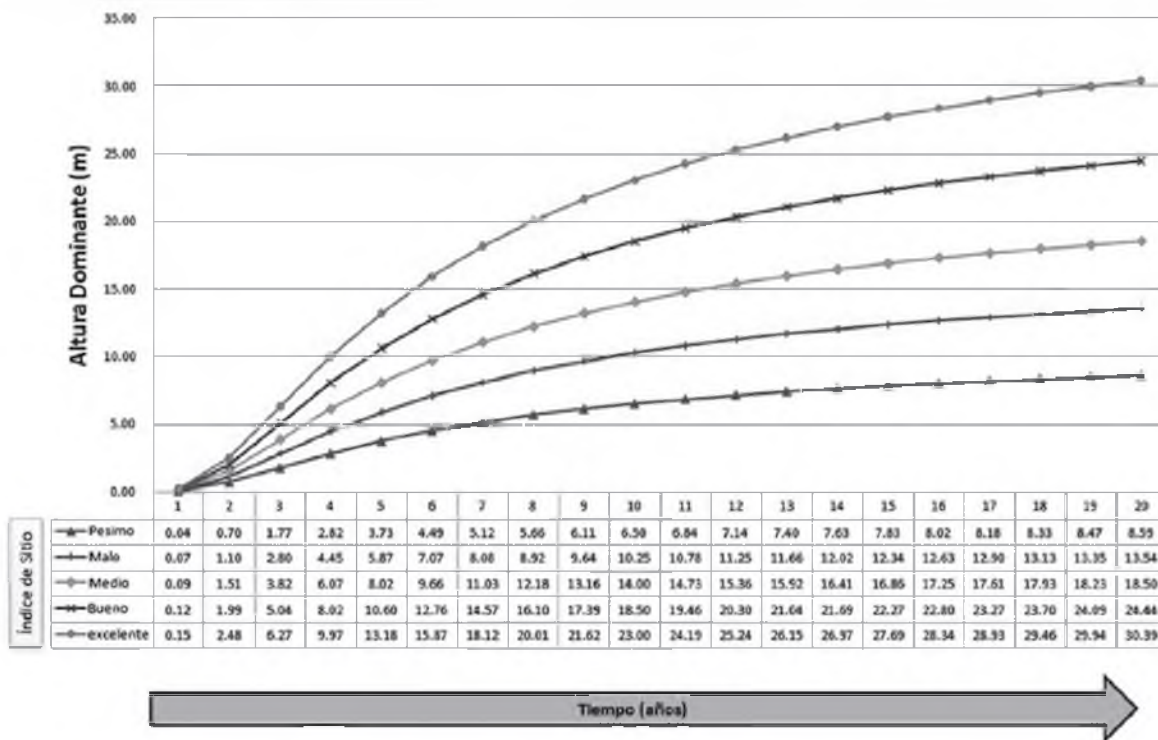


Figura 3. Dinámica de crecimiento para altura total, en función del modelo de *Pinus maximinoi* para la Región II Las Verapaces, INAB, 2012.

Para el caso de la ecuación de volumen total, previo a su desarrollo, fue necesario establecer los siguientes supuestos: densidad inicial de 1,111 árboles/ha, un turno de 20 años, 3 raleos (al 5°,10° y 15° año) con una intensidad del 30 % y una densidad final de 250 árboles/ha.

Con dichas condiciones, el volumen total proyectado hasta el final del turno va desde 23.6 m³/ha en un índice de Sitio pésimo, hasta 395.5 m³ de volumen total con corteza en pie en un índice de sitio excelente.

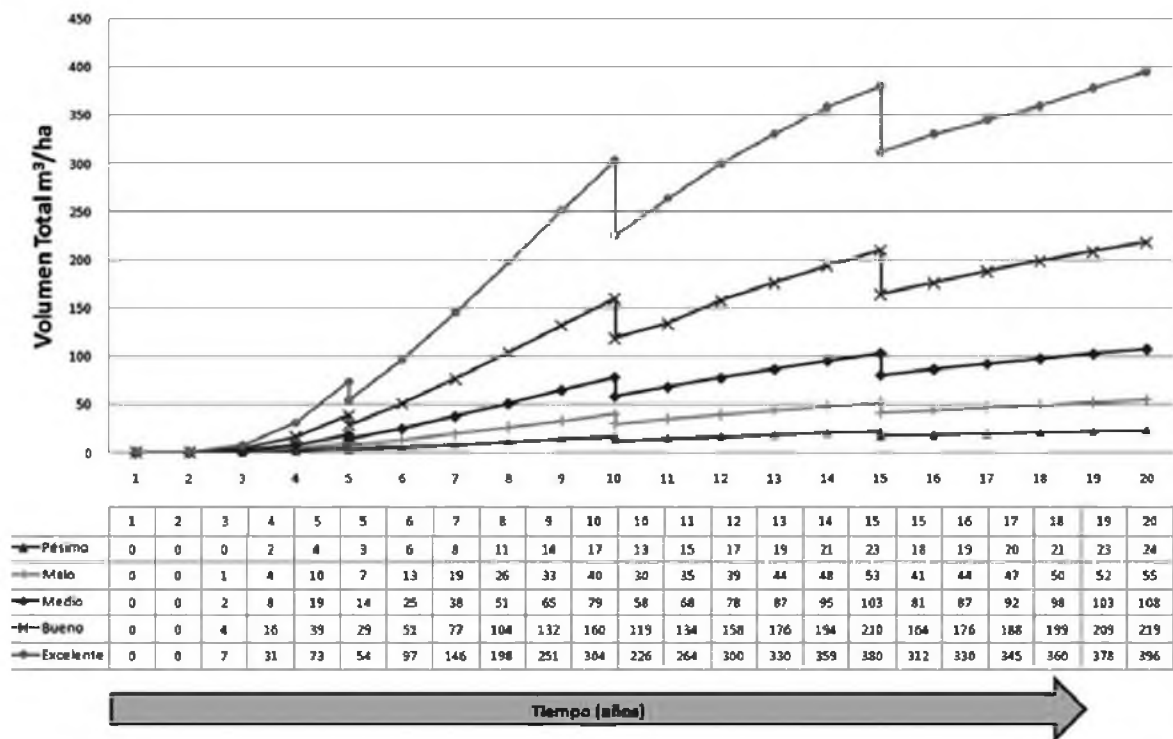


Figura 4. Dinámica de productividad generado con el modelo de volumen (m³/ha) para Pinus maximinoi en la Región II Las Verapaces, INAB, 2012.



De la misma manera como se graficó la Altura Total y el Volumen Total; el Diámetro (DAP), Área Basal e Índice de Sitio, generan curvas que demuestran su dinámica.

La productividad de una plantación forestal (rodal) es la expresión del crecimiento en conjunto de los árboles a una edad determinada; generalmente se utiliza la medida del volumen en metros cúbicos por hectárea (m^3/ha); que a su vez es producto de la relación entre la altura de los árboles y el área basal que estos ocupan dentro del rodal.

En el cuadro 4 se presentan los promedios de Incremento anual (IMA) de las variables dasométricas modeladas para *Pinus maximinoi* en las 5 categorías de Índice de Sitio definidas en la Región de Las Verapaces, este constituye un estimador muy práctico para determinar la productividad de un rodal en el tiempo.

Cuadro 4. Incremento Medio Annual -IMA- de variables de crecimiento para *Pinus Maximinoi* en la Región II

Categoría de Índice de Sitio	IMA DAP (cm)	IMA Altura Total (m)	IMA Área Basal (m^2/ha)	IMA Volumen Total (m^3/ha)
Pésimo	0.87	0.43	0.39	1.18
Malo	1.04	0.68	0.54	2.73
Medio	1.23	0.92	0.75	5.37
Bueno	1.52	1.22	1.12	10.93
Excelente	1.87	1.52	1.59	19.78

Fuente: Realizado con modelos de *Pinus maximinoi* de Región II Las Verapaces, INAB, 2012.

Productividad de Plantaciones

Los modelos generados explican la dinámica de rodales individuales en función de las condiciones de sitio y velocidad del crecimiento, útil para planificar el manejo silvicultural, pero además permiten tener un panorama sobre los alcances productivos de la plantación a la edad actual o estimar la volumetría al final del turno, con lo cual es posible estimar la cantidad de producto maderable en los raleos intermedios y hasta el final del turno, asimismo establece una buena aproximación del beneficio económico de la plantación.

Haciendo uso de los modelos desarrollados, se realizó el cálculo de la productividad (en términos de volumetría) de proyectos beneficiarios del PINFOR, establecidos con la especie *Pinus maximinoi* en las Regiones II Las Verapaces e Ixcán y III Nor oriente.

POBLACIÓN EVALUADA:

Para el presente análisis, se incluyeron los registros de la base de datos de PINFOR para todas las plantaciones de *Pinus maximinoi* con edades de 6 hasta 15 años de edad, considerando que a partir de dicha edad, las plantaciones requieren de la aplicación de manejo silvicultural, principalmente de raleos.

Cuadro 5. Características generales de los proyectos de las Regiones II y III incluidos en el análisis de productividad.

REGIÓN / DEPARTAMENTO	Edad Min. (años)	Edad Max. (años)	No. de Proyectos	Suma de Áreas (ha.)
II las Verapaces		15	432	11,376.65
Alta Verapaz		15	347	10,248.28
Baja Verapaz		14	85	1,128.37
III Nor Oriente	6	15	39	849.21
El Progreso		15	14	345.81
Zacapa		14	25	503.40
TOTAL		15	471	12,225.86

Fuente: Base de datos PINFOR, INAB, 2011.

Para el análisis se consideraron 471 proyectos beneficiarios del PINFOR, que suman 12,225.86 ha de las cuales el 83 % (10,248.28) pertenece al Departamento de Alta Verapaz.



DETALLES DE LOS CÁLCULOS REALIZADOS:

1. Se utilizaron densidades de 800 árboles/ha para plantaciones 6 a 10 años de edad; y 500 árboles/ha para plantaciones de 10 a 15 años de edad. En el caso de la proyección, se utilizó una densidad final de 250 árboles/ha al final del turno.
2. Los raleos fueron calculados para cada uno de los proyectos aplicando una intensidad de raleo del 30% del volumen proyectado conforme a los rangos de edad definidos y asumiendo que aun no se han raleado. Cabe hacer la salvedad que la periodicidad e intensidad con que debe ejecutarse estas prácticas, dependerán de las condiciones, crecimiento y objetivos específicos de cada plantación.
No está demás indicar que el volumen calculado corresponde a biomasa, no a volumen comercial, este depende de la eficiencia/calidad y la distribución de productos.
3. La productividad final se calculó a una edad o turno de 20 años, sin embargo, en plantaciones con índices de sitio excelentes, es posible realizar la corta final o de realización, inclusive, a partir de los 15 años de edad, debido a que éstas ya habrán superado los 30 centímetros de diámetro (DAP)
4. La variable de índice de Sitio fue determinado y aplicado de la siguiente forma:

Índice de Sitio	Municipios
Bueno (19 m)	Cobán, San Cristóbal Verapaz, San Pedro Carcha, Senahú, Tactic, Panzós, Purulha Rabinal, San Agustín Lanquín, San Jerónimo, San Juan Chamelco,
Medio (14 m)	San Miguel Tukurú, Santa Cruz El Chol, Santa Cruz Verapaz, Tamahú, Gualán, La Unión, San Agustín Aca-saguastlan, Sansare, Usumatlan, Zacapa
Malo (10 m)	Granados y Salamá

EXISTENCIAS ACTUALES:

El inventario de volumen total con corteza, existente en plantaciones de *Pinus maximinoi* beneficiarias del PINFOR en las Regiones II y III; con edades de 6 a 15 años al 2011, corresponde a un total de 1,279,236.31 metros cúbicos de los cuales el 91 % se ubica en los Municipios de Cobán, San Cristóbal Verapaz y San Pedro Carcha, del Departamento de Alta Verapaz,

Cuadro 6. Detalle de productividad actual de *Pinus maximinoi* en la Región II Las Verapaces e Ixcán y Región III Nororiente, por Departamento y Municipio.

DEPARTAMENTO / MUNICIPIO	No. Proyectos	DAP (cm)	Altura total (m)	Σ Área (ha)	Σ Volumen Total (m ³)	Σ Volumen Total de Raleo (m ³)
ALTA VERAPAZ	347	19.71	17.00	10,248.28	1,150,183.77	365,089.51
COBAN	91	20.17	17.55	2,930.70	374,648.46	118,796.68
PANZOS	1	18.72	14.73	8.60	587.66	202.46
SAN AGUSTIN LANQUIN	5	15.84	12.87	164.13	9,261.27	1,614.74
SAN CRISTOBAL VERAPAZ	115	21.15	18.27	2,510.52	321,316.12	101,893.66
SAN JUAN CHAMELCO	11	15.65	12.62	310.62	20,123.95	6,929.44
SAN MIGUEL TUCURU	5	15.04	12.17	84.79	3,565.01	1,223.08
SAN PEDRO CARCHA	58	19.05	16.65	2,238.48	222,481.49	70,392.23
SANTA CRUZ VERAPAZ	12	17.41	13.97	435.95	33,807.13	11,652.76
SENAHU	9	18.58	16.20	584.48	60,650.24	19,206.84
TACTIC	29	20.62	17.94	735.84	92,755.47	29,408.48
TAMAHU	11	13.55	11.20	244.17	10,986.97	3,769.13
BAJA VERAPAZ	85	15.54	12.16	1,128.37	52,082.80	17,999.01
GRANADOS	5	12.60	8.93	41.92	985.63	358.06
PURULHA	33	15.08	12.22	496.56	19,396.51	6,648.11
RABINAL	2	17.23	13.94	5.03	336.93	115.99
SALAMA	17	13.38	9.34	157.95	4,183.72	1,521.17
SAN JERONIMO	27	17.81	14.24	424.91	27,063.13	9,315.46
SANTA CRUZ EL CHOL	1	17.82	14.00	2.00	116.87	40.22
EL PROGRESO	14	16.67	13.79	345.81	37,702.05	9,462.74
MORAZAN	1	23.43	19.36	7.06	1,424.36	359.48
SAN AGUSTIN A.	11	16.66	13.77	221.18	31,057.10	7,820.00
SANSARE	2	13.37	11.12	117.57	5,220.59	1,283.26
ZACAPA	25	15.97	13.22	503.40	39,267.69	9,793.36
GUALAN	14	16.19	13.38	345.50	26,735.18	6,674.65
LA UNION	4	15.32	12.70	82.76	6,081.21	1,512.78
USUMATLAN	5	16.99	14.09	60.26	5,410.13	1,348.49
ZACAPA	2	13.14	10.93	14.88	1,041.17	257.45
TOTAL	471	18.67	15.83	12,225.86	1,279,236.31	402,344.62

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2012



Cuadro 7. Resumen de Productividad actual de Pinus maximinoi en las Regiones II y III.

DEPARTAMENTO / MUNICIPIO	No. Proyectos	DAP (cm)	Altura total (m)	Área (ha)	Volumen Total (m ³)	Volumen Total de Raleo (m ³)	%
ALTA VERAPAZ	347	19.71	17	10,248.28	1,150,183.77	365,089.51	91
BAJA VERAPAZ	85	15.54	12.16	1,128.37	52,082.80	17,999.01	4
EL PROGRESO	14	16.67	13.79	345.81	37,702.05	9,442.74	2
ZACAPA	25	15.97	13.22	503.4	39,267.69	9,793.36	2
TOTAL	471			12,225.86	1,279,236.31	402,344.62	100

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2012

De acuerdo con el Cuadro 7, el volumen total de raleo corresponde a 402,344.62 metros cúbicos, sin embargo, dentro de este volumen existen plantaciones en edad del primer raleo, el cual se considera no comercial porque en este se sacan los arboles con calidades de fuste no deseables; al contrario del segundo raleo donde la calidad y diámetros permiten obtener productos deseables en el mercado, por lo que en los cuadros 8 y 9 se realiza la separación para proporcionar una mejor aproximación de un volumen total comercial de raleo.

Cuadro 8. Volumen de primer raleo de Pinus maximinoi en la Región II y Región III. (5 a 10 años de edad.)

DEPARTAMENTO	No. Proyectos	DAP (cm)	Altura total (m)	Σ Área (ha)	Σ Volumen Total de Raleo (m ³)
ALTA VERAPAZ	242.00	17.69	15.50	17,603.75	229,495.91
BAJA VERAPAZ	48.00	12.83	10.22	759.79	8,477.49
EL PROGRESO	9.00	13.33	11.05	145.58	1,564.21
ZACAPA	22.00	15.28	12.66	465.24	8,546.89
TOTAL	321.00			8,974.36	248,084.49

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2012

Cuadro 9. Volumen de segundo raleo de Pinus maximinoi en la Región II y Región III. (11 a 15 años de edad.)

DEPARTAMENTO	No. Proyectos	DAP (cm)	Altura total (m)	Σ Área (ha)	Σ Volumen Total de Raleo (m ³)
ALTA VERAPAZ	105.00	24.38	20.46	2,644.53	135,593.61
BAJA VERAPAZ	37.00	19.06	14.67	368.58	9,521.52
EL PROGRESO	5.00	22.68	18.72	200.23	7,898.52
ZACAPA	3.00	21.01	17.30	38.16	1,246.48
TOTAL	150.00	22.94	18.91	3,251.50	154,260.13

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2012

Los cuadros 8 y 9 muestran que el 38 % del volumen total de raleo, equivalente a 154,260.13 m³ corresponde a un segundo raleo, con un total de 150 proyectos; en consecuencia, el 62 %, equivalentes a 248,084.49 m³ corresponden al primer raleo.

EXISTENCIAS FUTURAS O PROYECTADAS:

La proyección de la productividad da como resultado la estimación del volumen total por cada rodal que va llegando a la edad del turno, de esa cuenta es que en el Cuadro 10, se presentan los volúmenes totales de los 471 proyectos incluidos en el análisis y distribuidos por año, conforme llegan a la edad del turno (20 años).

Cuadro 10. Proyección de productividad de *Pinus maximinoi* en la Región II Las Verapaces e Ixcán y Región III Nororiente.

AÑO	No. Proyectos	DAP (cm)	Altura total (m)	Área Basal (m ² /ha)	Σ Volumen Total (m ³)	Σ Área (ha)	Σ Volumen Total de Raleo (m ³)
2017	10	29.90	23.78	21.85	211.85	350.25	74,487.58
2018	27	27.58	21.33	18.94	169.01	544.21	97,716.32
2019	23	28.93	22.80	20.59	192.63	508.43	93,901.64
2020	35	28.60	22.38	20.24	188.46	384.15	75,951.29
2021	47	29.16	23.02	20.92	197.93	1,226.07	254,503.91
2022	47	29.86	23.74	22.16	214.91	1,355.08	298,204.51
2023	54	29.32	23.15	22.03	210.63	1,474.59	323,253.27
2024	59	29.77	23.61	22.00	213.27	1,725.04	396,569.62
2025	57	28.91	22.74	20.62	193.84	1,622.45	345,012.53
2026	81	28.58	22.41	20.75	192.41	2,424.77	518,166.92
2027	7	31.36	25.63	39.09	386.02	201.62	77,829.53
2028	9	31.36	25.63	39.09	386.02	88.54	34,178.29
2029	4	31.36	25.63	39.09	386.02	100.40	38,756.50
2030	6	31.36	25.63	39.09	386.02	194.82	75,204.59
2031	5	31.36	25.63	39.09	386.02	25.44	9,820.37
Total	471	29.21	23.08	22.27	211.61	12,225.86	2,713,556.85

Fuente: Departamento de Investigación Forestal, INAB, 2012

De acuerdo con el Cuadro 10, en el año 2017 comenzaran a incorporarse a la industria forestal por concepto de corta final en 10 proyectos que equivalen al 2.75 % del volumen proyectado, sin embargo, será entre el año 2021 y 2026 cuando se incorpore el mayor porcentaje (79 %) de dicho volumen, equivalentes a 2,135,710.76 m³ metros cúbicos.

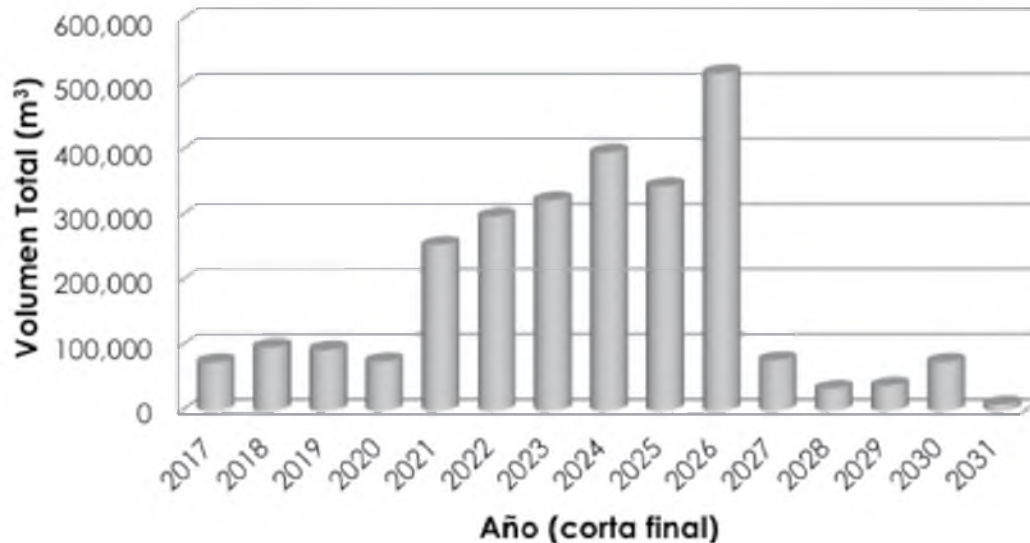


Figura 5. Proyección de productividad de Pinus maximinoi en la Región II y III.

En conclusión, es importante enfatizar que las herramientas como los modelos de crecimiento, permiten conocer la productividad actual y futura del bosque, a partir de datos generados a través de Parcelas Permanentes de Medición Forestal; recomendando e instando a técnicos y/o empresas a que implementen dentro de sus unidades productivas, sistemas de monitoreo, de preferencia durante todo el ciclo del proyecto, lo que les permitirá construir sus propios modelos para condiciones específicas.

Finalmente se espera a través de esta publicación, dar a conocer una aproximación del volumen de la masa forestal actual y a futuro de las plantaciones de P. maximinoi establecidas en las Regiones II y III del país, como insumo para orientar a la industria forestal y promover la vinculación Bosque (productor) – Industria – Mercado.

Conclusiones y Recomendaciones

- ✦ Los modelos generados simulan diferentes escenarios de crecimiento, ajustándose a las condiciones propias de cada rodal, permitiendo predecir la productividad y rentabilidad final.
- ✦ El índice de sitio para la Región II Las Verapaces e Ixcán, fue determinado según las siguientes categorías: Pésimo (6.5 m), Malo (10.2 m), Medio (14 m), Bueno (18.5 m), Excelente (23 m).
- ✦ El índice de sitio para la Región III Nor oriente, fue determinado según las siguientes categorías: Pésimo (6.5 m), Malo (10.2 m), Medio (14 m), Bueno (18.5 m), Excelente (23 m).
- ✦ Las plantaciones ubicadas en sitios excelentes permiten maximizar la productividad final (a 20 años) hasta obtener cerca de 400 metros cúbicos de volumen total (396 m³/ha equivalentes a 19.78 m³/ha/año)
- ✦ Las plantaciones con índices de sitio excelente, presentan diámetros promedios superiores a 30 cm a partir de los 15 años.
- ✦ Los supuestos utilizados para realizar las graficas no representan ninguna recomendación de manejo para la especie, ya que fueron seleccionadas arbitrariamente.
- ✦ Según información proporcionada por la coordinación de PINFOR, hasta el año 2012 existe un total de 471 proyectos de *Pinus maximinoi* en la Región II y III, representando un volumen total de 402,344.62 m³ producto de los raleos, de los cuales el 38% corresponde a una segunda intervención, la cual se asume, es comercial, mientras que el 62 % restante corresponde al primer raleo en plantaciones jóvenes, la cual no se considera comercial.
- ✦ Los modelos fueron generados con información de plantaciones con un rango de 2 a 15 años de edad, por lo que se recomienda dar continuidad a las mediciones realizadas en las unidades de evaluación preferiblemente hasta que estas sean aprovechadas, con el objetivo de obtener modelos definitivos de productividad.



Bibliografía Consultada

Alvarado, W. 2004. Factores edáficos y fisiográficos que afectan el crecimiento inicial de *Pinus maximinoi* H.E. Moore en plantaciones establecidas dentro del programa de incentivos forestales en las Verapaces. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos, Facultad de Agronomía. 134 p.

Vaides López, E. E. (2009) Selección de sitios para el establecimiento de pino candelillo (*Pinus maximinoi* H.E. Moore) en Guatemala. Documento técnico No. 03 INAB. 27 p. (Inédito)

Véliz Pérez M. E.; Barrios, A.R.; Dávila Pérez, C. V. (2007). Actualización Taxonómica de la Flora de Guatemala, Capítulo 1. Pinophyta (coníferas). Herbario BIGU, Escuela de Biología, FCQF, DIGI, USAC. 14 p.



Instituto Nacional de Bosques
Departamento de Investigación Forestal
7av. 6-80, zona 13
Teléfono: 2321-4600 y 01
Guatemala, Guatemala, C. A.
www.inab.gob.gt

Impresión gracias al apoyo de:

