

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

OFERTA MADERABLE DE PINO CANDELILLO (*Pinus maximinoi*)
DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS EN LA COOPERATIVA
AGRÍCOLA INTEGRAL CHIRREPEC R.L.; COBÁN, ALTA VERAPAZ
TESIS DE GRADO

DEISY ANY SUCELY SAGÜI RIVERA
CARNET 22381-09

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, JUNIO DE 2015
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES

OFERTA MADERABLE DE PINO CANDELILLO (*Pinus maximinoi*)
DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS EN LA COOPERATIVA
AGRÍCOLA INTEGRAL CHIRREPEC R.L.; COBÁN, ALTA VERAPAZ
TESIS DE GRADO

TRABAJO PRESENTADO AL CONSEJO DE LA FACULTAD DE
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

POR

DEISY ANY SUCELY SAGÜI RIVERA

PREVIO A CONFERÍRSELE

EL TÍTULO DE INGENIERA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES EN
EL GRADO ACADÉMICO DE LICENCIADA

SAN JUAN CHAMELCO, ALTA VERAPAZ, JUNIO DE 2015
CAMPUS "SAN PEDRO CLAVER, S . J." DE LA VERAPAZ

AUTORIDADES DE LA UNIVERSIDAD RAFAEL LANDÍVAR

RECTOR:	P. EDUARDO VALDES BARRIA, S. J.
VICERRECTORA ACADÉMICA:	DRA. MARTA LUCRECIA MÉNDEZ GONZÁLEZ DE PENEDO
VICERRECTOR DE INVESTIGACIÓN Y PROYECCIÓN:	ING. JOSÉ JUVENTINO GÁLVEZ RUANO
VICERRECTOR DE INTEGRACIÓN UNIVERSITARIA:	P. JULIO ENRIQUE MOREIRA CHAVARRÍA, S. J.
VICERRECTOR ADMINISTRATIVO:	LIC. ARIEL RIVERA IRÍAS
SECRETARIA GENERAL:	LIC. FABIOLA DE LA LUZ PADILLA BELTRANENA DE LORENZANA

AUTORIDADES DE LA FACULTAD DE CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS

DECANO:	DR. ADOLFO OTTONIEL MONTERROSO RIVAS
VICEDECANA:	LIC. ANNA CRISTINA BAILEY HERNÁNDEZ
SECRETARIA:	ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES
DIRECTOR DE CARRERA:	MGTR. LUIS MOISÉS PEÑATE MUNGUÍA

NOMBRE DEL ASESOR DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

MGTR. EDWIN ESTUARDO VAIDES LÓPEZ

TERNA QUE PRACTICÓ LA EVALUACIÓN

MGTR. CARLOS ERNESTO ARCHILA CARDONA

MGTR. MANUEL SABINO MOLLINEDO GARCÍA

ING. ROBERTO WALDEMAR MOYA FERNÁNDEZ

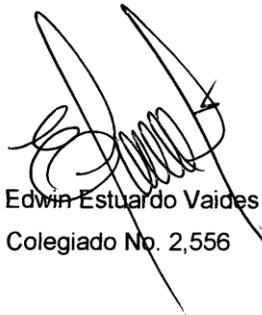
Guatemala, 11 de abril del 2015.

Honorable Consejo de
La Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas
Presente.

Distinguidos Miembros del Consejo:

Por este medio hago contar que he procedido a revisar el Informe Final de Tesis del estudiante Deisy Any Sucely Sagui Rivera, que se identifica con carné 22381-09, titulado: **"DETERMINACIÓN DE LA OFERTA MADERABLE DE PINO CANDELILLO (*Pinus maximinoi* H. E. MOORE), PROVENIENTE DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS EN LOS PERIODOS 1997- 1999, 2001-2004 Y 2007; COBÁN, ALTA VERAPAZ"**, el cual considero que cumple con los requisitos establecidos por la Facultad para ser aprobado, por lo que solicito sea revisado por la terna que designe el Honorable Consejo de la Facultad, previo a su autorización de impresión.

Atentamente,



Ing. Agr. Edwin Estuardo Vaidés López
Colegiado No. 2,556

Orden de Impresión

De acuerdo a la aprobación de la Evaluación del Trabajo de Graduación en la variante Tesis de Grado de la estudiante DEISY ANY SUCELY SAGÜI RIVERA, Carnet 22381-09 en la carrera LICENCIATURA EN INGENIERÍA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES, del Campus de La Verapaz, que consta en el Acta No. 0660-2015 de fecha 23 de mayo de 2015, se autoriza la impresión digital del trabajo titulado:

OFERTA MADERABLE DE PINO CANDELILLO (*Pinus maximinoi*)
DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS EN LA COOPERATIVA
AGRÍCOLA INTEGRAL CHIRREPEC R.L.; COBÁN, ALTA VERAPAZ

Previo a conferírsele el título de INGENIERA FORESTAL CON ÉNFASIS EN SILVICULTURA Y MANEJO DE BOSQUES en el grado académico de LICENCIADA.

Dado en la ciudad de Guatemala de la Asunción, a los 19 días del mes de junio del año 2015.



ING. REGINA CASTAÑEDA FUENTES, SECRETARIA
CIENCIAS AMBIENTALES Y AGRÍCOLAS
Universidad Rafael Landívar



AGRADECIMIENTOS

A:

Dios porque me dio la vida, y todo lo que en este mundo sucede es por la única voluntad de él. Gracias Padre Celestial.

La Universidad Rafael Landívar, Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Campus La Verapaz por ser parte de mi formación.

MGTR Edwin Estuardo Vaides López, por ser un asesor que con mucho entusiasmo, paciencia y dedicación apoyo la realización de este trabajo de investigación.

Cooperativa Agrícola Integral Chirrepec R.L. por el espacio proporcionado para llevar a cabo la realización de esta investigación, misma que es un motor para continuar con la labor forestal.

Catedráticos de la Facultad de Ciencias Ambientales y Agrícolas, Campus La Verapaz por compartir sus conocimientos y experiencias, con especial aprecio a: MGTR Edwin Estuardo Vaides López, MGTR Roberto Moya, Ingeniero Oscar Alejandro Avalos, Ingeniero Sergio Jiménez y MGTR Manuel Sabino Mollinedo.

Mis compañeros de promoción por su amistad incondicional, y con especial aprecio a mis amigos Kensy Maricruz Choc y Víctor Manuel Zamora.

Mis compañeros de trabajo, gracias por su amistad en especial a Sellenne Sandoval, Carlos Tipol, Dennis Villatoro, Walter Mansilla y Rubén Regalado por compartir esta alegría.

DEDICATORIA

A:

DIOS: Por su infinito amor, y por demostrarme que aún en los momentos más difíciles nunca me abandono y me apoyo a terminar esta meta.

A mis padres: Ana Marina Rivera Morales y Carlos Enrique Saguí, gracias por haberme educado con principios y valores que me permitieron ser la persona que soy, y muy especial a mi mamá.

A mis hermanos: Que sirva como ejemplo de lucha y superación, gracias por sus cariño Leslie, Briddgeth, José y Brayan (+) que eres mi luz que ilumina mi vida desde el cielo.

A mis abuelos: Los amo con todo mi corazón Egidio Rivera y María del Carmen Morales.

A mi novio: Ing. Ftal. Rony Prado Medina, infinitamente gracias por formar parte de mi vida, por su apoyo, comprensión y amor.

A mis tíos: Elizabeth, Carolina e Israel (+) por ser parte de mi familia y compartir conmigo tantas cosas.

A mis primos: Para que sigan adelante y luchen por sus metas, los quiero mucho, en especial Alejandra, Mónica, Lily, Carolina y Ángel.

A mi sobrina: Con mucho cariño, por ser quien dio alegría a mi familia.

A: Dos personas que forman parte de mi familia y que los aprecio mucho Francisca Medina y Florentin Prado.

INDICE GENERAL

RESUMEN	i
SUMARY	ii
I. INTRODUCCION	1
II. MARCO TEORICO	3
2.1 MARCO CONCEPTUAL	3
2.1.1 Definiciones relacionadas a oferta y demanda	3
2.1.2 Comercio Internacional De Productos Forestales	5
2.1.3 Segmentación de mercado de madera y leña en Guatemala	11
2.1.4 Manejo Forestal en Guatemala	12
2.1.5 Incentivos forestales	15
2.1.6 El Potencial Productivo de las Plantaciones Forestales en Guatemala	16
2.1.7 Dinámica de crecimiento de <i>Pinus maximinoi</i>	16
2.1.8 Aspectos generales de la Especie	17
III. ANTECEDENTES RELACIONADOS A LA INVESTIGACIÓN	19
IV. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA	21
4.1 DEFINICON DEL PROBLEMA	21
4.2 JUSTIFICACION DEL TRABAJO	22
V. OBJETIVOS	24
5.1 GENERAL	24
5.2 ESPECIFICOS	24
VI. METODOLOGÍA	25
6.1 Localización del trabajo	25
6.2 Sujeto y/o unidades de análisis	25
6.3 Área de intervención	25
6.4 Tipo de investigación	25
6.5 Instrumento	25
6.6 Procedimiento	25
6.6.1 Revisión de literatura	25
6.6.2 Diagnóstico	26
6.6.3 Cuantificación del volumen por cada proyecto establecido	26
6.6.3.20 Análisis estadístico para muestreo estratificado	30

6.6.4 Definición de los esquemas de manejo para las plantaciones forestales de cada proyecto establecido	31
6.6.4.1 Estimación de modelo de Curvas de Índice de Sitio	31
6.6.5 Evaluación de la calidad y tipo de producto por cada intervención programada en los proyectos establecidos.	33
6.6.6 Proyección y evaluación de la oferta de madera	33
VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
7.1 Cuantificación del volumen total	34
7.2 Esquemas de manejo definidos para cada proyecto establecido	37
7.3 Evaluación de la calidad y tipo de producto por cada intervención programada en los proyectos establecidos.	47
7.4 Proyección y evaluación de la oferta de madera	51
7.5 Análisis técnico de resultados	57
7.5.1 Análisis de espaciamiento por Índice de Hart	58
7.5.2 Propuesta de Regulación de la Corta	59
VIII. CONCLUSIONES	62
IX. RECOMENDACIONES	64
X. BIBLIOGRAFÍA	65
XI. ANEXOS	70

INDICE DE CUADROS

Cuadro No. 1: Exportaciones de madera y sus manufacturas de Guatemala	9
Cuadro No. 2: Relación Exportaciones e Importaciones para Guatemala	10
Cuadro No. 3: Proyectos inscritos en el PINFOR al año 2012.	16
Cuadro No. 4: División de los estratos forestales según el desarrollo de las masas.	27
Cuadro No. 5: Sitios establecidos para la especie <i>Pinus maximinoi</i> de la Región II Las Verapaces e Ixcan	31
Cuadro No. 6: Familia de modelos de crecimiento para <i>Pinus maximinoi</i> .	32
Cuadro No. 7: Resumen del análisis estadístico elaborado para el inventario forestal	35
Cuadro No. 8: Resultados de análisis estadístico	35
Cuadro No. 9: Volumen total disponible para la especie <i>Pinus maximinoi</i> en la	36
Cuadro No. 10: Valores de Índice de Sitio para cada proyecto.	38
Cuadro No. 11: Detalle de actividades silvícolas del proyecto de <i>Pinus maximinoi</i>	40
Cuadro No. 12: Detalle de actividades silvícolas del proyecto de <i>Pinus maximinoi</i>	41
Cuadro No. 13: Detalle de actividades silvícolas del proyecto de <i>Pinus maximinoi</i> establecido en el año 1,999.	43
Cuadro No. 14: Detalle de actividades silvícolas del proyecto de <i>Pinus maximinoi</i> establecido en el año 2,001.	40
Cuadro No. 15: Detalle de actividades silvícolas del proyecto de <i>Pinus maximinoi</i> establecido en el año 2,002.	44
Cuadro No. 16: Detalle de actividades silvícolas del proyecto de <i>Pinus maximinoi</i> establecido en el año 2003.	45
Cuadro No. 17: Detalle de actividades silvícolas del proyecto de <i>Pinus maximinoi</i> establecido en el año 2,004.	45
Cuadro No. 18: Porcentaje de la forma de los individuos de <i>Pinus maximinoi</i> muestreados por proyecto de la cooperativa.	47
Cuadro No. 19: Porcentaje de la posición de los individuos de <i>Pinus maximinoi</i> en el dosel de las plantaciones de la cooperativa, expresado	48

por proyecto.

Cuadro No. 20: Porcentaje de la sanidad de los individuos de <i>Pinus maximinoi</i> evaluados en las plantaciones de los proyectos de la cooperativa.	49
Cuadro No. 21: Porcentajes de productos forestales a obtener de las plantaciones de <i>Pinus maximinoi</i> de los proyectos establecidos en la cooperativa.	51
Cuadro No. 22: Proyección del volumen por tipo de producto a obtener en cada prescripción programada de los proyectos de <i>Pinus maximinoi</i> establecidos en la cooperativa.	53
Cuadro No. 23: Resumen de la oferta maderable a obtener por año de intervención en cada proyecto establecido en la cooperativa.	54
Cuadro No. 24: Estimación de espaciamiento relativo según Hart	58
Cuadro No. 25: Estimación de Corta Anual Permissible	60
Cuadro No. 26: Calculo teórico de regulación de corta CAP	60
Cuadro No. 27: Estimación de CAP para aprovechar el total de volumen	61

INDICE DE GRAFICAS

Grafica No. 1: Participación en producción mundial de productos forestales.	6
Grafica No. 2: Participación en la exportación mundial de productos forestales.	7
Grafica No. 3: Análisis de regresión lineal simple para la estimación de alturas de los árboles muestreados en el inventario forestal.	34
Grafica No. 4: Familia de curvas de sitio por proyecto establecido en la cooperativa.	39
Grafica No. 5: Curva de distribución de oferta madera por año de la cooperativa.	55
Grafica No. 6: Distribución de la oferta maderable por tipo de producto.	56
Grafica No. 7: Distribución de la estructura del bosque orientada a clases de desarrollo	59

OFERTA MADERABLE DE PINO CANDELILLO (*Pinus maximinoi*) PROVENIENTE DE LAS PLANTACIONES ESTABLECIDAS EN LA COOPERATIVA AGRICOLA INTEGRAL CHIRREPEC R.L. COBÁN, ALTA VERAPAZ

RESUMEN

El objetivo del presente trabajo de investigación fue determinar la oferta maderable de pino candelillo (*Pinus maximinoi* H. E. Moore), proveniente de las plantaciones establecidas en la Cooperativa Agrícola Integral Chirrepec R.L.; Cobán, Alta Verapaz. La metodología fue distribuida en tres fases, una fase inicial de gabinete donde se realizó un diagnóstico de los documentos de planes de manejo de cada proyecto establecido, verificando los tratamientos silviculturales que se habían aplicado: una fase de campo en donde se elaboró un inventario forestal para conocer los valores de las variables dasométricas (Dap (cm), altura (m), área basal (m²) y volumen total (m³)); y una fase de sistematización donde se discutieron y analizaron los resultados obtenidos para cada uno de los objetivos establecidos en el trabajo de investigación. Dentro de los principales resultados de la investigación, se tiene la cuantificación del volumen por hectárea; en promedio se tiene un volumen de 99.3976 m³/ha. Se determinó la familia de índice de sitio para los proyectos forestales, en base a las ecuaciones generadas para la región II donde: 2 proyectos se encuentran en sitio, 4 proyectos en sitio medio, y 1 proyecto en sitio malo; la prescripción silvícola correspondiente a cada proyecto se definió mediante la densidad de árboles por hectárea para el efecto se consideraron raleos y cortas totales, la proyección de volumen realizada por proyecto establece que la cooperativa tiene oferta maderable a partir del año 2015 al 2025 con un total de 19,846.86 m³, la concentración de este volumen es en los años 2017 y 2018 y los productos a obtener son troza, trocillo y leña. Asimismo se realizó un análisis de la oferta de madera por tipo de producto, donde se determinó que los productos con mayor oferta serán madera en troza con un total de 12,131.70 m³ al final del ciclo de corta de cada uno.

TIMBER-YIELDING OFFER FROM THINLEAF PINE (*Pinus maximinoi*) FROM PLANTATIONS ESTABLISHED IN COOPERATIVA AGRICOLA INTEGRAL CHIRREPEC R.L. COBÁN, ALTA VERAPAZ

SUMMARY

The objective of this research study was to determine the timber-yielding offer of thin leaf pine (*Pinus maximinoi* H. E. Moore) from plantations established in *Cooperativa Agrícola Integral Chirrepec R.L.*; Cobán, Alta Verapaz. The methodology was distributed in three phases; an initial cabinet phase, where a diagnosis of the documents of each project management plan was made, verifying the forestry treatment that had been applied: a field phase where a forest inventory was carried out to identify the dasometric variables (Dap (cm), height (m), basal area (m^2), and total volume (m^3)); and a systematization phase, where the results were discussed and analyzed for each of the objectives set for this research. Among the main results of this research is the volume quantification per hectare; on average, a volume of $99.3976 m^3/ha$ was obtained. The family of the site index for forest projects was determined, based on equations generated for region II where: 2 projects are on site, 4 projects in a medium site, and 1 project in a poor site. The forestry prescription that corresponds to each project was defined through the tree-density per hectare; for that, thinning and total cutting were considered. The volume projection carried out per project establishes that the Cooperative has a timber-yielding offer from 2015 to 2025, with a total of $19,846.86 m^3$. The concentration of this volume will take place in 2017 and 2018, and the products to obtain are logs, chunks and firewood. Additionally, a timber-yielding offer per product type was carried out, determining that the higher value products will be the wood log with a total of $12,131.70 m^3$ at the end of each cutting cycle.

I. INTRODUCCION

El sector forestal de Guatemala ha sido definido como “un subsistema del sistema económico nacional, que sobre la base de motivaciones y decisiones socioeconómicas y ambientales desarrolladas en torno de ecosistemas con distintos grados de intervención, cuyo componente dominante son los árboles, genera múltiples bienes maderables y no maderables y servicios ambientales, producto del desarrollo de un conjunto de actividades que se aplican de acuerdo a un régimen de ordenación con objetivos bien definidos que pueden incluir la extracción y aprovechamiento, la protección absoluta o la restauración de tierras forestales degradadas. Estas acciones descansan sobre una plataforma institucional pública y privada que incluye los ámbitos legal, financiero, académico y empresarial y que en conjunto determinan un desempeño que se refleja en las cuentas nacionales“(MAGA/PAFG, 2002).

La importancia económica de los bosques de Guatemala, reside por un lado en el abastecimiento de bienes maderables con lo cual se cubre la mayor parte de la demanda del mercado interno de la industria forestal estimado alrededor de los 800000 m³/año, y la demanda de leña como material combustible estimado en un metro cúbico per cápita por año y definiendo así que más del 60% de la población depende de los recursos forestales (INAB 2,004).

La cooperativa Agrícola Integral Chirrepec, R.L. empezó a diversificar su área forestal desde la creación del Programa de Incentivos Forestales PINFOR, en el año 1997 considera la necesidad de establecer el primer proyecto forestal mismo que dio origen a 10 proyectos más, actualmente tiene un área de 139.840 hectáreas de bosque de plantación inscrito al programa de incentivos forestales –PINFOR-. La cooperativa incluye aspectos para inscribir sus proyectos, estos son debido a que la región de Las Verapaces es la mayor plantada, debido a la abundancia de *Pinus maximinoi* en la zona, las Verapaces sobrepasa por mucho a las demás regiones, lo que indica claramente que uno de los polos de desarrollo en pino debe ser dicha región.

Lo ideal es establecer y potenciar las empresas dentro de las áreas de concentración de la masa boscosa. En la integración vertical de la industria, el costo Bosque-Industria es mucho mayor que el de Industria-comercio, debido a que en el primero la madera se transporta en rollo y con 100% de humedad, lo que minimiza el espacio aprovechable y disminuye la capacidad de carga debido a que se tiene un mayor peso en relación al volumen (Zamora, 2,010).

En este documento se presentan los resultados obtenidos en el estudio titulado Determinación de la oferta maderable de Pino Candelillo (*Pinus maximinoi*) proveniente de las plantaciones forestales de la Cooperativa Agrícola Integral Chirrepec R.L. donde se determinó que la cooperativa tiene actualmente un volumen total de 13,899.849 m³ de madera disponible para ofertar a las industrias locales, y una proyección de 19,846.86 m³ que están distribuidos en los distintos esquemas de manejo determinados según los estudios realizados en esta investigación; los productos que se extraigan de cada uno de los individuos se proyectan de buena calidad, puesto que más del 90% de los mismos presentan formas rectas y libres de plagas y enfermedades.

A partir del año 2,015 la cooperativa cuenta con oferta maderable, hasta el año 2,025, sin embargo a esta oferta hay que agregarle los compromisos de reforestación y plantaciones voluntarias que no se han incluido al sistema de socios de la cooperativa, pese a que en los primeros años de establecimiento (1,997, 1,998 y 1,999) la cooperativa solicitó manejo a las plantaciones por medio de los tratamientos silvícolas (raleos) y las intervenciones fueron superiores al 35%, aun se cuenta con volumen aprovechable y con una proyección de productos que por sus calidades compiten en las industrias locales y nacionales.

II. MARCO TEORICO

2.1 MARCO CONCEPTUAL

2.1.1 Definiciones relacionadas a oferta y demanda

2.1.1.1 Oferta

Es la cantidad de bienes, servicios y factores que un vendedor puede ofrecer y desea hacerlo , en un periodo dado de tiempo y a diferentes precios , suponiendo que otras cosas, tales como la tecnología , la disponibilidad de recursos , los precios de las materias primas y la regulación del estado, permanecer constantes (Fisher y Espejo, 2006).

Tiene relación con el comportamiento de los productores o vendedores. Refleja la disposición que tienen de ofrecer bienes o servicios a cambio de un pago o reconocimiento expresado en un precio (Fisher y Espejo, 2006).

La oferta de determinado artículo se define como “las diferentes cantidades que los productores estarán dispuestos y en condiciones de ofrecer en el mercado en función de los distintos niveles de precios posibles, en determinado tiempo”

De acuerdo con Fisher y Espejo (2,006) existen dos aspectos básicos que condicionan los productores o vendedores:

- El deseo de obtener mayores utilidades que los lleva a buscar formas de minimizar los costos.
- El hecho de que un aumento desmedido en la producción puede conducir a un aumento proporcional mayor en los costos.

La oferta pretende explicar el comportamiento de los agentes económicos que actúan como productores, especialmente las empresas, análisis que requiere la aplicación de la teoría de la empresa, (estudio del comportamiento de las organizaciones

empresariales, de cómo compran las materias primas, de las técnicas de producción, de las cantidades que producen y de cómo fijan los precios) (Thirkettle, 1982).

Si los precios se situaran a un nivel en el que se diese un exceso de la oferta- si se ofreciera más a la venta de lo que se comprase- se acumularían las existencias, y esto llevaría a una baja de precio. Por otro lado, si el precio se situara a un nivel que significase un exceso de la demanda – una oferta insuficiente como para cubrir la demanda- se produciría una elevación del precio. Solo no existiera ninguna tendencia al cambio al precio al que se igualen la oferta y la demanda. (Thirkettle, 1,982).

2.1.1.2 Ley de la oferta

De acuerdo a Fisher y Espejo (2,006), manteniéndose todo lo demás constante, la cantidad ofrecida de un bien aumenta cuando sube el precio.

2.1.1.3 La oferta del mercado frente a la oferta individual

Mankiw, (2,002), indicó que la oferta del mercado frente a la oferta individual, depende de todos los factores que influyen en la oferta de los distintos vendedores como los precios de los factores utilizados para producir el bien, la tecnología existente y las expectativas

2.1.1.4 Desplazamiento de la curva de la oferta

Mankiw, (2,002), indicó que siempre que varía cualquier determinante de la oferta que no sea el precio del bien, la curva de la oferta se desplaza.

2.1.1.5 Demanda

Es la cantidad de bienes y servicios que un comprador puede adquirir y desea hacerlo en un periodo de tiempo dado y a diferentes precios, suponiendo que otras cosas, tales como el ingreso del comprador, la publicidad y los precios de otros bienes, la permanecen constantes. La demanda de un bien no depende solo de su precio, sino también de otros precios. El cambio en otros precios hará que la gente aumente o disminuya la demanda de un bien determinado a cualquier precio de ese bien. Esto significa que, ante cambios en otros precios, la demanda de un bien variará,

aumentando o disminuyendo según la dirección del cambio en los otros precios y según se trate de sustitutos o complementos (Massad, 2,007).

2.1.2 Comercio Internacional De Productos Forestales

2.1.2.1 Producción mundial de productos forestales

De acuerdo a las estadísticas de FAO 2,010, citado por Barrera (2,011) indica que el área total de bosque en el mundo es de algo más de 4mil millones de hectáreas, que corresponde a un promedio de 0,6 hectáreas per cápita. Los cinco países con mayor riqueza forestal son Rusia, Brasil, Canadá, Estados Unidos de América y China, y en conjunto representan más de la mitad del total del área de bosque. Sudamérica experimentó las mayores pérdidas netas de bosque entre 2000 y 2010: 4 millones de hectáreas anuales, seguida por África, con 3,4 millones de hectáreas por año, y Oceanía, con una pérdida de 700 mil hectáreas anuales por graves sequías e incendios forestales. El área de bosques en Norteamérica y Centroamérica ha permanecido casi igual en el período estudiado. En Europa sigue aumentando a un ritmo de 700 mil hectáreas anuales. Asia registra una ganancia neta de bosques de más de 2,2 millones de hectáreas anuales entre 2000 y 2010 por la forestación a gran escala en China.

La producción forestal presenta tres desventajas financieras con respecto al uso alternativo de la tierra, léase agricultura, ganadería y desarrollo urbano, a saber; a) el periodo de retorno de capital que no es inmediato; b) la retribución monetaria hacia el propietario del bosque, por los servicios ambientales aportados por el ecosistema forestal a la sociedad y; c) el valor y el precio de los productos del bosque, distorsionados por la existencia de bosques naturales de acceso común (Barrera 2,011).

Sin embargo, de acuerdo a Barrera (2,011), el mercado de los productos forestales sigue siendo atractivo y la mayoría de los productos forestales tienen una demanda creciente a nivel nacional e internacional. Esto se explica porque la demanda de los productos forestales está determinada por el aumento de la población que sigue siendo creciente; pero por otro lado la disminución del área de los bosques naturales a nivel

de los países en vías de desarrollo. En la figura No. 01 se muestra como ha sido la participación mundial en cuanto a la producción de productos forestales.

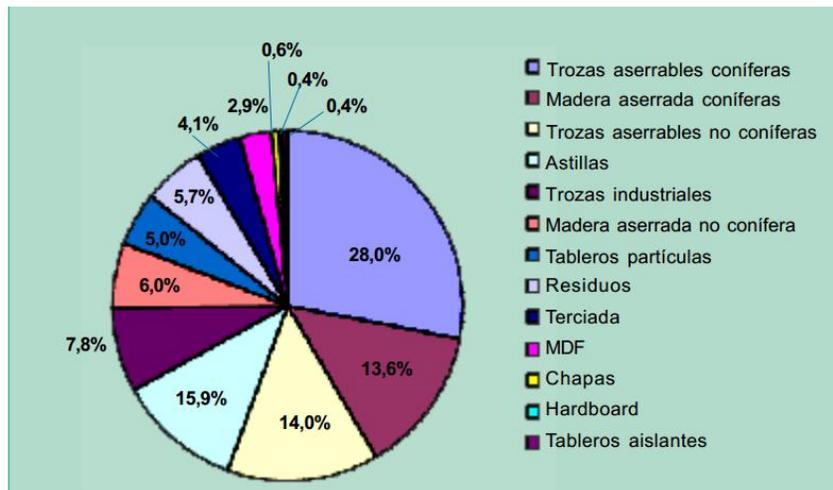


Figura No. 01 Participación en producción mundial de productos forestales Barrera, D. (2,011).

2.1.2.2 Comercio de los productos forestales

La totalidad de los productos forestales muestran una disminución en sus producciones a partir de 2007, producto de la crisis sub prime que se desarrolló en el período 2008-2009, que afectó mayormente el mercado de la construcción, configurando un descenso agregado de 2% en el período 2000-2009. La figura 02 muestra las participaciones de las exportaciones de productos forestales a nivel mundial en 2009, sobre un total de mil 341 millones de m³, un 7,2% menos que en 2008, (Barrera 2,011).

Al analizar, el comportamiento de los precios de otros productos a nivel mundial, podemos mencionar al café, que ha tenido alzas y bajas de más del 100% en los últimos 5 años. El caso de la madera y sobre todo la madera de origen tropical, es diferente, pues los precios han mantenido un incremento constante durante los últimos 20 años y su única caída sucedió con la crisis de los países del Asia Pacífico. Es

importante indicar que los países asiáticos manejan más del 50% del comercio mundial de productos forestales tropicales.

Según Cerda (1998), el mercado internacional de productos forestales seguirá dominado por grandes transnacionales, cuyas capacidades van mucho más allá de las capacidades negociadoras de un país pequeño, como Guatemala y otros países emergentes. Se vende y compite con conglomerados económicos integrados internacionalmente, cuyos horizontes de planeamiento son mayores. Como también sus capacidades de adaptación a los ciclos adversos que reiteradamente ocurren en el mercado internacional.

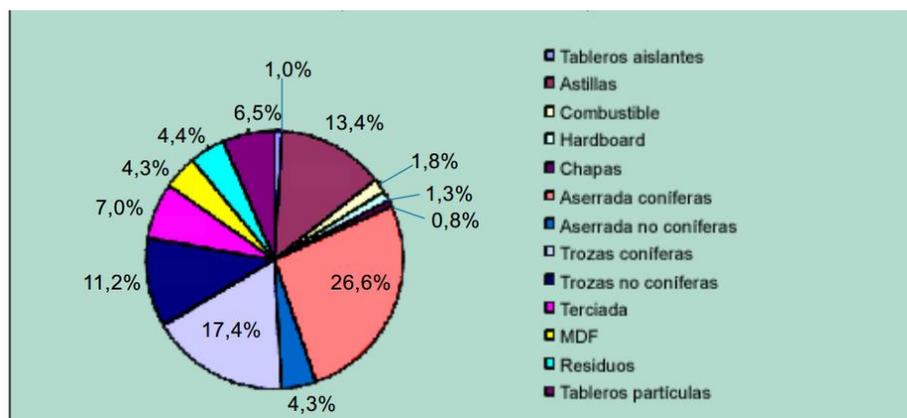


Figura No. 02 Participación en la exportación mundial de productos forestales Barrera, D. (2,011)

El producto más enviado es la madera aserrada de coníferas, con 26,6% (27,4% en el período 2000-2009), seguido por las trozas industriales de coníferas, con 17,4% (19,6% en el agregado). Más atrás figuran las astillas, con 13,4% (11,3%) y las trozas industriales de especies no coníferas, con 11,2% (12,2%) Cerda (1998).

2.1.2.3 Comercio Nacional De Productos Forestales

El impulso al crecimiento de la economía nacional es una responsabilidad de todos los guatemaltecos, tanto en la esfera de acción de las políticas públicas como, especialmente, en el ámbito de la iniciativa privada de los ciudadanos. La Política Forestal de Guatemala es un instrumento orientador para los principales actores del

sector, con el objeto de facilitar procesos de planificación, ejecución, administración gestión y evaluación de la actividad forestal nacional (MAGA/PAFG, 2,002).

Las plantaciones forestales debieran atender a mediano y largo plazo la demanda de la industria forestal, ya que la composición de los bosques naturales no permite atender eficientemente las necesidades de la industria, debido a la diversidad de dimensiones y calidades de madera que ofrece los bosques naturales (Cabrera, 2,004)

Según el Diagnóstico de la Industria Forestal en Guatemala (MAGA/PAFG, 2,000) la principal fuente de abastecimiento de las industrias, es el bosque natural, cuya materia prima es de baja calidad, estacional e irregular. Las plantaciones forestales aprovechadas constituyen solamente el 6% del volumen demandado por las industrias, lo que significa que se tiene que realizar un importante esfuerzo para fortalecer la capacidad industrial del país. Para el efecto es importante crear planes de abastecimiento de las industrias para que las mismas puedan manejar con mayor versatilidad sus mercados. En Chile, por ejemplo, para finales de los años noventa, la industria se abastecía en un 95% de plantaciones forestales.

Guatemala presenta características ecológicas, económicas y sectoriales favorables para la producción forestal. Entre las características ecológicas destacan tres, a saber; a) más del 51% de las tierras del país son de vocación forestal, es decir, que la utilización de estas tierras para actividades más intensas, como agricultura, puede comprometer su capacidad productiva; b) la ubicación tropical del país, determina dos condiciones importantes para el crecimiento.

Primero una temperatura diaria estable y segundo una cantidad de horas luz también más o menos constante, en la mayor parte del año; estas dos características determinan que los árboles en nuestro país estén en constante crecimiento. Como un ejemplo de esta ventaja, se puede mencionar que una especie de conífera (pino, por ejemplo) necesita en Finlandia ente 80 a 120 años para poder llegar a la edad de cosecha. Una plantación similar en nuestro país necesita entre 18 y 25 años para el

mismo fin, es decir, una ventaja de 4.4 a 4.8 veces; c) La diversidad de climas y microclimas, determina que Guatemala posee pocas limitaciones para el establecimiento y desarrollo de una amplia gama de especies. Esta diversidad climática, también es fuente de más de 400 especies nativas de árboles, las que satisfacen y pueden satisfacer diversas necesidades, con la ventaja que existe la posibilidad de un acceso directo al germoplasma (Cabrera, 2,003).

Asimismo Cabrera, (2,003) en su informe técnico No. 006 indica, que en cuanto a las condiciones económicas, las ventajas están determinadas por la cercanía a los mercados de mayor consumo de productos forestales; nos referimos al Tratado de Libre Comercio del Norte, Europa y el Asia. La madera (principal producto comercial del bosque) es un producto pesado y voluminoso, lo que implica que en mayor parte de los casos, dichos productos se transportan vía marítima.

En este contexto, el hecho de tener acceso (vía puertos) a los dos océanos es una importante ventaja. El Salvador, por ejemplo, para poder exportar madera vía marítima a la costa Atlántica de Estados Unidos, tendría que descender y pasar por el Canal de Panamá, este no es el caso de Guatemala, elemento que reduce su capacidad de competencia (Cabrera, 2,003).

En el cuadro No. 01 se detalla el valor en quetzales obtenido a través de la exportación por tipo de producto desde el año 2007 hasta el año 2012, en base a estudios desarrollados por SIFGUA (2012).

Cuadro No. 01 Exportaciones de madera y sus manufacturas de Guatemala expresado en quetzales.

descripción	2007	2008	2009	2010	2011	2012
Total general	65,441,533	67,444,593	50,465,265	49,208,482	57,636,784	59,793,158
Madera Aserrada	20,333,290	20,418,807	13,726,715	16,640,110	20,478,654	19,343,001
Piezas de carpintería	15,345,430	15,275,721	8,630,145	10,263,208	13,607,812	15,792,432
Cajas, tarimas, pallets	12,721,718	12,997,748	12,193,072	6,561,790	5,842,343	7,323,460
Pisos de madera	4,979,996	7,131,878	5,065,280	3,949,082	4,845,877	6,546,865

Tableros aglomerados	6,151,753	4,205,289	2,785,469	3,247,113	4,882,634	3,745,667
Madera en troza	332,043	715,541	2,126,458	2,839,353	1,947,682	1,189,863
Plywood	848,773	1,009,649	726,351	1,149,770	676,108	685,007
Cabos y bolillos	367,993	523,565	275,528	309,037	294,795	300,764
Hojas de chapa	301,682	224,957	303,973	182,845	224,791	36,130
Marquetería e incrustación	449,443	333,469	291,965	203,450	239,713	293,366
Marcos	323,528	145,038	70,628	21,025	18,895	23,437
Carbón vegetal	64,475	1,176	12,993	57,159	260,649	348,563
Tableros de fibra	65,676	96,751	286,214	233,209	34,459	90,906
Molduras y zócalos	93,422	129,125	39,058	36,367	89,658	90,152
Artículos de mesa y cocina	321,499	16,198	80,354	10,211	4,344	3,490
Leña, aserrín y desperdicios	9,823	10,026	52,670	21,079	1,209	3,351
Durmientes	5,000	1,376	430	0	0	

Fuente: <http://www.sifgua.org.gt> (registros anuales)

Cuadro No. 02 Relación Exportaciones e Importaciones para Guatemala expresado en dólares.

Exportaciones			Importaciones		
	País comprador	Valor en US\$	País vendedor	Valor en US\$	
1	Estados Unidos	222,269,472	1	Chile	96,066,249
2	El Salvador	85,440,366	2	Estados Unidos	71,439,347
3	Honduras	41,754,294	3	China	55,950,912
4	México	39,080,370	4	México	38,302,634
5	Italia	30,878,422	5	Costa Rica	27,118,333
6	Costa Rica	17,669,834	6	Brasil	23,511,642
7	República Dominicana	11,666,270	7	Honduras	6,559,566
8	Nicaragua	10,319,701	8	Uruguay	5,668,093
9	India	7,742,883	9	Hong Kong	4,902,602
10	China	5,340,855	10	Colombia	4,376,455
11	Panamá	3,612,921	11	El Salvador	3,615,344
12	Canadá	3,246,932	12	Perú	3,329,564
13	Belize	2,230,329	13	España	3,075,812
14	Alemania	2,141,901	14	Nicaragua	2,618,889
15	Vietnam	1,944,995	15	Bélgica	2,326,381
16	Otros	16,672,328		Otros	25,302,706
	Total general	502,011,872		Total general	374,164,528

Fuente: <http://www.sifgua.org.gt> (datos acumulados del 2003 al 2012)

En virtud de los datos tomados del Sistema de Información Forestal de Guatemala mostrados en el cuadro No. 02 donde se muestra la relación de exportaciones e importaciones para Guatemala, se determina que el país posee condiciones apropiadas para la exportación de productos forestales, sin embargo el mercado a nivel local está bajo debido a la poca innovación de tecnología que se tiene, pero existe un mercado regional centroamericano y también oportunidades en el mercado nacional o local, que posiblemente no tienen la magnitud de las oportunidades internacionales, pero son reales, y que se podrían consolidar, en el corto plazo.

2.1.3 Segmentación de mercado de madera y leña en Guatemala

En Guatemala, el mercado presenta características diferentes de acuerdo con el producto y el grado de proceso que recibe por parte de los agentes de la cadena, en la producción y comercio de madera o leña; según Sandoval (2,009), el mercado se ve relacionado por los siguientes actores:

Productores: extraen el producto y lo venden a un agente de intermediación.

Intermediario de la madera: extrae el producto y lo transporta al centro de transformación cuando el producto es en troza, o al depósito o consumidor final cuando lo procesa directamente en el campo.

Centros de transformación: realizan la clasificación, proceso y secado del producto, obtienen madera dimensionada, trabajan por demanda interna o externa al municipio.

Carpinterías y tapicerías: adquieren la materia prima como madera dimensionada para la elaboración de muebles para el hogar.

Centros de distribución: clasifican y venden producto a un centro de transformación secundaria (carpintería o tapicería) para fabricar bienes para el hogar.

Exportador: compra o gestiona licencias para la exportación del producto.

Sin embargo, no es únicamente la explotación de madera que se le hace a los bosques del país, el mayor porcentaje de extracción de bienes del bosque lo presenta la leña, la cual sirve de mecanismo de subsistencia de muchas familias principalmente del área rural.

2.1.4 Manejo Forestal en Guatemala

De acuerdo con Escobar (1,996) el manejo forestal se entiende por el conjunto de acciones tendientes a modificar estructuralmente la composición de un bosque, natural o plantado, llevadas a cabo con el objeto de alcanzar su ordenación para una función previamente determinada. Escobar (1,996) añade, que el manejo forestal se fundamenta en tres principios básicos: la Persistencia, que no es más que la garantía de existencia del bosque bajo manejo en el espacio y el tiempo; la Rentabilidad, que implica que el bosque debe ser conducido de tal manera que proporcione sus mejores beneficios a la sociedad en términos económicos y financieros y, el Máximo Rendimiento, que implica que la sociedad, en forma constante, debe obtener del bosque la mayor cantidad posible de beneficios, sin dejar de cumplir con los primeros principios.

De acuerdo a Escobar (1,996), hasta 1,996 los bosques plantados constituían pequeñas áreas dispersas en forma atomizada en todo el territorio; y de hecho, tanto bosques naturales como bosques artificiales, en su conjunto, con dificultad alcanzaban apenas un poco más del 34% del territorio nacional contabilizado como de vocación forestal.

2.1.4.1 Planificación del manejo forestal

La planificación del manejo forestal, debe estar integrado a los instrumentos nacionales, regionales y locales de ordenamiento territorial, cuando existan, con el propósito fundamental de responder a las directrices de utilización del territorio.

La planificación, cuando proceda, debe además, responder a las consideraciones de manejo en el contexto de cuencas hidrográficas, para que cada propuesta de utilización responda a la capacidad de uso definida en la zonificación de las diferentes unidades de tierra establecidas en los planes de manejo (Nájera, Pereira, y Chapas 2,010).

Los niveles de planificación del manejo forestal se inician con las políticas nacionales, regionales y locales, los cuales deben de ser coincidentes con los planes de ordenamiento territorial y de manejo de cuencas (Nájera, Pereira, y Chapas 2,010).

En el ámbito local, la planificación general está contenida en los planes o programas de manejo y la planificación específica en los planes operativos, planes específicos de repoblación, aprovechamiento, prevención y control fitosanitario, prevención y control de incendios forestales, de monitoreo, etc. (Nájera, Pereira, y Chapas 2,010).

2.1.4.2 Sistemas de manejo forestal

La selección de un sistema de manejo en particular, se deberá fundamentar en las características específicas de cada área que se pretenda intervenir, principalmente de acuerdo con la composición y estructura del bosque.

Los principales sistemas de manejo forestal, utilizados y documentados en la ecoregión, corresponden a los siguientes:

Método mexicano de ordenación de montes -MMOM-

Método mexicano de ordenación de bosques irregulares -MMOBI-

Sistema de desarrollo silvícola -MDS-

Sistema de conservación y desarrollo silvícola -SICODESI-

Sistema MAS Bosque

Modelo Centroamericano

2.1.4.3 Régimen Silvicultural

Consiste en la secuencia completa de actividades o tratamientos, planificados en un rodal durante una rotación. Pueden distinguirse al menos cinco sub regímenes (tratamientos silvícolas), cada uno de los cuales está definido por una Prescripción Silvicultural que forma parte de un plan silvicultural coordinado, destinado a optimizar los objetivos de manejo de un bosque (Vita y Hernández 1,996).

2.1.4.5 Prescripción Silvícola

Se denomina al listado de instrucciones que determinan lo que debe hacerse y cómo debe ejecutarse. Por ejemplo, cuántos árboles raleo, qué clase de árboles extraer, qué método de raleo aplicar, etc. Su formulación está basada en factores edáficos, económicos y de manejo involucrados en un tratamiento dado y sometida a una revisión permanente debido a las variables que entran (externas e internas), que se deben

incorporar en el análisis del manejo de un área forestal. Será responsabilidad del forestal encargado de un área dada, monitorear los efectos de la Prescripción Silvícola y reportar sus observaciones; pequeñas variaciones en los resultados esperados implicarán un cambio táctico en la prescripción; si las diferencias son grandes, puede ser necesario una nueva prescripción; se requiere por tanto de un proceso permanente de retroalimentación (MAGA, PAFG, INAB & CONAP, 1999).

2.1.4.6 Cosecha Forestal

Es el procedimiento técnico aplicado a una masa forestal cuando esta ha llegado a su crecimiento máximo (Vásquez, 2001).

Según Vásquez, (2001) durante el proceso de cosecha es importante determinar el porcentaje de productos a extraer, el cual se basa en el porcentaje de volumen a extraer, como también en la tasa de conicidad de los arboles a cortar.

Los productos se dividen en cuatro categorías:

Troza

Trocillo

Leña

Otros

Pero el técnico puede clasificar los productos según la demanda actual, pudiéndose estimar de la siguiente manera:

Experiencia del técnico: el técnico puede estimar el porcentaje de los productos, directamente en el campo de los árboles que se seleccionan para extraer en el futuro.

Usando tablas de productos: es recomendable utilizar tablas de productos, como una guía que ayudará al técnico para determinar el porcentaje de productos a extraer (Vásquez, 2001).

En la corta final, la tabla de productos mide los porcentajes en la situación ideal, pero en los raleos es necesario determinar el diámetro promedio de los arboles a extraer. Si los arboles tienen muchos defectos o daños, hay que bajar el porcentaje según la

experiencia del técnico, sobre todo subestimando el porcentaje de trozas, notando siempre que la suma sea igual a 100(Vita y Hernández 1,996).

2.1.5 Incentivos forestales

La ley Forestal, en su título VII, capítulo I, artículo 71, se refiere a los Incentivos Forestales: El estado otorgará incentivos por medio del Instituto Nacional de Bosques INAB, en coordinación con el Ministerio de Finanzas Públicas, conforme esta ley, a los propietarios de tierras, incluyendo a las municipalidades, que se dediquen a proyectos de reforestación y mantenimiento en tierras de vocación forestal desprovistas de bosque, así como al manejo de bosques naturales y las agrupaciones sociales con personería jurídica, que virtud a arreglo legal, ocupan terrenos de propiedad de los municipios (Decreto 101-96).

“Estos incentivos no se aplicarán a la reforestación derivada de los compromisos contraídos según los casos indicados en esta ley. Las plantaciones derivadas de programas de incentivos forestales se conceptúan como bosques plantados voluntarios”.

El PINFOR es una herramienta de la Política Nacional Forestal a largo plazo que inició en 1997 y tiene vigencia hasta el año 2016, en el cuadro No. 03 se muestra la cantidad de proyectos que se tienen en cada modalidad de producción forestal hasta el año 2012 (INAB 2,012).

Cuadro No. 03 Proyectos inscritos en el PINFOR al año 2012.

Año	REFORESTACION		MANEJO DE BOSQUE NATURAL	
	Proyectos	Área (ha.)	Proyectos	Área (ha.)
1,998	60	1,099.18	7	485.49
1,999	199	4,296.84	5	4,565.64
2,000	244	6,583.90	26	3,489.83
2,001	293	7,628.50	66	13,036.86
2,002	407	10,297.26	42	8,888.39
2,003	404	9,055.94	29	5,891.25
2,004	415	8,303.42	29	18,710.69
2,005	368	7,188.56	59	16,360.34
2,006	405	7,976.76	694	79,590.64
2,007	466	11,168.89	64	2,882.54
2,008	483	11,288.64	260	8,879.85
2,009	430	9,263.15	413	12,511.67
2,010	331	8,170.31	286	12,954.52
2,011	217	5,443.24	494	13,538.15
2,012	167	4,577.35	415	15,501.23
Total	4,889	112,341.94	2,888	216,235.38

Fuente: www.inab.gob.gt

2.1.6 El Potencial Productivo de las Plantaciones Forestales en Guatemala

El Registro Forestal Nacional (INAB, 2,005), indica que persiste la concentración de las plantaciones en los departamentos de Alta Verapaz, Petén e Izabal, condición que ligadas a la concentración de plantaciones existentes en esas mismas regiones antes del PINFOR, determina que sean consideradas como las regiones más apropiadas para el desarrollo de polos forestales. Con la superficie adicionada desde años anteriores, las regiones de las Verapaces, Izabal y agregando a El Petén, en su conjunto albergan alrededor de un 60.27% (53,184.75 Hectáreas).

2.1.7 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 (INAB, 2,012).

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 (INAB, 2,012).

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 (INAB, 2,012).

Los modelos elaborados según INAB (2,012) responden a factores que agrupados en tres variables son:

Índice de sitio (S)

Espacio, competencia (N)

Edad (T)

2.1.8 Aspectos generales de la Especie

2.1.8.1 Género Pinus

La mayoría de masas de pinos se encuentran localizadas, de acuerdo a la zonificación de ecológica de Holdridge, en la faja montano tropical, conocida como de altitud media, que se localiza entre los 1,000 a 4,000 msnm. Abarcando unos 21,000 km², aproximadamente todo el altiplano de Guatemala, con buenos suelos, clima agradable (De la Cruz, 1982).

2.1.8.2 Distribución de la especie

De acuerdo con Dvorak et.al., (2,000), Esta especie se distribuye desde Sinaloa (México), Guatemala, Honduras, El Salvador y norte de Nicaragua. Se ha establecido en una amplia gama de microclimas y de ambientes. En América Central, los rangos de

elevación oscilan entre 600 y 2400 msnm, aunque es común observarlos de 1100 a 1800. Después de (*Pinus oocarpa*) es el pino más común de Centro América.

2.1.8.3 Características y propiedades de la madera

La madera de la especie *Pinus maximinoi*, no presenta diferencia entre albura y duramen; la madera es de color amarillo cremoso y de color ligeramente perceptible, no presenta ningún sabor. El hilo es típicamente recto, la textura fina, brillo alto y vetado suave. La gravedad específica es 0.41 gr/cm³ (es decir moderadamente liviana). Su estabilidad dimensional y contracciones son comparables con (*Pinus pseudostrobus* L.) (Benítez, 1988).

III. ANTECEDENTES RELACIONADOS A LA INVESTIGACIÓN

Salazar (2,012), realizó una Determinación de la oferta de madera proveniente de plantaciones de *Pinus oocarpa* Schiede, establecidas a través del programa de Incentivos Forestales –PINFOR- , en el departamento de Baja Verapaz, donde se detallan los siguientes resultados:

De acuerdo a los datos obtenidos de las parcelas permanentes de monitoreo y datos oficiales de las plantaciones establecidas a través del Programa de Incentivos Forestales PINFOR del INAB, Salazar (2,012), determinó que el total de proyectos establecidos entre el año 1998 y el año 2003 que cuentan con datos confiables de volumen es de 35 proyectos, que en conjunto hacen un volumen total de 17,507.71 m³ cuantificados para el año 2008.

En este caso especificó que para el departamento de Baja Verapaz para la especie *Pinus oocarpa* se establece que los sitios “Altos” son aquellos que alcanzan alturas dominantes mayores a 10.54 metros; sitios “Medios” aquellos que alcanzan entre 10.53 y 6.60 metros y los sitios “Bajos”, aquellos sitios en los cuales el pino no sobrepasa los 6.59 metros de altura promedio (Salazar, 2,012).

Consorcio Chemonics International BIOFOR (2004), realizó un Análisis de Oferta y Demanda de Productos Forestales de las Concesiones Comunitarias del Peten, en la cual se hace referencia a lo siguiente:

La oferta de madera, en términos de especies y volúmenes está bien entendida especialmente con la recién elaboración de los informes quinquenales. Los mercados son enormes y el reto para FORESCOM es de identificar los nichos en las cuales las comunidades tengan una ventaja comparativa. Existen varias ideas sobre cuales áreas serían lo más oportunos para mercados nacionales e internacionales. La caoba sigue siendo el enfoque principal de las EFC's y representa aproximadamente 80% de los volúmenes vendidos y 90% de los ingresos (Consorcio Chemonics International BIOFOR, 2004)

Mollinedo (2,005), realizó un estudio de la Determinación de la Oferta Maderable Proveniente de 04 Especies Prioritarias de Plantaciones Forestales, con fines de exportación y con énfasis en la región de las Verapaces; en la cual hace referencia a lo siguiente:

El potencial productivo de las plantaciones forestales en Guatemala hasta ahora y para el caso de los proyectos en PINFOR, lo tienen el grupo de los Pinos, ya que demuestra tener rangos en incrementos promedios para clases medias altas, desde 3.11 hasta 12.70 m³/ha/año, mientras que la representante de las latifoliadas en este caso la Teca, tiene un rango de entre 6.23 hasta 29.05 m³/ha/año (Mollinedo 2,005).

A nivel de la Región II, Mollinedo (2,005), indica que la prioriza en primer lugar a *Pinus maximinoi* con 5,324.54 hectáreas (40 % del total), en seguida *Pinus oocarpa* con 2,380.17 hectáreas (17 %), luego *Tectona grandis* L.f. con 2,107.77 hectáreas (16 %), y *Pinus caribaea* con 1,872.14 hectáreas (14 %).

IV. PLATEAMIENTO DEL PROBLEMA

4.1 DEFINICION DEL PROBLEMA

Guatemala, cuenta con aproximadamente 4.04 millones de hectáreas de bosques de coníferas, latifoliados y mixtos, los cuales abarcan el 37.2% del territorio nacional y se estima que solo existen 191 mil hectáreas de plantaciones distribuidas en diversas especies, entre las que predominan el pino, la melina y la teca, de las que se tiene un monitoreo constante de alrededor de 90,000, pertenecientes al Programa de incentivos forestales PINFOR (Zamora, 2,010).

La oferta volumétrica de pino, agrupada en *Pinus maximinoi*, *Oocarpa* y *caribaea*, se basa en los supuestos de 20 años edad de corta, tres raleos (6, 10 y 15 años), un stock final de 350 individuos y cuatro categorías de crecimiento. Asumiendo una distribución normal en las áreas de crecimiento, se obtiene que el 70% de las plantaciones tuvieran un crecimiento medio entre 10 y 15m³/ha/año (Zamora, 2,010). En el mismo contexto INAB (2,005) determina que el flujo de la oferta maderera de pino, provenientes de PINFOR, está íntimamente ligado al área plantada anualmente la cual, en los últimos años, ha ido decreciendo. La proyección en lo plantado hasta hoy aseguraría un pick de oferta volumétrico, en el año 2022, de 800,000 m³ con un manejo forestal adecuado.

En base a estos antecedentes, los asociados de la cooperativa se manifiestan interesados en conocer a través de un estudio detallado el volumen total de madera en pie con la que cuenta cada uno de sus proyectos forestales, así como también los riesgos que conllevan el manejo inadecuado que últimamente se ha realizado en los proyectos, el Instituto Nacional de Bosques –INAB- mantiene un monitoreo constante en las parcelas permanentes que tienen establecidas, pero los asociados no tienen acceso a esa información, teniendo que apoyarse de otros mecanismo para obtener la información.

Algunos de los temores más grandes de los asociados es que la modernización de la producción forestal está ligada a la actualización de los procesos industriales de

aprovechamiento de la madera. Por ello, la capacidad competitiva del sector forestal se incrementará en la medida que su industria también lo haga, la estrategia a seguir para éste rubro será la integración bosque-industria-mercado(MAGA, PAFG, INAB y CONAP.1,999). Por ello buscan incluir su producto forestal en un proceso que demande seguir manejando de forma ordenada el bosque.

Actualmente se cuenta con 160 hectáreas de bosque de plantación, y sabiendo que el mayor porcentaje de área plantada de acuerdo a Zamora (2,010) corresponde a *Pinus maximinoi* (17,391ha) , esto debiera ser explotado en términos de investigación, ya que al contar con diferentes edades, sitios de crecimiento, manejo aplicado, etc. se obtendría información local muy valiosa enfocada para mejorar tanto los crecimientos como la obtención de materia prima de mayor calidad, los resultado de esta investigación serán de mucha utilidad para que la cooperativa oferte sus productos a nivel local y nacional.

4.2 JUSTIFICACION DEL TRABAJO

Dentro de la Política Forestal Nacional de Guatemala, una de las áreas de acción clave es la promoción de silvicultura de plantaciones. Según la propuesta de Política el país dispone entre 37,000 km² de tierras de aptitud preferentemente forestal, que actualmente no poseen cobertura forestal, encontrándose en distintos grados de deterioro en términos de procesos erosivos. Adicionalmente, por diferentes causas no representan para sus propietarios una alternativa económico-productiva, excepto donde se utilizan para la agricultura de subsistencia (MAGA, PAFG, INAB & CONAP, 1999).

Para obtener la oferta disponible de madera, es necesario disponer del área plantada por edad, lo que facilita la realización de proyecciones para el futuro abastecimiento de madera para la toma de decisiones; esto facilito que durante la realización de este estudio, se determinara el volumen por proyecto y total que tiene la cooperativa, disponiendo de calidades optimas para la oferta del producto en las distintas industrias de la región y a nivel nacional.

Necesariamente a la hora de invertir, los propietarios de las industrias lo que buscan es la garantía del producto, esto porque ellos también tienen competencia en su rama, los productos de buena calidad son los más demandados, y en base a este contexto la cooperativa se vio afectada al desconocer cuál es el potencial forestal en términos volumétricos que poseen y como lo pueden distribuir para la oferta maderable.

Con la información generada en esta investigación, la cooperativa y sus asociados tienen información detallada de la oferta maderable actual y futura, que a su vez es una herramienta que les permitirá tomar decisiones relacionadas al capital humano necesario para el manejo forestal de cada proyecto, las intervenciones convenientes para cada proyecto, y lo más importante los aspectos de calidad para satisfacer la demanda de la industria forestal. Con toda esta información disponible, la cooperativa lograra un mayor éxito, pero deberá considerar al bosque como una unidad que genera recurso económico a corto, mediano y largo plazo.

V. OBJETIVOS

5.1 GENERAL

Determinar la oferta de productos forestales en plantaciones de Pino Candelillo (*Pinus maximinoi* H. E. Moore), en la Cooperativa Agrícola Integral Chirrepec, R.L Cobán, Alta Verapaz.

5.2 ESPECIFICOS

Cuantificar el volumen total de cada uno de los proyectos establecidos en la cooperativa.

Definir los esquemas de manejo de las plantaciones forestales en cada año de establecimiento.

Evaluar la calidad y el tipo de producto por cada intervención que se programe, en cada año de establecimiento de las plantaciones forestales.

Proyectar la oferta maderable por calidad y tipo de producto, para cada año de establecimiento de plantaciones forestales.

VI. METODOLOGÍA

6.1 Localización del trabajo

El trabajo de investigación se realizó en la Cooperativa Agrícola Integral “Chirrepec”, R.L. localizada en el Kilómetro 16.5 ruta Cobán-Chamelco.

6.2 Sujeto y/o unidades de análisis

Bosque de plantación de la especie Pino Candelillo (*Pinus maximinoi*) de los proyectos establecidos en los periodos 1997-1999 y 2001-2004.

6.3 Área de intervención: 139.840 hectáreas

6.4 Tipo de investigación: El objetivo de la investigación descriptiva consiste en llegar a conocer las situaciones, costumbres y actitudes predominantes a través de la descripción exacta de las actividades, objetos, procesos y personas.

6.5 Instrumento

Cinta métrica

Cinta diamétrica

Clinómetro

Brújula

GPS

Machete

Material cartográfico

Comité forestal

6.6 Procedimiento

6.6.1 Revisión de literatura

Se procedió a revisar documentos de estudios realizados sobre oferta de madera, proyección de volumen, modelos de crecimiento para la especie, específicamente para la región, otras regiones del país y fuera del país.

6.6.2 Diagnóstico

Esta fase se dedicó básicamente a la obtención de información que posee la Cooperativa Agrícola Integral Chirrepec, R.L. sobre los planes de manejo realizados en cada uno de los proyectos, registros de la dinámica de crecimiento de las parcelas establecidas y monitoreadas por el Instituto Nacional de Bosques -INAB-, así como mapas de los proyectos forestales.

6.6.3 Cuantificación del volumen por cada proyecto establecido

6.6.3.1 Planificación del inventario forestal

El inventario es el procedimiento de cuantificación y calificación de la masa forestal, que permite obtener información suficiente para determinar el mejor tratamiento que se debe dar al bosque (Orozco y Brumér, 2,002).

El inventario se planificó en base a los mapas de rodales de cada uno de los proyectos establecidos en la cooperativa, se elaboró una boleta de campo que permitió recopilar los datos de las variables dasométricas evaluadas. (Anexo 1 Boleta de inventario forestal)

6.6.3.2 Tipo de inventario: muestreo; son los datos obtenidos únicamente de una porción de la masa forestal, la cual se considera representativa. Esto se consideró en base a la homogeneidad de las plantaciones forestales de cada proyecto establecido.

6.6.3.3 Tipo de muestro: estratificado con distribución aleatoria.

6.6.3.4 Estratificación forestal por clase de desarrollo: constituye un proceso de división natural del bosque, en el cual el criterio de división es la edad, mediante la identificación de clases naturales de edad o desarrollo PROCAFOR (2,001).

Para edad de rotación entre 20 y 30 años se tiene el siguiente cuadro:

Cuadro No.04 División de los estratos forestales según el desarrollo de las masas.

Clase de desarrollo	Rango de edad (años)
C0 + C1 Regeneración	1-6
C2 Jóvenes	7-15
C3 Medianos	15-24
C4 Maduros	25-30
C5 + C6 Tratados y de baja productividad	>30

Fuente: PROCAFOR (2,001)

6.6.3.5 Tamaño de la población: la muestra se definió con la fórmula siguiente

$$N = \frac{\text{area total m}^2}{\text{tamaño de la parcela m}^2}$$

6.6.3.6 Intensidad de muestreo: se utilizó 2.5% de acuerdo a recomendaciones establecidas para plantaciones forestales por FAO (2,008).

6.6.3.7 Tamaño de la muestra: se elaboraron 73 parcelas.

6.6.3.8 Tipo de parcelas: tamaño fijo

6.6.3.9 Forma y Tamaño de las parcelas: se realizaron circulares con un área de 500m², y un radio de 12.62 m.

6.6.3.10 Elaboración de plantilla con parcelas de muestreo: esta plantilla permitió determinar el número de parcelas totales que ingresaron en cada uno de los proyectos establecidos.

6.6.3.11 Elaboración de mapa con parcelas de muestreo por cada estrato: se construyó un mapa de cada proyecto con la ubicación de las parcelas muestreadas, tomando como referencia el polígono y la distribución de rodales que tiene la cooperativa (Anexo 2 mapas de ubicación de proyectos).

6.6.3.12 Organización del personal de campo: con el apoyo de una planilla de personal se distribuyeron las áreas de trabajo para cada grupo, los mapas fueron asignados según los proyectos establecidos y la ubicación de parcelas.

6.6.3.13 Ubicación de parcelas: se ubicaron con el apoyo de un GPS (Sistema de Posicionamiento Global), y en base a los mapas de parcelas que se realizaron.

6.6.3.14 Delimitación de las parcelas: se delimitaron con una pita que tenía 12.62 metros de longitud, dejando una estaca en el centro para contabilizar los árboles que ingresaron.

6.6.3.15 Medición de variables

De acuerdo con Orozco y Brumér, (2,002) las variables a medir en un inventario son:

Diámetro: se midió a la altura de 1.30metros desde la base del árbol.

Altura: se midió una altura total de cada individuo y únicamente se midió el 10% del total de individuos en cada muestra (parcela).

Estado fitosanitario: esto se evaluó a través de la observación considerando los códigos de: (s) Sano, (e) Enfermo y (p) Plagado.

Forma: la forma de los árboles se determinó a través de las calidades: (r) Recto, (t) Tocido, (b) Bifurcado.

Posición de los arboles: se determinó según el dosel de cada individuo (d) Dominante, (c) Codominante y (s) Suprimido.

6.6.3.16 Marcación de los arboles: los arboles no fueron marcados, puesto que el inventario no constituye una base de datos para tratamiento próximos, es únicamente con fines de investigación.

6.6.3.17 Base de datos en hoja de cálculo de Excel: los datos tomados en campo se trasladaron a una base de datos, ordenados por proyecto.

6.6.3.18 Estimación de alturas: para la estimación de las alturas se utilizó una ecuación de regresión lineal obteniéndola a partir de la siguiente fórmula:

$$Y = a + bx$$

Donde:

Y: variable independiente

X: variable dependiente

$$b = \frac{\sum xy - \frac{(\sum x)(\sum y)}{n}}{\sum x^2 - \frac{(\sum x)^2}{n}}$$

$$a = \frac{(\sum y)}{n} - b \frac{(\sum x)}{n}$$

6.6.3.19 Estimación de volumen: el volumen se estimó a partir de la fórmula

$$Vol. m^3 = AB * h * f.f$$

Dónde:

Área basal $AB = (dap m)^2 * 0.7854$

H= altura total

f.f= factor de forma

El factor de forma utilizado fue de 0.45 debido a que este es el recomendado para plantaciones forestales.

6.6.3.20 Análisis estadístico para muestreo estratificado: para determinar si el error de muestreo se encuentra dentro de lo permitido (coníferas 15% y latifoliadas 20%) se realizó el análisis estadístico utilizando las siguientes formulas:

a) Media aritmética de volumen: se considera la mejor medida para caracterizar la posición de las observaciones, y se define como la suma de todas las observaciones de la población, dividida el tamaño de la población.

$$X_{estrato} = \sum \frac{(N_i * X_i)}{N}$$

b) Desviación estándar: es la raíz cuadrada de la desviación.

$$Pse = \sqrt{\sum (P_i * S_i^2)}$$

c) Varianza: es la suma de los cuadrados de las diferencias de los valores de las observaciones y su media aritmética poblacional, lo cual luego se divide entre el número de observaciones en la muestra menos uno.

$$Sx_{estrato} = \sqrt{\sum (P_i * S_i^2)}$$

d) Coeficiente de variación: sirve para comparar la variación entre diferentes conjuntos de poblaciones. Se expresa en porcentaje y se calcula dividiendo la desviación estándar entre la media aritmética y luego se multiplica por 100.

$$C.V\% = \left(\frac{Pse}{X_{estrato}} \right) * 100$$

e) Error estándar: mide el desvío de las observaciones individuales con respecto a la media poblacional.

f) Valor t: este valor se usara a una alfa de 0.05 (nivel de confianza del 95%)

g) Error de muestreo absoluto:

$$EM = Sx_{estrato} * T(\alpha/2; n - m)$$

h) Error de muestro relativo:

$$EM\% = \left(\frac{EM}{X}\right) * 100$$

i) Límites de confianza

$$Límites = X \text{ estrato } +/- EM$$

6.6.4 Definición de los esquemas de manejo para las plantaciones forestales de cada proyecto establecido

6.6.4.1 Estimación de modelo de Curvas de Índice de Sitio: para determinar la calidad de sitio en la que se encuentra cada proyecto de la cooperativa, se consideraron los datos obtenidos en la región II presentados en el Manual de Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Pino Candelillo INAB (2,012), los datos de referencia son:

Cuadro No. 05 Sitios establecidos para la especie *Pinus maximinoi* de la Región II Las Verapaces e Ixcán

Sitio	Región
Pésimo	6.5
Malo	10.2
Medio	14.0
Bueno	18.5
Excelente	23.0

Fuente: INAB (2,012)

Posterior a ello mediante la ecuación en el manual de INAB (2,012) utilizó el siguiente modelo:

$$\ln I_s = \ln H_m + 5.569827 * (1/edad - 1/edadbase)$$

Donde:

LnIs= Logaritmo natural del índice de sitio

LnHm= Logaritmo natural de la altura máxima

Edad= edad del proyecto

Edad base= edad base del modelo (10 años)

Con los datos obtenidos de Índice de Sitio de cada proyecto, se definió mediante una gráfica los esquemas de manejo para el modelo de prescripción,

6.6.4.2 Proyección del volumen: utilizado en manual donde se encuentran las familias de modelos de crecimiento para la especie de *Pinus maximinoi* en la Región II Las Verapaces e Ixcán, se proyectó el volumen de cada proyecto utilizando los siguientes modelos:

Cuadro No. 06 Familia de modelos de crecimiento para *Pinus maximinoi*.

Modelo de Crecimiento (Ecuación)	
Variable	
Diámetro (cm)	$EXP(2.87125-5.419272/T+0.047052*S+0.000215*N)$
Altura Total (m)	$EXP(\ln(S)-5.569827*(1/T-0.1))$
Área Basal (m²/ha)	$EXP(1.751452-10.981594/T+0.09*S+0.000988*N)$
Volumen total (m³/ha)	$0.277828*H^{1.110684}*G^{1.004235}$

Fuente: INAB (2,012)

6.6.4.3 Modelo de la prescripción silvícola: la prescripción silvícola para cada proyecto se definió en función de la densidad inicial al momento de elaborar el inventario y la densidad proyectada al final de la corta, los ciclos de corta que maneja la cooperativa son de 20 años. La corta final siempre espera que al menos exista una densidad de 250 árboles/ha.

6.6.5 Evaluación de la calidad y tipo de producto por cada intervención programada en los proyectos establecidos.

6.6.5.1 determinación de calidad de producto según la forma, la posición y la sanidad: en base a los datos recopilados en campo del estado fitosanitaria, la forma y posición de los individuos evaluados, se procedió a definir los porcentajes establecidos para cada aspecto, según el código asignado.

6.6.5.2 Elaboración de tabla de productos: en base al volumen proyectado al final de la corta total, se consideró el diámetro medio y la altura media a esa edad, para definir los porcentajes de troza, trocillo y leña que se obtendrán en cada proyecto establecido; para ello se utilizaron las tablas de productos generadas por Girón (1,998) para la especie *Pinus maximinoi* en la región II. (Anexo. 3 Tablas de productos).

6.6.6 Proyección y evaluación de la oferta de madera

6.6.6.1 Evaluación de la oferta: teniendo el volumen total en metros cúbicos por producto al final de la corta, se definió la oferta de madera que cada proyecto establecido generará en cada una de las intervenciones que se programaron en los esquemas de manejo. Asimismo se estableció la oferta por año a partir del 2016 hasta el 2025 que se considera estará disponible en cada año.

VII. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

7.1 Cuantificación del volumen total

Para estimar las alturas de los árboles (variable dependiente) y determinar el volumen total obtenido por proyecto, en la gráfica No. 03 se muestra un modelo de Regresión Lineal Simple, que permitió conocer la dispersión de los datos tomados en campo, y obtener la ecuación $H = 0.8471 + 0.631 (dap)$. Asimismo para determinar la relación existente entre la variable independiente y la dependiente se realizó el análisis de correlación (R^2) el cual dio un valor de 0.8625 lo que indica que la relación entre una variable y otra es del 86%.

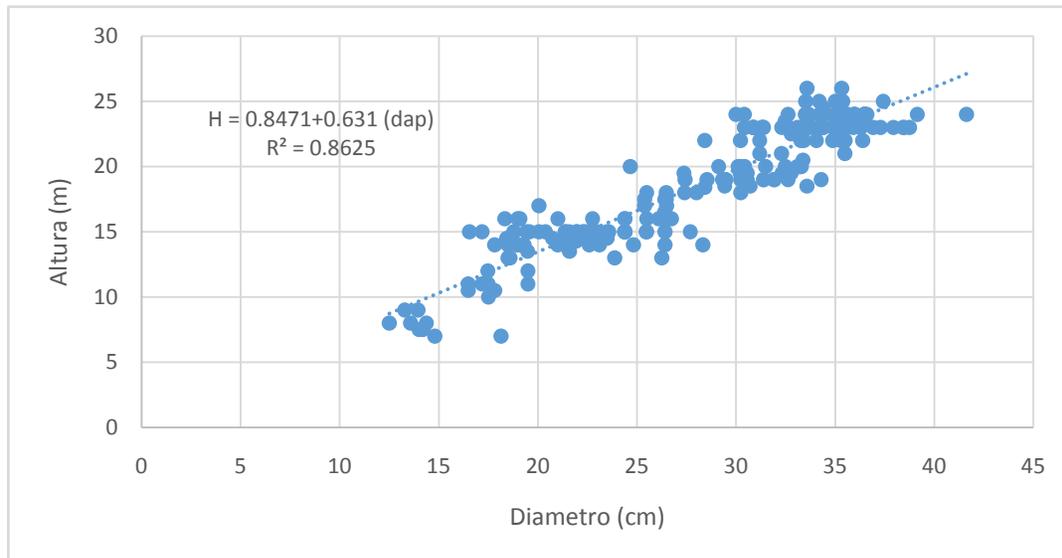


Figura No. 03 Análisis de regresión lineal simple para la estimación de alturas de los árboles muestreados en el inventario forestal.

En el cuadro No. 07 se presentan los resultados del análisis estadístico con un diseño experimental estratificado que responde a los proyectos evaluados de las plantaciones de *Pinus maximinoi* de la cooperativa.

Cuadro No. 07 Resumen del análisis estadístico elaborado para el inventario forestal

Estrato	Área	Ni	ni	Pi	Xi	Si	Sxi	Pi*Xi	Pi*Si	Pi²*Sxi²
1	41.79	836	21	0.29	98.76	22.09	4.70	29.51	6.60	1.97
2	38.53	771	20	0.27	111.84	39.72	8.65	30.81	10.94	5.68
3	4.99	100	3	0.03	57.74	8.51	4.76	2.06	0.30	0.02
4	21.06	421	11	0.15	44.12	11.26	3.30	6.64	1.69	0.24
5	14.43	289	8	0.10	32.56	9.04	3.11	3.36	0.93	0.10
6	13.46	269	7	0.09	29.95	7.71	2.84	2.88	0.74	0.07
7	5.55	111	3	0.04	25.22	3.15	1.77	1.00	0.12	0.00
		2797	73	1.00	400.22	101.52	29.15	76.29	21.35	8.116

Fuete: Elaboración propia

En el cuadro No. 08 se resumen los resultados obtenidos del análisis estadístico, permitiendo de esta manera conocer los valores totales de la media por estrato, la desviación estándar, el coeficiente de variación, el error de muestreo y los límites de confianza.

Cuadro No. 08 Resultados del análisis estadístico

Variable	Valor
X estrato	99.39 m ³ /ha
Pse	20.43 m ³ /ha
C.V.%	20.56 %
Sx estrato	2.78
EM	4.64
Valor de t	1.66
EM%	4.67 %
LS	104.04 m ³ /ha
LI	94.75 m ³ /ha

Fuete: Elaboración propia

Los resultados del cuadro anterior determinan una media de 99.39 m³/ha y un error de muestreo de 4.67%. Este error se encuentra dentro de los parámetros establecidos (coníferas 15% y latifoliadas 20%). Lo que permite inferir en que los datos en campo

representan menos del 15% del error. Para el caso del Coeficiente de Variación nótese que el resultado es del 20.56% en relación a la media por estrato.

La cuantificación del volumen de cada uno de los proyectos establecidos en la cooperativa se realizó en base a las variables dasométricas medidas en campo en fase del inventario forestal, donde se observaron los siguientes resultados detallados en el cuadro No. 09.

Cuadro No. 09 Volumen total disponible para la especie *Pinus maximinoi* en la cooperativa.

Proyecto	Arb/ha	Área (ha)	Vol. M³/ha	Vol. m³ Total/proyecto
1997	133	41.790	125.93	5,262.95
1998	163	38.531	122.02	4,701.60
1999	140	4.992	79.25	395.64
2001	210	21.069	67.40	1,420.25
2002	295	14.435	64.76	934.81
2003	348	13.467	63.06	849.31
2004	454	5.556	60.33	335.26
Total				13,899.84

Fuete: Elaboración propia

La disponibilidad total de madera en pie para la cooperativa, cuantificada para el presente año, según la sistematización de los datos tomados de los proyectos establecidos en los año 1997 al 1999 y 2001 al 2004, es de 13,899.849 metros cúbicos.

Los proyectos que mayor volumen representan son el proyecto 1997 con 5,262.951 m³, proyecto 1998 con 4,701.605 m³ y el proyecto 2001 con un volumen de 1,420.251 m³; sin embargo la representación mayoritaria de volumen en estos proyectos es debido a que las áreas representan la extensión más grande de toda la población.

Los proyectos 1999, 2002, 2003 y 2004 son los proyectos que representan la minoría de la población forestal en extensión, por lo tanto el volumen también disminuye,

teniendo para el proyecto 1999 395.640 m³, para el 2002 934.814m³, para el proyecto 2003 849.319m³ y para el 2004 un total de 335.268m³.

En cuanto a la densidad por área, según los datos tomados en campo, se tiene que de acuerdo a los tratamientos aplicados a cada proyecto, la densidad se comporta de manera homogénea, esto significa que los proyectos con bosque maduro tienen menos densidad que los proyectos jóvenes. Para este caso se considera que los tratamientos aplicados fueron planificados de acuerdo a la dinámica de crecimiento de las plantaciones.

Sin embargo es importante explicar que: al proyecto 1997 se aplicaron 3 raleos, el primero con una intensidad del 33%, el segundo con una intensidad del 30% y el último con una intensidad del 40%; esto se menciona debido a que este proyecto tiene un bosque maduro, y el siguiente tratamiento a aplicarle es una corta total, sin embargo para una corta total se estima dejar al menos de 200 a 250 árboles por hectárea, y este tiene 133 árboles por hectárea para la corta total. El proyecto 1998 y 1999 también consideran las mismas condiciones del proyecto 1997, 3 raleos a intensidades del 33%, 30% y 40%. En el caso de los proyectos 2001, 2002, 2003 y 2004 solo se les ha aplicado un raleo.

Los proyectos establecidos en la cooperativa se encuentran inscritos al Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-, por lo que cada uno de los esquemas de manejo y la aplicación de los tratamientos ha sido basado en la planificación realizada al inicio de plantación forestal.

7.2 Esquemas de manejo definidos para cada proyecto establecido

En base a los modelos generados por INAB (2,012) definidos en el Manual de Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Pino Candelillo para la región II, en el cuadro No. 10 se definieron los valores de Índice de sitio para cada uno de los proyectos forestales establecidos en la cooperativa, utilizando el siguiente modelo:

$$\ln I_s = \ln H_m + 5.569827 * (1/\text{edad} - 1/\text{edad base})$$

Donde:

$\ln I_s$ = Logaritmo natural del índice de sitio

$\ln H_m$ = Logaritmo natural de la altura máxima

Edad = edad del proyecto

Edad base = edad base del modelo (10 años)

Cuadro No. 10 Valores de Índice de Sitio para cada proyecto.

Valores Región II ¹	1997	1998	1999	2001	2002	2003	2004
Pésimo < 8.35							
Malo 8.35 - 12.10							11.6
Medio 12.10 - 16.25			15.69	14.15	12.75	12.64	
Bueno 16.25 - 20.75	17.80	16.47					
Excelente > 20.75							

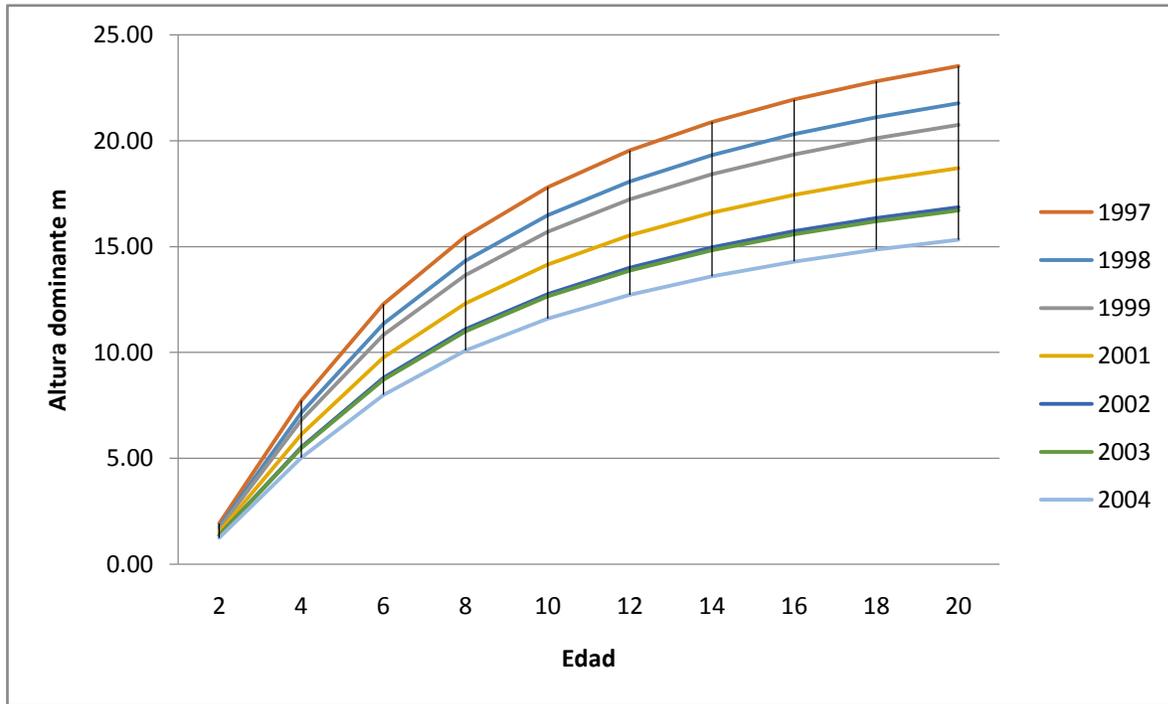
Fuente: Elaboración propia

¹ Los valores de Índice de Sitio fueron tomadas del documento de Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Pino Candelillo del INAB.

El 57.1% de los proyectos están ubicados en un índice de sitio con calidad media, el 28.57% se encuentran en un sitio con calidad Buena, y el 14.28% se encuentran en un sitio con calidad mala; nótese que los proyectos con calidad buena ocupan un área de 80.321 hectáreas, los proyectos con calidad de sitio media ocupan un área total de 53.963 hectáreas, y los proyectos con calidad de sitio mala ocupan 5.5569 hectáreas. Esta información genera un total de 7 proyectos evaluados en 139.8409 hectáreas de plantación forestal.

La información generada en el cuadro de valores de índice de sitio también permite conocer cómo se encuentra la dinámica de crecimiento de los proyectos establecidos en la cooperativa, y para el caso de los proyectos 2001, 2002, 2003 y 2004 aún se esperan aumentar las calidades debido a que se le aplicaran tratamientos silvícolas que apoyen su crecimiento.

En la gráfica No. 04 se observan las curvas de crecimiento según los valores de Índice de sitio para cada proyecto establecido en la cooperativa.



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 04 Familia de curvas de sitio por proyecto establecido en la cooperativa.

La gráfica resume los datos obtenidos en la familia de curvas de sitio para los proyectos establecidos en la cooperativa, nótese que el proyecto establecido en el año 1997 es el que alcanza la altura máxima y el proyecto establecido en el año 2004 alcanza la altura mínima de crecimiento.

La relación se realizó mediante la altura dominante de los 100 árboles mejores de cada proyecto establecido y la edad, la ecuación para desarrollar el modelo fue tomada del manual de Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Pino Candelillo.

En base a la proyección del volumen total en metros cúbicos realizada para cada plantación forestal de los 7 proyectos de *Pinus maximinoi* establecidos en la

cooperativa, se planificaron las actividades silvícolas acordes a las condiciones de cada uno; para estimar la proyección de las variables dasométricas se utilizaron las siguientes ecuaciones:

Diámetro (cm)	$EXP(2.87125-5.419272/T+0.047052*S+0.000215*N)$
Altura Total (m)	$EXP(\ln(S)-5.569827*(1/T-0.1))$
Área Basal (m^2/ha)	$EXP(1.751452-10.981594/T+0.09*S+0.000988*N)$
Volumen total (m^3/ha)	$0.277828*H^{1.110684}*G^{1.004235}$

Donde:

T= edad en años

N= arboles/ha

H= altura dominante (m)

G= área basal (m^2/ha)

En el cuadro No. 11 se describen las actividades programadas para el proyecto establecido en el año 1,997, el cual tiene 17 años.

Cuadro No. 11 Detalle de actividades silvícolas del proyecto de *Pinus maximinoi* establecido en el año 1997.

Edad	D (cm)	H (m)	No. Arboles/ha	G (m^2/ha)	Vol. (m^3/ha)	Vol. Total (m^3)	Prescripción	Año
17	28.842	22.400	133	17.111	152.04			
18	29.362	22.811	132	17.724	160.73			
19	29.835	23.186	132	18.291	168.92			
20	30.268	23.528	131	18.815	176.63	7381.59	Corta final	2017

Fuete: Elaboración propia

En base a la evaluación realizada para los datos del proyecto 1997, se consideró que al mismo debe de aplicársele una prescripción silvícola de corta total, puesto que para un ciclo de corta a 20 años, se deben de considerar al menos de 200 a 250 árboles por

hectárea, y según la proyección realizada este proyecto tendrá 131 árboles por hectárea con un volumen total de corta de 7381.59m³. Es preciso mencionar que la densidad actual del proyecto es de 133 árboles por hectárea, y se le aplicó un porcentaje de mortalidad del 0.5%, quedando entonces 131 árboles al final de la corta.

Cuadro No. 12 Detalle de actividades silvícolas del proyecto de *Pinus maximinoi* establecido en el año 1998.

Edad	D (cm)	H (m)	No. Árboles /ha	G (m ² /ha)	Vol. (m ³ /ha)	Volumen total (m ³)	Prescripción	Año
16	26.38	20.30	163	15.01	119.50			
17	26.91	20.72	162	15.61	127.20			
18	27.40	21.10	161	16.17	134.45			
19	27.84	21.44	161	16.68	141.28			
20	28.24	21.76	160	17.16	147.71	5691.67	Corta final	2018

Fuente: Elaboración propia

La evaluación realizada de los datos del proyecto 1998, indican que al final de la edad de rotación se contempla un total de 160 árboles por hectárea y un volumen total de 5691.678m³, por lo que en base a la información de ello, se procedió a determinar que el tratamiento aplicado en la prescripción silvícola es Corta Total, esta información está descrita en el cuadro No. 12. Asimismo la proyección de las variables dasométricas se evaluó de acuerdo a las ecuaciones definidas para la región II sobre Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales.

Cuadro No. 13 Detalle de actividades silvícolas del proyecto de *Pinus maximinoi* establecido en el año 1,999.

Edad	D (cm)	H (m)	No. Arboles/ha	G (m ² /ha)	Vol. (m ³ /ha)	Volumen total (m ³)	Prescripción	Año
15	24.990	18.900	140	13.072	96.068			
16	25.564	19.344	139	13.674	103.140			
17	26.083	19.744	139	14.228	109.802			
18	26.553	20.107	138	14.737	116.077			
19	26.981	20.437	137	15.208	121.985			
20	27.372	20.739	137	15.643	127.552	636.7381	Corta final	2,019

Fuete: Elaboración propia

En la evaluación de los datos del proyecto 1999 presentadas en el cuadro No. 13, indica que para el final de la corta total la plantación tendrá un total de 137 árboles por hectárea y un volumen de 636.7381m³, por lo tanto en base a estos datos, la prescripción silvícola que se le aplicara es una corta total, es importante mencionar que a este proyecto se le aplicaron ya 3 raleos, sin embargo el periodo de tiempo que se dejó entre cada uno fue en función de la dinámica de crecimiento que tuvo la masa forestal, y el ultimo raleo se aplicó el año 2,012.

La densidad de los 3 proyectos anteriores es baja en función de lo ideal, debido a que como se mencionó anteriormente se les ha aplicado 3 raleos con porcentajes de intensidad altos, pero según información proporcionada por miembros del comité forestal y técnicos de la cooperativa esto se realizó en debido a que el desarrollo de los individuos presentes en la plantación era atractivo comercialmente y decidieron aprovechar lo necesario en las intervenciones realizadas.

Cuadro No. 14 Detalle de actividades silvícolas del proyecto de *Pinus maximinoi* establecido en el año 2,001.

Edad	D (cm)	H (m)	No. Arboles /ha	G (m ² /ha)	Vol. (m ³ /ha)	Volumen total	Prescripción	Año
13	21.659	16.100	210	10.896	66.965			
14	22.318	16.600	209	11.562	73.532			
15	22.907	17.047	208	12.170	79.730	1679.841	Raleo (30%) Vol. 503.944m ³	2,016
16	23.744	17.447	146	11.984	80.556			
17	24.225	17.808	145	12.469	85.757			
18	24.662	18.135	145	12.915	90.655			
19	25.060	18.433	144	13.327	95.266			
20	25.424	18.705	143	13.708	99.610	2098.682	Corta final	2,021

Fuete: Elaboración propia

Para el caso de los datos del proyecto 2,001, definidos el cuadro No. 14 según el análisis realizado, se ha contemplado la aplicación de la prescripción mediante los siguientes tratamientos: raleo a una intensidad del 30% lo que equivale a 63 árboles por hectárea y un volumen total de 503.944m³ en el año 2016, en este año la plantación tendría una edad de 15 años, por lo que según los antecedentes que posee la cooperativa en relación a los tratamientos aplicados a los proyectos forestales es la edad precisa para aplicar un tercer raleo y dejar un total de 143 árboles por hectárea para la corta total, la cual se estará aplicando en el año 2,021. La cooperativa estaría obteniendo al final de la corta final un volumen de 99.610m³ por hectárea y un total de 2098.682 m³

Cuadro No. 15 Detalle de actividades silvícolas del proyecto de *Pinus maximinoi* establecido en el año 2,002.

Edad	D (cm)	H (m)	No. Arboles/ha	G (m ² /ha)	Vol. (m ³ /ha)	Volumen total (m3)	Prescripción	Año
12	19.23	14.000	295	9.738	51.220			
13	19.91	14.509	294	10.433	57.112			
14	20.52	14.960	292	11.066	62.686			
15	21.06	15.362	291	11.644	67.942	980.749	Raleo (30%) Vol. 294.224m3	2,017
16	21.96	15.723	203	11.178	66.918			
17	22.40	16.048	202	11.627	71.219			
18	22.81	16.343	201	12.040	75.265			
19	23.18	16.611	200	12.420	79.071			
20	23.52	16.856	199	12.772	82.654	1193.103	Corta final	2,022

Fuete: Elaboración propia

En el análisis de los datos del proyecto 2,002 presentado en el cuadro No. 15, se consideran 2 tratamientos en la prescripción silvícola, puesto que según los antecedentes de tratamiento aplicados al proyecto ya se le efectuó un raleo, se planifica un segundo raleo con intensidad del 30%, cortando un total de 88 árboles por hectárea, y un volumen total de 294.224 m³, esto para el año 2,017. La aplicación de la corta final se planifica para el año 2022, con una densidad de 1,99 árboles por hectárea, y un volumen total 1193.1035 m³.

Cuadro No. 16 Detalle de actividades silvícolas del proyecto de *Pinus maximinoi* establecido en el año 2003.

Edad	D (cm)	H (m)	No. Arboles/ha	G (m ² /ha)	Vol. (m ³ /ha)	Volumen total (m ³)	Prescripción	Año
11	18.149	13.300	348	9.345	46.420			
12	18.917	13.873	346	10.138	52.795	711.0026	Raleo (30%) Vol.213.30m ³	2,015
13	20.030	14.377	242	9.813	53.161			
14	20.641	14.824	241	10.410	58.365			
15	21.186	15.222	240	10.956	63.275			
16	21.675	15.580	238	11.456	67.900	914.4118	Raleo (25%) Vol. 228.60m ³	2,019
17	22.400	15.902	178	11.237	68.129			
18	22.805	16.194	177	11.637	72.008			
19	23.174	16.460	176	12.006	75.659			
20	23.511	16.703	175	12.348	79.096	1065.190	Corta final	2,023

Fuete: Elaboración propia

En el análisis de los datos del proyecto 2,003 detallado en el cuadro No. 16, se planificaron 3 tratamientos silvícolas dentro de la prescripción, en el año 2,015 se realizara un raleo con una intensidad del 30%, eliminando 104 árboles por hectárea con un volumen total de 213.30 m³; para el año 2,019 se contempla un raleo al 25% eliminado 60 arbole por hectárea y un volumen total de 228.60 m³. La corta final se tiene planificada para el año 2023 con un volumen total de 1065.190 m³ y 175 árboles por hectárea. La planificación de estos tratamiento en este proyecto esta definidos por los tratamientos que ya ha recibido la masa forestal, para este caso dentro de los antecedentes se encuentra que se realizó un raleo a la edad de 8 años con una intensidad del 45%.

Cuadro No. 17 Detalle de actividades silvícolas del proyecto de *Pinus maximinoi* establecido en el año 2,004.

Edad	D (cm)	H (m)	No. Árboles/ha	G (m ² /ha)	Vol. (m ³ /ha)	Volumen total	Prescripción	Año
10	16.079	11.600	454	8.5493	36.4693			
11	16.899	12.202	452	9.4256	42.5514	236.4541	Raleo (30%) Vol. 70.936m ³	2,016
12	18.128	12.728	316	8.9578	42.3707			
13	18.776	13.191	314	9.5961	47.2399			
14	19.350	13.601	313	10.1772	51.8452			
15	19.862	13.966	311	10.7070	56.1869			
16	20.732	14.294	217	10.2113	54.9742	305.4863	Raleo (30%) Vol. 91.645m ³	2,021
17	21.154	14.590	216	10.6206	58.5029			
18	21.537	14.858	215	10.9970	61.8221			
19	21.886	15.102	214	11.3438	64.9443			
20	22.206	15.325	213	11.6641	67.8820	377.2134	Corta final	2,025

Fuete: Elaboración propia

Para el caso de los datos del proyecto 2004, los cuales se detallan el cuadro No. 17 podemos observar que es el proyecto que más tratamientos tiene planificados en la prescripción silvícola, esto debido a que se encuentra a la mitad de su ciclo de corta y es preciso mencionar que es uno de los proyectos que muestra una densidad mayor para la corta total.

Las intervenciones realizadas en este proyecto según los documentos del plan de manejo, indican que se ha aplicado un único raleo a una intensidad del 30%, sin embargo los datos de mortalidad no están documentados y únicamente se estima que la perdida por año es del 0.5%; por tal motivo se consideró realizar el segundo raleo en el año 2016 con una intensidad del 30% eliminando 136 árboles por hectárea y un volumen total de 70.936 m³, para el año 2021 se considera el tercer raleo a una intensidad del 30% eliminando 94 árboles por hectárea y un volumen total de 91.645 m³. La corta final se tiene planificada para el año 2025 que es allí donde cumple su ciclo de corta y el volumen total a extraer en ese año es de 377.2134 m³ y una densidad de 213 árboles por hectárea. Nótese que en el caso de este proyecto se alcanzara incluyendo la mortalidad una densidad alta en base a lo que se espera según

la teoría por área de intervención, esto es debido a que se le ha aplicado un único raleo y la información generada permite analizar los datos de tal manera que se pueda considerar un buen número de individuos para la corta final.

En esta discusión es importante agregar, que los proyectos 2,002 al 2,004 representan menos volumen por hectárea que los proyectos 1,997 al 1,999 en su corta final, el análisis realizado es que al realizar la familia de índice de sitio para cada uno, estos se encuentran en sitios por debajo de la calidad “Bueno”, sin embargo se puede considerar que los mismos aún son muy jóvenes como para poder establecer una proyección definitiva y evaluar su índice de sitio.

Evaluando lo que el asesor forestal de la cooperativa recomienda, tal como se aprecia en cada uno de los proyectos, se procedió a estimar el porcentaje de espaciamiento relativo para estimar el porcentaje que tiene cada proyecto S%, con ese valor lo que se recomienda es esperar a que se cumpla la edad de rotación de los proyectos establecidos a partir del año 2001 al 2004 puesto que como se define en un cuadro de análisis al finalizar la discusión de resultados el espacio que tiene actualmente los individuos supera lo ideal por lo que las intervenciones realizadas no se planificaron en función a una corta ideal al finalizar la edad de rotación.

7.3 Evaluación de la calidad y tipo de producto por cada intervención programada en los proyectos establecidos.

Los datos evaluados en campo permitieron determinar los porcentajes de forma, posición y sanidad de los individuos de cada una de las plantaciones de los proyectos establecidos en la cooperativa, para el efecto en el cuadro No. 18 se detallan los porcentajes obtenidos en base a la evaluación de la variable cualitativa Forma.

Cuadro No. 18 Porcentaje de la forma de los individuos de *Pinus maximinoi* muestreados por proyecto de la cooperativa.

Proyecto	FORMA (%/ha)				
	Recto	Torcido	Bifurcado	Inclinado	Cola de Zorro
1997	93%	5%	0%	2%	0%
1998	91%	6%	2%	1%	0%
1999	90%	3%	4%	2%	1%
2001	95%	2%	3%	0%	0%
2002	97%	0%	0%	1%	2%
2003	94%	2%	1%	1%	2%
2004	98%	2%	0%	0%	0%

Fuete: Elaboración propia

En el caso del análisis de la forma de los individuos en cada proyecto, en la boleta del inventario forestal se evaluó mediante la observación la forma que cada uno tenía, en base al total de los individuos evaluados se sacó el promedio por hectárea y luego se estimó el porcentaje en base a los códigos de forma que se manejaron, para este caso tenemos 5 códigos de forma: Recto que representa al mejor individuo en el caso de su crecimiento, torcido que define a un individuo con un crecimiento anormal de lo esperado, Bifurcado este representa a aquellos individuos a los cuales por defecto de desarrollo generan dos ápices de crecimiento, Inclinado este individuo es aquel al cual por la posición que posee tiene a inclinarse por búsqueda de luz o falta de nutrientes y la Cola de zorro que es una malformación por la falta de nutrientes o tipos de sitios forestales.

Nótese que el 94% en promedio se encuentran en una forma recta, esto permite entonces definir que los árboles presentan una calidad aceptable para su comercialización. Los porcentajes de los demás códigos de forma son menores, por lo que no representan una amenaza para el desarrollo de los mismos.

Cuadro No. 19 Porcentaje de la posición de los individuos de *Pinus maximinoi* en el dosel de las plantaciones de la cooperativa, expresado por proyecto.

Proyecto	POSICION (%/ha)		
	Dominante	Codominante	Suprimido
1997	93%	7%	0%
1998	98%	2%	0%
1999	97%	3%	0%
2001	96%	2%	2%
2002	95%	2%	3%
2003	93%	4%	3%
2004	96%	0%	4%

Fuete: Elaboración propia

En el caso del análisis de la posición de los individuos en el dosel de las plantaciones de cada proyecto, en el cuadro No. 19 observamos que un 95% de individuos en una posición dominante, lo que significa que en base al análisis de calidades de forma esta posición es de acuerdo a la misma. La evaluación se realizó mediante los códigos de posición de dominante que representa aquellos individuos que están sobre la altura dominante a la edad de cada proyecto, los codominantes son los individuos que se encuentran por debajo del dominante, pero que alcanzaron una altura promedio, y los suprimidos son aquellos que no lograron llegar a la altura promedio del dominante. Los porcentajes de individuos en una posición codominante y suprimida son mínimos por lo que no representan una amenaza para el desarrollo de los mismos.

Cuadro No. 20 Porcentaje de la sanidad de los individuos de *Pinus maximinoi* evaluados en las plantaciones de los proyectos de la cooperativa.

Proyecto	SANIDAD		
	Sano	Enfermo	Plagado
1997	98%	2%	0%
1998	95%	4%	1%
1999	99%	1%	0%
2001	97%	3%	0%
2002	97%	2%	1%
2003	98%	2%	0%
2004	98%	0%	2%

Fuete: Elaboración propia

La descripción de la sanidad de los individuos en base a la evaluación realizada durante el inventario forestal se describen en el cuadro No. 20, observando que en promedio el 97% de los individuos por hectárea se encuentran sanos, el 2% se encuentran enfermos y el 1% se encuentran plagados. Para el caso de la descripción se considera sano a aquel individuo que no presenta alguna afección de plagas o enfermedades en toda su estructura, Enfermo es aquel individuo que presenta afecciones o focos de enfermedades en su estructura, y Plagado es aquel individuo que presenta incidencia de insectos principalmente en su estructura.

Para describir de manera sintetizada lo observado en campo, en el caso de individuos enfermos principalmente se detectó ataque de Tizón de acículas y Roya de follaje; en el caso de enfermedades se detectaron ataques de ardilla, y algunos de Gorgojo; sin embargo son afecciones que no constituyen una destrucción total del tejido pero que si están presentes y de no ser tratadas pueden inferir en otros individuos causando serios daños a las plantaciones.

7.4 Proyección y evaluación de la oferta de madera

En base a las tablas de productos generadas por Girón (1,998) para la especie *Pinus maximinoi* en la región II se cuantifico el porcentaje a obtener por cada producto en los diferentes proyectos establecidos en la cooperativa.

En el cuadro No. 21 se describen los porcentajes de troza, trocillo y leña que se obtendrán en cada una de las intervenciones programadas para cada proyecto establecido en la cooperativa.

Cuadro No. 21 Porcentajes de productos forestales a obtener de las plantaciones de *Pinus maximinoi* de los proyectos establecidos en la cooperativa.

Proyecto	Prescripción	Dap (cm)	Altura (m)	Porcentaje de Productos		
				Troza %	Trocillo %	Leña %
1997	Corta Total	30.267	22.400	72	12	16
1998	Corta Total	28.248	21.763	64	16	20
1999	Corta Total	27.372	20.738	64	16	20
2001	Raleo (30%)	22.906	17.046	0	75	25
	Corta Total	25.423	18.704	59	20	21
2002	Raleo (30%)	21.069	15.361	0	75	25
	Corta Total	23.519	16.856	59	20	21
2003	Raleo (30%)	18.917	13.873	0	66	34
	Raleo (25%)	21.675	15.580	0	75	25
	Corta Total	23.511	16.703	59	20	21
2004	Raleo (30%)	16.899	12.202	0	66	34
	Raleo (30%)	20.732	14.294	0	75	25
	Corta Total	22.206	15.325	52	23	25

Fuete: Elaboración propia

En base a los datos proyectados de diámetro (cm) y altura (m) de cada uno de los individuos muestreados en el inventario, se procedió a construir la tabla de porcentajes por tipo de producto a obtener en cada una de las prescripciones planificadas para cada proyectos de *Pinus maximinoi*. Los proyectos establecidos en los años 1997, 1998 y

1999 tienen programada un tratamiento de corta total, en este caso en promedio tendrán un 66.66% de troza, 14.66% de trocillo y 18.66% de leña.

Para el caso de los proyectos establecidos en los años 2001 al 2004 se planificaron más de dos tratamientos en base a la densidad actual que tienen, para este caso el proyecto 2001 tendrá en el raleo al 30% un 0% de troza, 75% de trocillo y 25% de leña; y para la corta total estará generando un 59% de troza, 20% de trocillo y 21% de leña.

Para el proyecto 2002 se programó un raleo al 30% donde se espera obtener 0% de troza, 75% de trocillo y 25%; y una corta total de 59% de troza, 20% de trocillo y 21% de leña. El proyecto 2003 tiene planificado un raleo al 30% donde obtendrá 0% de troza, 66% de trocillo y 34% de leña, un raleo al 25% donde obtendrá 0% de troza, 75% de trocillo y 25% de leña; y una corta total donde obtendrá 59% de troza, 20% de trocillo y 21% de leña. Para el proyecto establecido en el año 2004 se planifico un raleo al 30% donde se obtendrá 0% de troza, 66% de trocillo y 34% de leña, un segundo raleo al 30% donde se tendrá 0% de troza, 75% de trocillo y 25% de leña; y una corta total de 52% de troza, 23% de trocillo y 25 de leña.

En el cuadro No. 22 se muestran los resultados obtenidos del volumen proyectado por tipo de producto forestal, basado en los porcentajes definidos según las tablas de productos elaboradas Girón (1,998) para la especie *Pinus maximinoi* en Alta y Baja Verapaz. Nótese que los proyectos que generaron mayor volumen son los establecidos en el año 1997 y 1998 puesto que los mismos representan el área mayor de la población total de la cooperativa.

Cuadro No. 22 Proyección del volumen por tipo de producto a obtener en cada prescripción programada de los proyectos de *Pinus maximinoi* establecidos en la cooperativa.

Proyecto	Prescripción	Año	Volumen Total m ³	Volumen por producto m ³		
				Troza	trocillo	leña
1997	Corta Total	2017	7,381.592	5,314.75	885.79	1,181.05
1998	Corta Total	2018	5,691.678	3,642.67	910.67	1,138.34
1999	Corta Total	2019	636.738	407.51	101.88	127.35
2001	Raleo (30%)	2016	503.953	0.00	377.96	125.99
	Corta Total	2021	2,098.682	1,238.22	419.74	440.72
2002	Raleo (30%)	2017	294.225	0.00	220.67	73.560
	Corta Total	2022	1,193.104	703.93	238.62	250.55
2003	Raleo (30%)	2015	213.301	0.00	140.78	72.520
	Raleo (25%)	2019	228.603	0.00	171.45	57.150
	Corta Total	2023	1,065.191	628.46	213.04	223.69
2004	Raleo (30%)	2016	70.936	0.00	46.82	24.120
	Raleo (30%)	2021	91.646	0.00	68.73	22.910
	Corta Total	2025	377.213	196.15	86.76	94.300

Fuete: Elaboración propia

El volumen total de troza a obtener es de 12,131.70 m³, el de trocillo es de 3,882.91 m³ y el de leña es de 3,832.25 m³. Con estos datos definidos por la evaluación del inventario forestal, se estima que la cooperativa cuenta un volumen global de 19,846.86 m³, proyectado para cada tratamiento requerido según la dinámica de crecimiento de cada plantación de *Pinus maximinoi*.

Las calidades de los individuos de las plantaciones forestales de la cooperativa descritas anteriormente, indican que se cuenta con un volumen de madera que reúne condiciones adecuadas para competir en el mercado de la industria forestal, en la actualidad la cooperativa vende sus productos forestales mediante el apoyo de la

Federación de Cooperativas de las Verapaces –FEDECOVERA-, sin embargo esta información sirve para poder aplicar a otros mercados forestales a nivel nacional.

Cuadro No. 23 Resumen de la oferta maderable a obtener por año de intervención en cada proyecto establecido en la cooperativa.

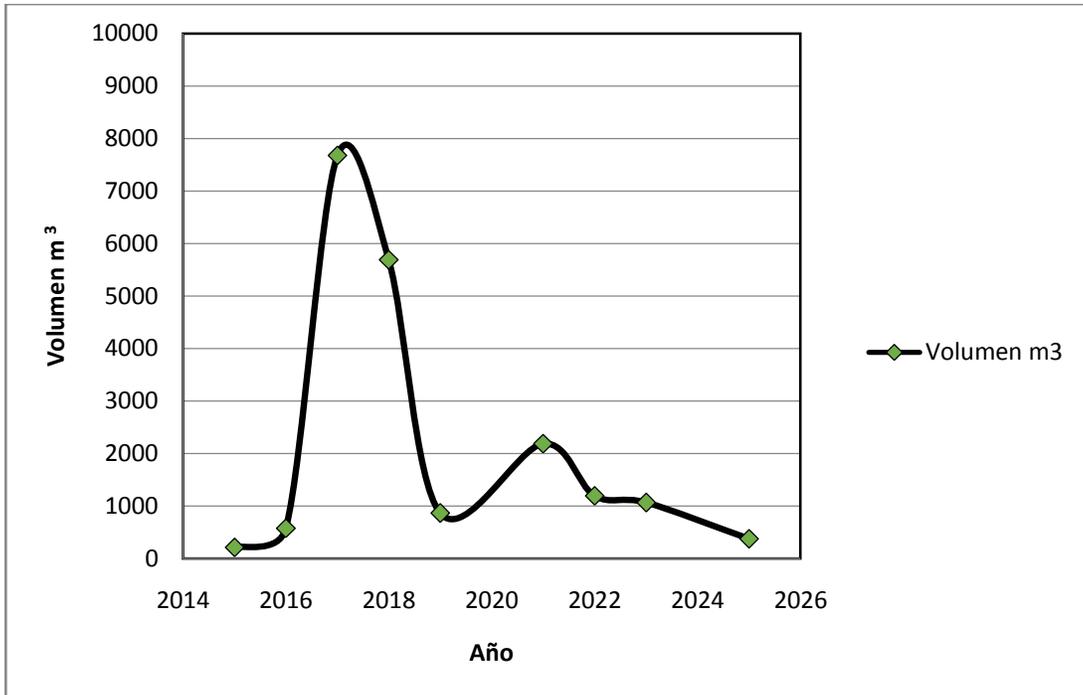
PRODUTO	2015	2016	2017	2018	2019	2021	2022	2023	2025	TOTAL
TROZA (m3)	0.00	0.00	5,314.75	3,642.67	407.51	1,238.22	703.93	628.46	196.15	12,131.70
TROCILLO (m3)	140.78	424.78	1,106.46	910.67	273.33	488.47	238.62	213.04	86.76	3,882.91
LEÑA (m3)	72.52	150.11	1,254.61	1,138.34	184.50	463.63	250.55	223.69	94.30	3,832.25
TOTAL	213.30	574.89	7,675.82	5,691.68	865.34	2,190.33	1,193.10	1,065.19	377.21	

Fuete: Elaboración propia

En el cuadro No. 23, se distribuyó la oferta maderable proyectada de cada intervención silvícola por año en que se realizara el tratamiento, nótese que la cooperativa cuenta con oferta maderable a partir del año 2015 hasta el 2025, donde 12,131.70 m3 son de troza, 3,882.91 son de trocillo y 3,832.25 son de leña. Asimismo podemos observar que para el año 2015 y 2016 no se obtendrá producto de diámetro mayor, debido a que los tratamientos silvícolas corresponden a cortas intermedias. Sin embargo a partir del año 2017 hasta el año 2025 la distribución del volumen esta en los tres productos que actualmente comercializa la cooperativa.

La oferta mayoritaria de madera se tiene para los años 2017 con un volumen de 7,675.82m3 y para el año 2018 con un volumen de 5,691.68 m3; los factores que permitieron esta alza en la volumetría de madera es que los proyectos que están disponibles para ser aprovechados en estos años consideran la extensión mayor en área de todos los proyectos.

En la gráfica No. 05 se observa el comportamiento de la tendencia de oferta maderable para un periodo de 10 años, donde la cooperativa tendrá una oferta maderable considerable cada año.

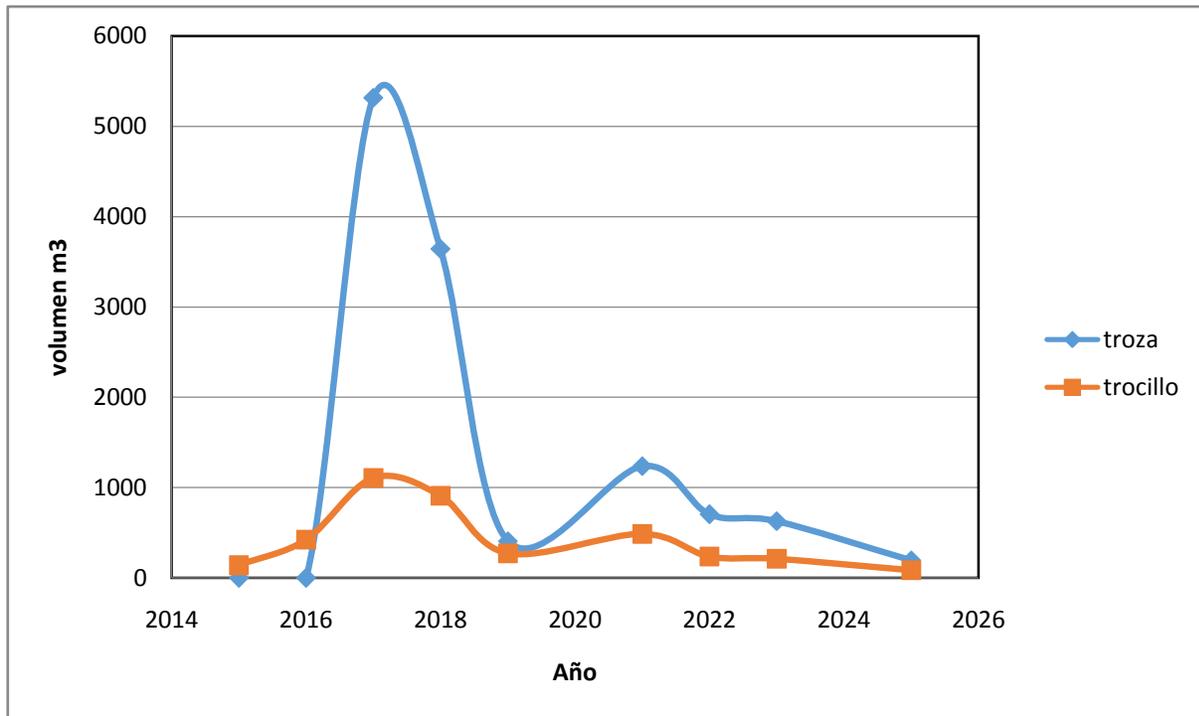


Fuete: Elaboración propia

Figura No. 05 Curva de distribución de oferta madera por año de la cooperativa.

La oferta de madera para la cooperativa está concentrada en los años 2017 y 2018, luego de ello la tendencia es hacia abajo, como se describió en el cuadro de resumen de la oferta, los principales factores que permiten que se de esta curva de volumen por año, es de que algunos proyectos principalmente los más jóvenes poseen menos extensión en área que los maduros, ya que muchos de ellos son Plantaciones Voluntarias de pequeños socios; sin embargo al notar cómo se comporta la curva de volumen en relación a los años de intervención, cualquier empresa interesada en la compra de la madera de la cooperativa estaría interesada únicamente en el volumen que se tendrá para esos años, a manera de considerar la oferta maderable apetecible para cualquier inversionista forestal, es importante tomar en cuenta la readecuación de la prescripción silvícola a desarrollar, ya que se pudiera considerar rodales cercanos e intervenirlos como uno solo, con el fin de ampliar la oferta maderable y permitir que la curva se comporte de tal manera que a partir del año 2015 al 2025 el volumen sea homogéneo en cada intervención.

Para inferir en el tipo de producto (troza y trocillo) que se espera obtener en cada año, en la gráfica No. 06 se muestra el comportamiento del volumen total a obtener por tipo de producto en cada año de intervención.



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 06 Distribución de la oferta maderable por tipo de producto.

La oferta maderable está concentrada en la extracción de productos de diámetro mayor (troza), algunas excepciones son marcadas como el caso de los años 2014 donde no se obtendrá diámetro mayor únicamente diámetro menor, y en el año 2017 y 2025 donde los productos a obtener son similares tanto en diámetro mayor como en diámetro menor.

Pese a que el volumen no es homogéneo en los distintos años de intervención, esta tendencia indica que los productos a obtener en cada año de intervención reúnen las condiciones de calidad requeridas por industrias forestales que se dedican a la compra de madera en troza, y asimismo reúne condiciones de exportación, debido a que las

calidades encontradas en la evaluación realizada en campo, indican que en un 90% son arboles de fuste recto.

7.5 Análisis técnico de resultados

En el caso de la prescripción silvícola considerada en cada uno de los proyectos establecidos en la cooperativa, es importante mencionar que dicha prescripción se considero en función a la planificación que ellos están utilizando para el manejo de la masa forestal; sin embargo también se considero la densidad actual y como referencia se utilizaron los proyectos que ya están en esperando corta final para determinar cual numero de arboles pudiese quedar en cada proyecto establecido. Para el efecto en este análisis de los resultados se resalta que pese a que se considero una prescripción silvícola utilizando la referencia de la planificación que ellos utilizan, como aporte técnico al estudio se realizo el análisis de prescripción ideal haciendo uso del procedimiento de Índice de Hart para determinar el espaciamiento ideal que debiera tener la plantación en cada uno de los proyectos establecidos.

Asimismo para el caso de la evaluación de la oferta, como se puede observar en el cuadro No. 23 que es el de resumen de la oferta por año, la cooperativa tiene una oferta maderable bastante atractiva, sin embargo por fines de ordenación forestal, la misma debe de considerar una planificación previo a la toma de decisiones sobre su aprovechamiento, para el efecto dentro de los objetivos de la investigación no se considera la elaboración de una planificación para definir los criterios de regulación de corta de la masa forestal, sin embargo con fines de apoyo a la cooperativa para la toma de decisiones se desarrollo el análisis de la propuesta de regulación de la corta en base a volumen. Para desarrollar esta propuesta técnica primero se considero evaluar la estructura del bosque en cuanto a las clases de desarrollo, luego se recomendó el método de cálculo de la CAP, seguidamente se determino el volumen y área a aprovechar por año y por último se desarrollo la propuesta ideal según el criterio técnico del investigador.

7.5.1 Análisis de espaciamiento por Índice de Hart

El Índice de Hart-Becking (S), también conocido como coeficiente de espaciamiento, se define como la relación entre el espaciamiento medio del arbolado (a) y su altura dominante (H_0), expresado en tanto por cien (García 1981), según la fórmula siguiente:

$$IH\% = \frac{a}{hm} * 100$$

En base a la formula anterior se estimo el espaciamiento actual en cada uno de los proyectos que por la edad y según la planificación de la cooperativa aún requieren de tratamiento silvícola (raleo), para el efecto en el cuadro No. 24 se muestran los resultados obtenidos.

Cuadro No. 24 Estimación de espaciamiento relativo según Hart

Proyecto	Espaciamiento actual	Espaciamiento ideal
2001	33.15%	
2002	31.66%	
2003	30.20%	24-30%
2004	30.47%	

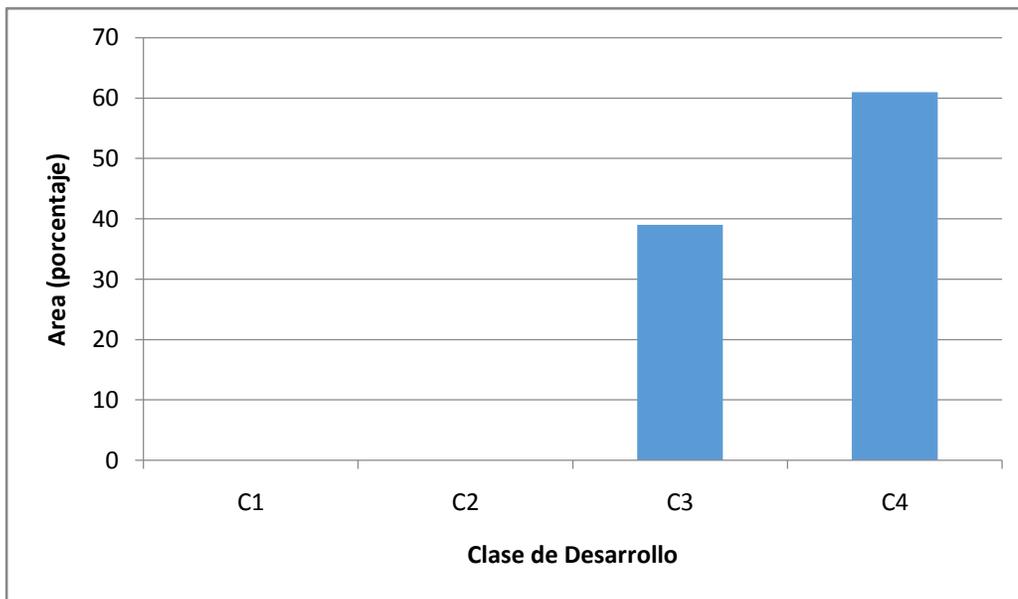
Fuente: Elaboración propia

Nótese que en el cuadro anterior para los proyectos 2001 al 2004 el espaciamiento que tienen supera el ideal, esto debido a que en los tratamientos aplicados anteriormente se utilizaron porcentajes muy altos, puesto que en ese entonces las autoridades de la cooperativa estaban interesados en generar ingresos para mantener otras actividades productivas.

Por lo anterior, es importante que los asociados de la cooperativa tomen decisiones en función de lo que muestra el cuadro No. 24, y la recomendación técnica es que a los proyectos establecidos a partir del año 2001 al 2004 ya no se aplique ningún tratamiento de cortas intermedias (raleos) sino esperar a que se cumpla la edad de rotación ideal que es de 20 años para aprovechar la totalidad de la masa boscosa.

7.5.2 Propuesta de Regulación de la Corta

En la grafica No. 7 se muestra la distribución de la estructura del bosque, la cual está orientada a las clases de desarrollo adultos muy cercanos a corta final y nada de plantaciones nuevas y jóvenes, por lo tanto se recomienda utilizar métodos de estimación de CAP en volumen más intensos estos pueden ser Von Mantel y Kemp; utilizando una Edad de rotación ideal, definida en 20 años.



Fuente: Elaboración propia

Figura No. 7 Distribución de la estructura del bosque orientada a clases de desarrollo.

En el cuadro No. 24 se muestran los resultados obtenidos después de estimar la Corta Anual Permisible que pueda tener la cooperativa en base al volumen total, nótese que el volumen a aprovechar es de 347.50 m³/año. La fórmula utilizada es la siguiente:

$$Cap = Vol. total / 2(20)$$

Cuadro No. 25 Estimación de Corta Anual Permissible

Rodal	Edad	Área (ha)	Estrato	Porcentaje de área %	Volumen/ha m ³	Volumen total m ³	CAP
1	17	41.79	C4	29.88	125.94	5262.95	131.57
2	16	38.531	C4	27.55	122.02	4701.60	117.54
3	16	4.992	C4	3.57	79.25	395.64	9.89
4	14	21.069	C3	15.07	67.41	1420.25	35.51
5	13	14.435	C3	10.32	64.76	934.81	23.37
6	12	13.467	C3	9.63	63.07	849.32	21.23
7	11	5.5569	C3	3.97	60.33	335.27	8.38
		139.84				13899.85	347.50

Fuente: Elaboración propia

Sin embargo tal como se muestra en el cuadro No. 25 al estimar el área a cortar por año, en un plan quinquenal no se logra cortar todo el volumen, por lo que en el método teórico de cálculo de la CAP, la cooperativa no tendría los ingresos esperados durante la ejecución de un plan de manejo. Esto implicaría que la oferta obtenida en este estudio no pueda cumplir con los objetivos esperados, debido a que la demanda superaría la misma y se vería afectado todo el proceso de la cadena productiva forestal.

Cuadro No. 26 Calculo teórico de regulación de corta CAP

Año	Rodal	Área	Volumen
2015	1	2.78	350
2016	1	2.78	350
2017	1	2.78	350
2018	1	2.78	350
2019	1	2.78	350
		13.896	1750

Fuente: Elaboración propia

Para el efecto en el cuadro No. 26 se estimo un cálculo de CAP en función al área a intervenir para que durante la ejecución de un plan de manejo en 5 años se logre aprovechar el volumen total del rodal.

Cuadro No. 27 Estimación de CAP para aprovechar el total de volumen

Año	Rodal	Área	Volumen
2015	1	8	1007.50
2016	1	8	1007.50
2017	1	8	1007.50
2018	1	8	1007.50
2019	1	9.79	1232.93
		41.79	5262.95

Fuente: Elaboración propia

La Cooperativa en base a una planificación estratégica debe considerar evaluar las propuestas presentadas en este estudio, para que al momento de realizar la intervención en cada uno de los rodales consideren la opción que permita tener más flujo efectivo y que los ingresos netos por ganancias sean rentables.

El manejo forestal para que sea sostenible debe contemplar el triángulo de la sostenibilidad (principios económicos, principios ambientales y principios sociales) sin embargo los esquemas de manejo propuestos para una corta por regulación a 2.77 hectáreas no son económicamente rentables por lo que con la propuesta de aprovechar 8 hectáreas por año, ya se considera una propuesta económica para los asociados de la cooperativa.

La decisión de prescribir una planificación para las plantaciones forestales de la cooperativa radica en la necesidad que los asociados presentaron en conocer el comportamiento de la oferta de madera para los siguientes años, por lo que se consideraron opiniones teóricas, técnicas y las que ellos ya han establecido, con el único fin de que conocieran la diferencia entre cada una de ellas y al momento de tomar decisiones sobre el aprovechamiento del recurso forestal sean analíticos y tomen la decisión que mejor se acomode a las necesidades, siendo esta una cooperativa integral la necesidad de producir radica en obtener ingresos económicos para ser sostenibles; y esto se logra solo a partir de una buena planificación en la toma de decisiones que se desarrollen.

VIII. CONCLUSIONES

- La cuantificación del volumen en base a los resultados obtenidos por el inventario forestal elaborado, define que actualmente la cooperativa cuenta con un volumen total de 13,899.84 m³, distribuido en 7 proyectos forestales de *Pinus maximinoi* de la siguiente manera: Proyecto 1,997: 5,262.95 m³, proyecto 1,998: 4,701.60 m³, proyecto 1,999: 395.64 m³, proyecto 2,001: 1,420.25 m³, proyecto 2,002: 934.81 m³, proyecto 2,003: 849.319 m³, proyecto 2,004: 335.26 m³.
- Se determinó la familia de índices de sitio para las plantaciones forestales de la cooperativa, en base a las ecuaciones generadas para la región II establecidas en el manual Crecimiento y Productividad de Plantaciones Forestales de Pino candelillo, donde los sitios encontrados para las plantaciones de la cooperativa son: 2 proyectos en sitio Bueno (1,997 y 1,998), 4 proyectos en sitio Medio (1,999, 2,001-2,003), y 1 proyecto en sitio malo (2,004).
- Los esquemas de manejo para cada plantación forestal de los 7 proyectos establecidos en la cooperativa se desarrolló a partir de la densidad forestal actual y la proyección de volumen realizada, para el caso de los proyectos establecidos en los años 1,997 al 1,999 se programó una corta total ya que en promedio se cuenta 143 árboles por hectárea en los tres proyectos. Para el caso de los proyectos establecidos en el año 2,001 al 2,004 se planificaron raleos al 25% y al 30% mas una corta total, esto debido a que la densidad que se tiene por área en estas plantaciones es superior a la que se requiere para una corta final, además de ellos la cooperativa ha manejado 3 raleos en las plantaciones forestales, con el fin de aprovechar los individuos con mejores calidades de fuste.
- Las calidades de productos se evaluaron de acuerdo a códigos de forma ya establecidos, para el efecto determinamos que un 94% de los individuos evaluados presentan forma recta, un 3% forma torcida, un 1% forma bifurcado,

un 1% forma inclinada y un 1% presentan cola de zorro. En este caso la representación máxima en cuanto a calidad de producto la tiene los individuos con fustes rectos, esto indica que los productos a obtener en una corta total de cada uno de los proyectos establecidos es un 62% será de troza, un 19% será de trocillo y un 19 será de leña.

Para el caso de los raleos programados para cada proyecto, tenemos que en cada intervención los productos a obtener será 0% de troza, 72% de trocillo y 28% de leña.

- La proyección del volumen se realizó en base a las ecuaciones realizadas para la especie *Pinus maximinoi* de la región II del INAB, donde se tiene un volumen total proyectado de 19,846.86 m³, en promedio por cada intervención de acuerdo a los porcentajes de productos forestales se tiene para una corta total 12,131.70 m³ de troza; 2,856.49m³ de trocillo y 3,456.01m³ de leña. Para el caso de los raleos programados se tiene previsto obtener 0.00 m³ de troza, 1026.42 m³ de trocillo y 376.25 m³ de leña.
- La oferta maderable está concentrada en los años 2,017 y 2,018, pese a que en esos años se tiene contemplado intervenir aquellos proyectos que poseen la mayor extensión en área de los 7 proyectos. sin embargo la cooperativa cuenta con oferta maderable a partir del año 2,015 hasta el año 2,025.

IX. RECOMENDACIONES

- La Cooperativa Agrícola Integral Chirrepec R.L. debe considerar la creación de una oficina forestal interna para que exista un técnico forestal que genere la información de la dinámica de crecimiento de las plantaciones forestales, con el fin de mantener al día los datos de volumen que se tiene para poder establecer alianzas de mercado con otras empresas que lo requieran.
- Considerar aprovechar el bosque en cada uno de los años donde se determino oferta, de la manera programada mediante el cálculo de Capacidad de Corta Anual –CAP- con el fin de incrementar sus ingresos económicos.
- Pese a que un buen porcentaje de las plantaciones forestales se encuentran sana, es importante desarrollar un Sistema de Vigilancia para el control fitosanitario, debido a que si se encontraron indicios de enfermedades que de no ser tratadas pueden llegar a alterar la proyección de la oferta maderable considerada en este estudio.
- Dar continuidad a este estudio, con el fin de generar información más actualizada en base a la dinámica de crecimiento de las plantaciones forestales, y poder generar una valoración de lo que tienen disponible.
- De acuerdo a la oferta maderable que presenta la cooperativa, es importante considerar la opción de unificar rodales de algunos proyectos, para que permitan la ampliación de volumen a obtener en cada intervención realizada.

X. BIBLIOGRAFÍA

Barrera, D. (2,011) Comercio internacional de productos forestales. ODEPA. Ministerio de Agricultura. Chile 12 p.

Benítez Ramos, R. (1988). Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Honduras: Escuela Nacional de Ciencias Forestales.

BIOFOR IQC (2,004). Análisis de Oferta y Demanda de Productos Forestales de las Concesiones Comunitarias del Petén, Guatemala. Orden de Trabajo 815. 41 p.

Cerda, I. (1998). Tendencias de productos forestales en el próximo siglo. Boletín Informativo PAFG. Plan de Acción Forestal para Guatemala. Guatemala. pp. 8-10.

Cabrera, C. (2,003). Plantaciones forestales oportunidades para el desarrollo sostenible Serie de documentos técnicos No. 06. Investigador Asociado del IARNA. 19 p.

Cabrera, C. (2004). Estudio de Mercado para una Organización Local, en la Región II del INAB. Instituto Nacional de Bosques, Guatemala

De la Cruz, J. (1982). Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. Pp 23-26.

Dvorak, W. et. al. (2,000). Pinus maximinoi. North Caroline, US, NC
State University, CAMCORE (Conservation & Testing of Tropical &
Subtropical Forest Tree Species, US).

Escobar, J. (1,996) El Manejo Forestal en Guatemala. Ponencia presentada en el
IV Congreso Forestal Nacional. Santa Cruz Verapaz, Alta Verapaz.

Fischer, L. y Espejo, J. (2,006). Mercadotecnia básica Mc Graw Hill, 243 p.

FAO (2,008). Planificación e Implementación del Manejo Forestal al Nivel Operacional
en Centro América: compendio técnico de los planes de manejo forestal en Centro
América (Belice, Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua, y
Panamá). Dirección de Ordenación Forestal; FAO.

GARCIA .L. (1981). Tablas de producción de densidad variables para Pinus sylvestris
L. en el Sistema Ibérico. Comunicaciones INIA, Serie: Recursos Naturales, nOIO, 47
pp Madrid.

Girón, L. (1,998). Distribución del volumen por producto para Pinus maximinoi H.
E. Moore, en los departamentos de Alta y Baja Verapaz. (Tesis) Universidad
de San Carlos de Guatemala. Guatemala C.A.

Instituto Nacional de Bosques –INAB- (2,001) Manual para la elaboración de planes de
manejo forestal en bosques de coníferas(modelo centroamericano). Ed.
PROCAFOR. Guatemala. 264 p.

Instituto Nacional de Bosques –INAB- (2,004). Boletín de Estadística Forestal.
Administración 2,004 INAB 20 p.

Instituto Nacional de Bosques –INAB- (2,005). Boletín de estadísticas forestales 1998-
2005. Guatemala: INAB.

Instituto Nacional de Bosques. –INAB- (2,012). Estadísticas del Programa de
Incentivos Forestales (PINFOR), periodo 1998-2010. Guatemala.

Instituto Nacional de Bosques INAB (2,012). Crecimiento y Productividad de
Plantaciones Forestales de Pino Candelillo. Guatemala. 24 p.

Ley Forestal. Decreto número 101-96 del Congreso de la República de Guatemala.

MAGA, PAFG, INAB & CONAP, (1999). Proyecto módulo-industrial para el uso integral
De productos maderables de las plantaciones de coníferas de Guatemala
(prefactibilidad). Proyecto GCP/GUA/009/NET. Guatemala. 87p.

MAGA, PAFG, INAB y CONAP. (1999). Política Forestal de Guatemala. Plan de Acción
Forestal para Guatemala. Guatemala. 40p.

MAGA/PAFG. (2,002). Breve caracterización del subsector forestal de Guatemala.
Proyecto GCP/GUA/007/NET. Guatemala. s. n. p.

Mankiw, G. (2,001). Principios de Economía (2^a ed.) Fort Worth, TX Harcourt College Publishers 837 p.

Massad, C. (2,007). Economía para todos. Banco Central de Chile (era. Ed.). Chile. 33 p.

Mollinedo, M. (20,05). Determinación de la Oferta Maderable Proveniente de 04 Especies Prioritarias de Plantaciones Forestales, con fines de Exportación y con énfasis en la región de las Verapaces. Informe del contrato de Servicios Técnicos para personal Nacional/Internacional a la Gestión del Ministerio de Economía.

Nájera, A. Pereira, L. y Chapas J. (2,010). Lineamientos Técnicos de Manejo Forestal Sostenible para los Bosques Pino Encino de Mesoamérica. Alianza para la Conservación de los Bosques de Pino-Encino de Mesoamérica. Conservación Internacional (CI) y TheNature Conservancy (TNC). Guatemala. 44 Pág.

Orozco, L. y Brumér C. (2,002). Inventarios Forestales para bosques latifoliados en America Central. Turrialba, C.R.: CATIE (Serie Técnica. Manual Técnico/CATIE; No. 50). 264 p.

Programa Regional Forestal para Centro América -PROCAFOR- (2003). Asistencia Técnica en Industria Forestal para Asociaciones Forestales en Guatemala. Informe de consultaría. JuhaKiuru, FTP Internacional Limitado. 61p.

Sandoval, C. (2009). Caracterización de la cadena productiva de la madera en los municipios de Tecpán, Chimaltenango y San Juan Sacatepéquez. Instituto de Agricultura, Recursos Naturales y Ambiente de la Universidad Rafael Landívar (IARNA-URL). Guatemala. 27-29 p.

Salazar Luna, A. (2,012) Determinación de la oferta de madera proveniente de plantaciones de *Pinus oocarpa Schiede*, establecidas a través del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR- (Tesis) Universidad Rafael Landivar. Ciencias Ambientales y Agrícolas, Alta Verapaz.

Sistema de Información Forestal de Guatemala SIFGUA (2,012). Estadística de proyectos PINFOR. Disponible en línea en www.sifgua.com.gt.

Thirkettle, G. (1,982). Economía Básica; Biblioteca para dirección de empresas; EDAF, Madrid. Catedrático del Instituto Politécnico de Londres. 259 p.

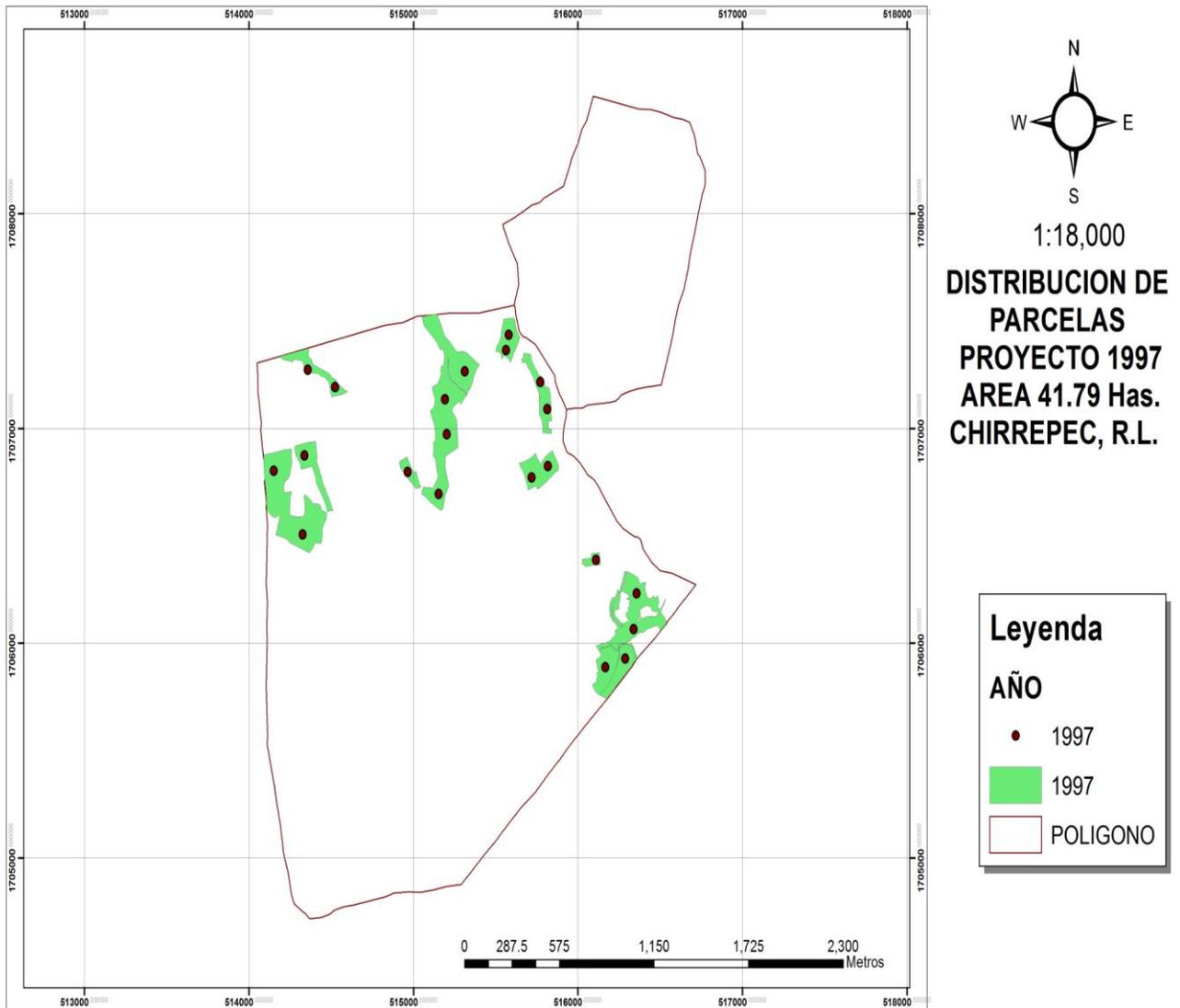
Vásquez, A. (2001). Silvicultura de Plantaciones Forestales. Universidad del Tolima Facultad de Ingeniería Forestal. Colombia: –Ibagué Rolima-.

Vita A. y Hernández I. (1996). Tratamientos silviculturales en el bosque de olivillo (*Aextoxiconpunctatum*), Parque Nacional Bosque Fray Jorge Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

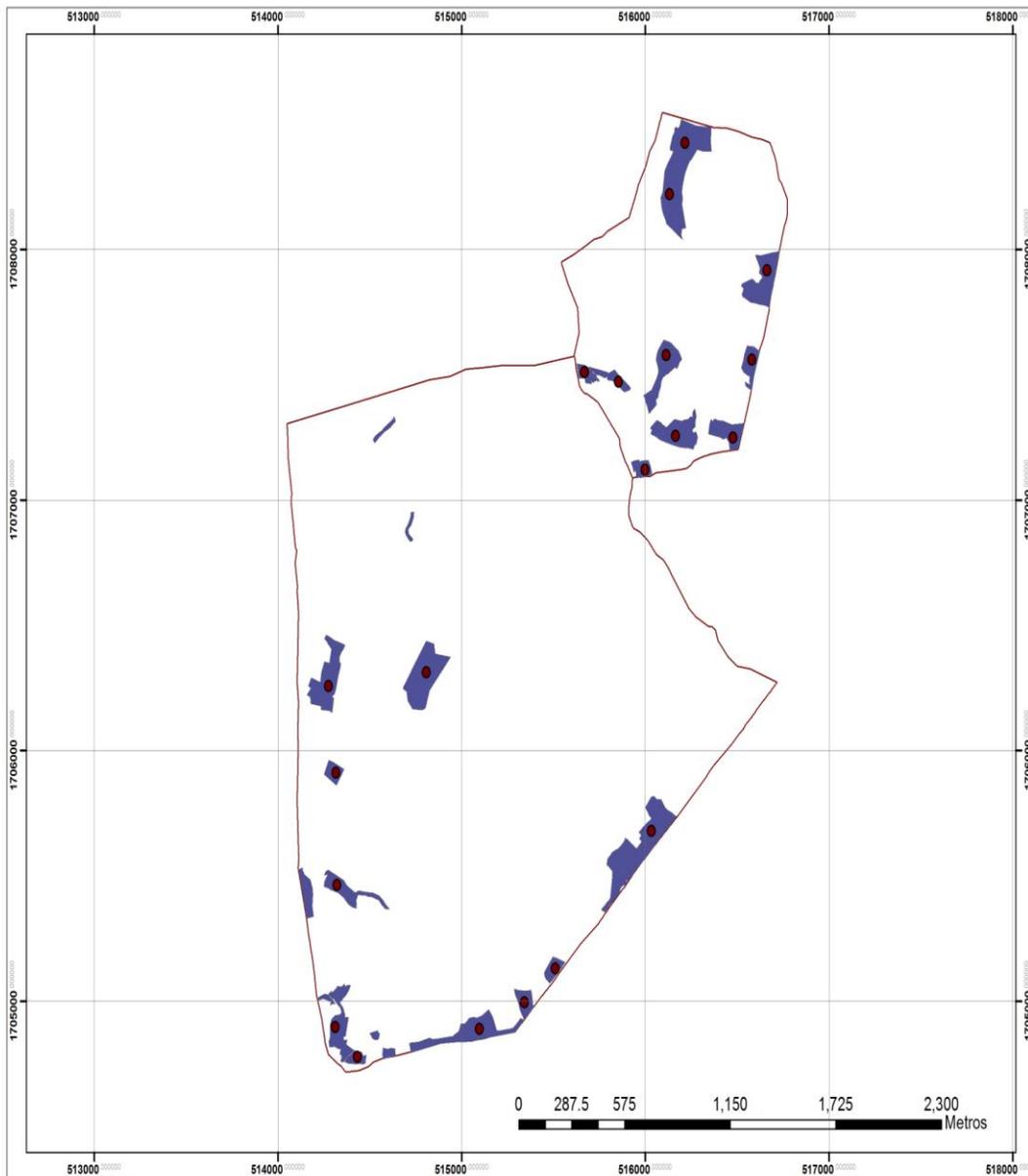
Zamora, R. (2,010). Plan de Acción para el Desarrollo Foresto-Industrial de Guatemala. INAB (2,010). 125 p.

XI. ANEXOS

Anexo 2. Mapa de distribución de parcelas Proyecto 1997



Anexo 3. Mapa de distribución de parcelas Proyecto 1998



1:18,000

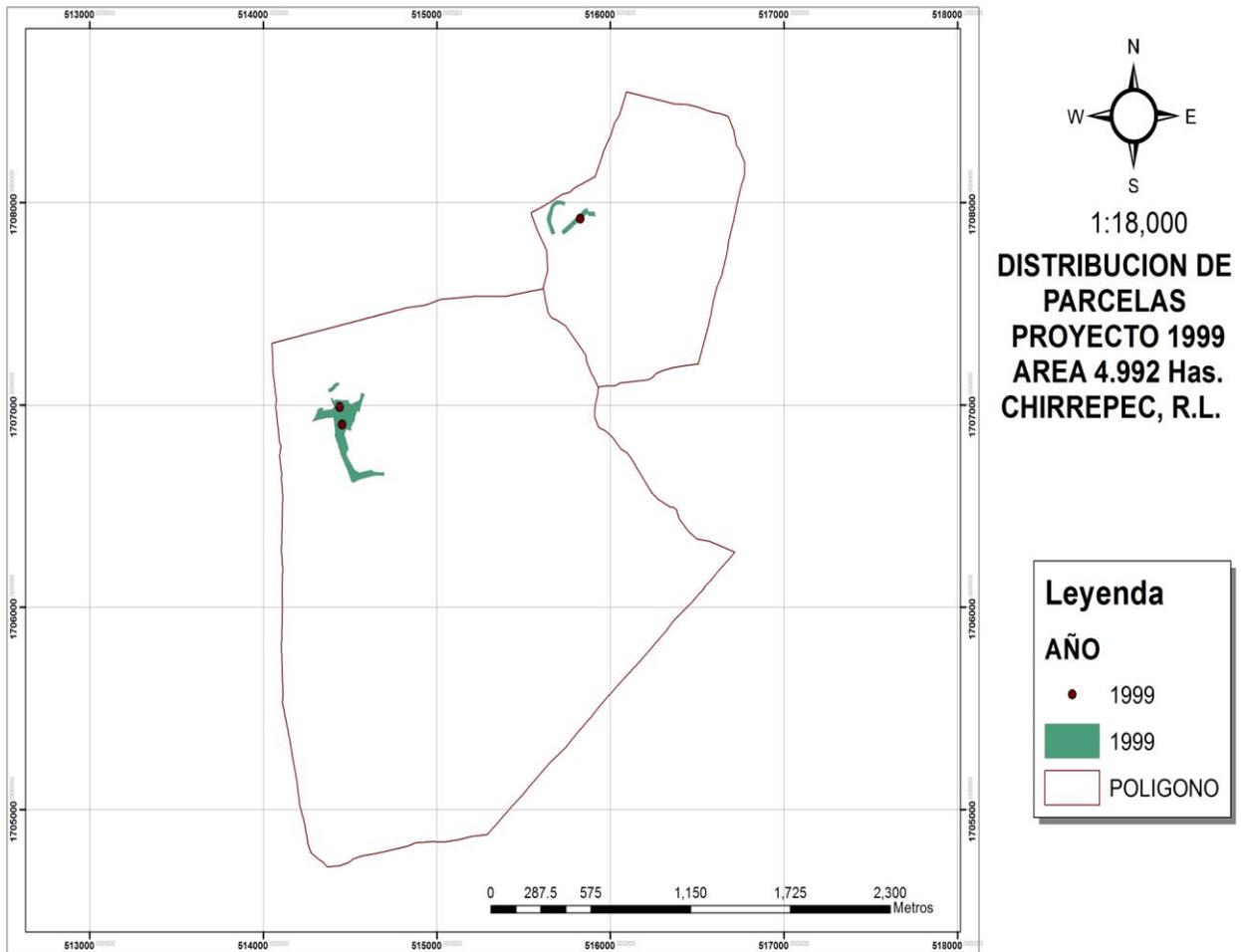
**DISTRIBUCION DE
PARCELAS
PROYECTO 1998
AREA 38.531 Has.
CHIRREPEC, R.L.**

Leyenda

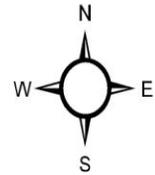
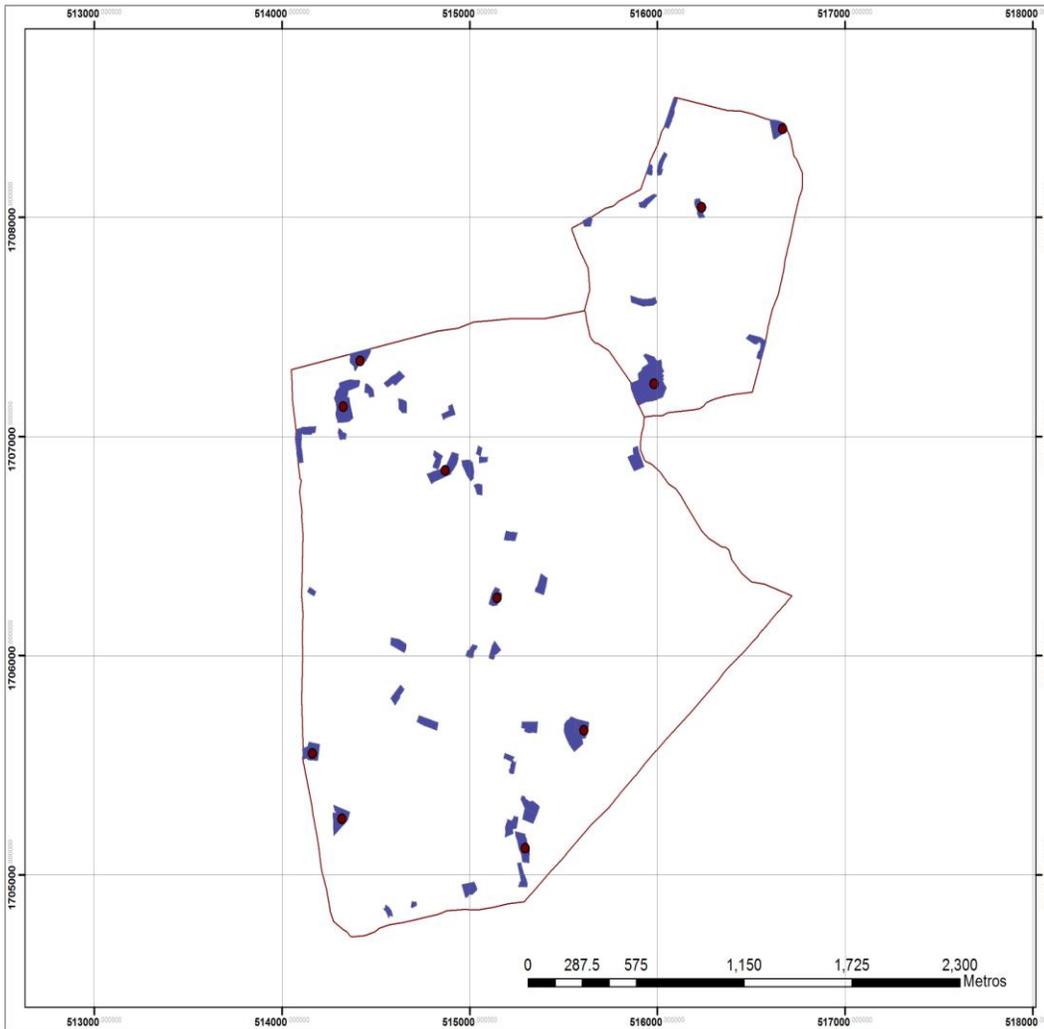
AÑO

- 1998
- 1998
- POLIGONO

Anexo 4. Mapa de distribución de parcelas Proyecto 1999



Anexo 5. Mapa de distribución de parcelas Proyecto 2001



1:18,000

**DISTRIBUCION DE
PARCELAS
PROYECTO 2001
AREA 21.069 Has.
CHIRREPEC, R.L.**

Leyenda

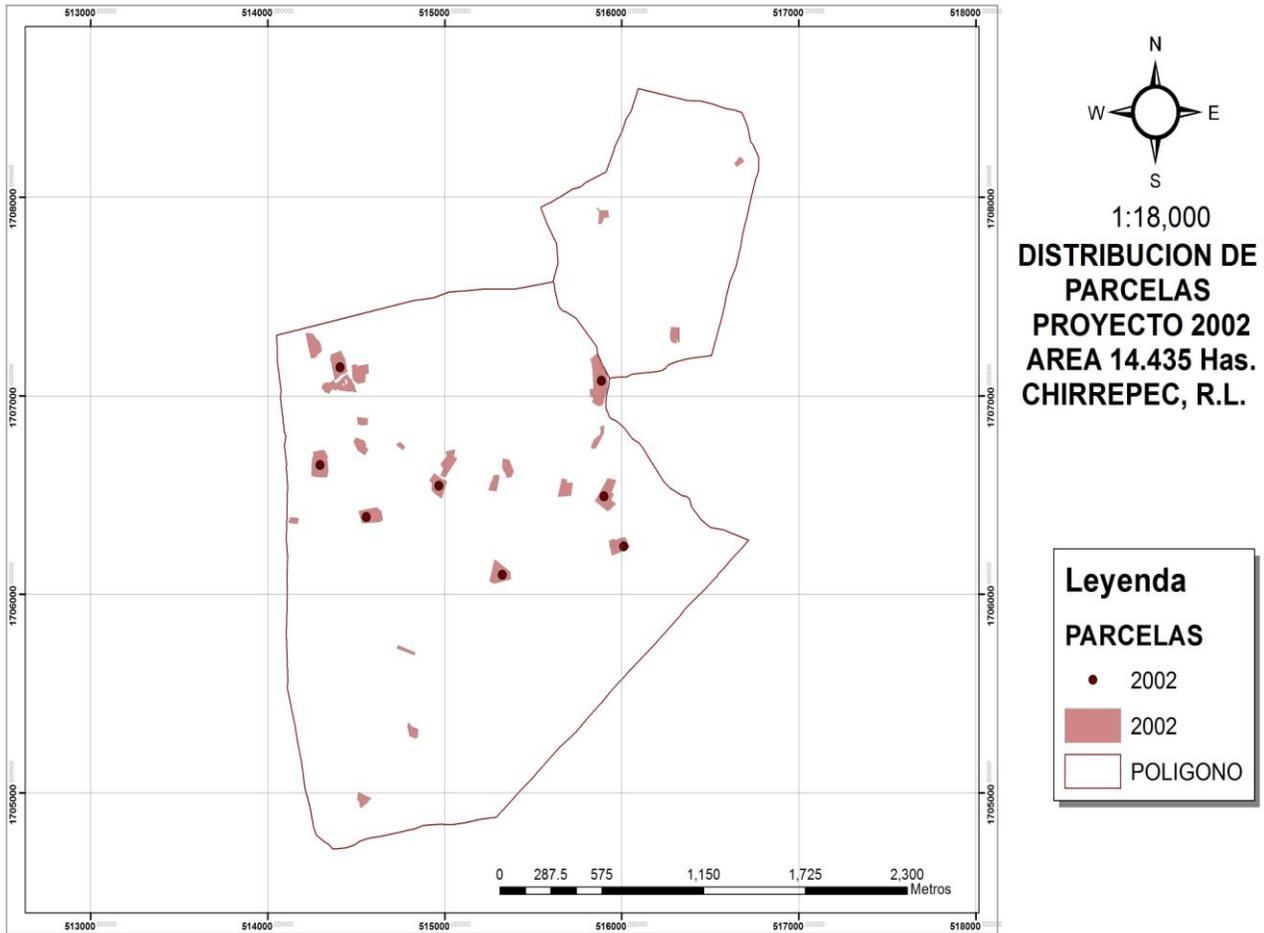
AÑO

● 2001

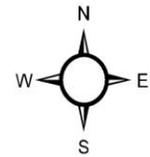
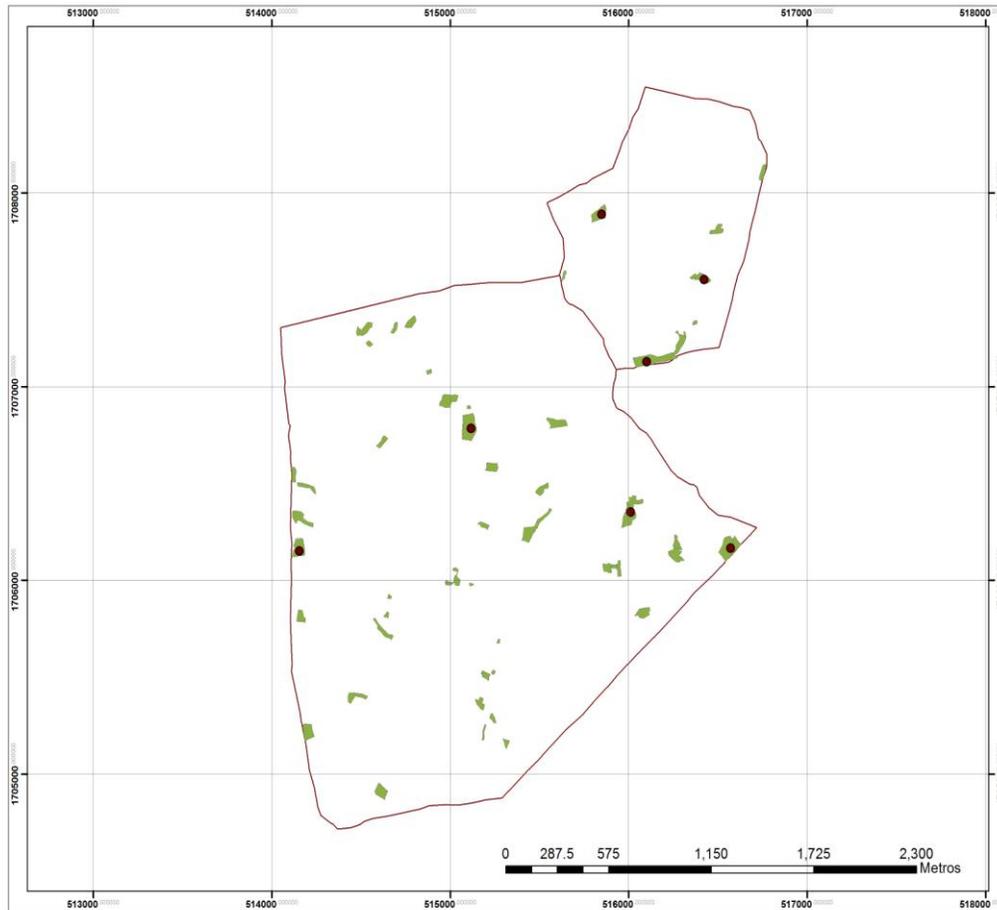
■ 2001

□ POLIGONO

Anexo 6. Mapa de distribución de parcelas Proyecto 2002



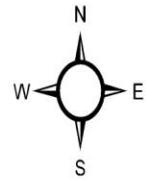
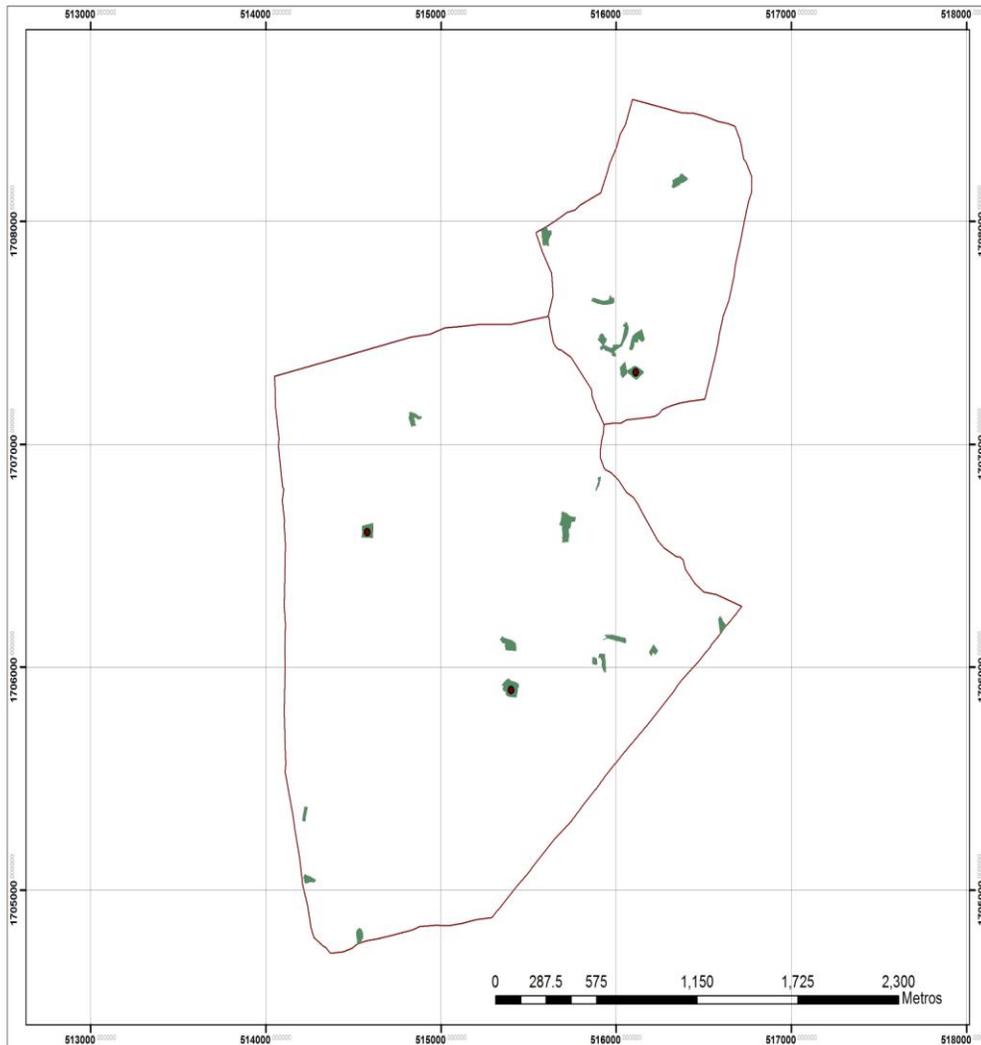
Anexo 7. Mapa de distribución de parcelas Proyecto 2003



1:18,000
**DISTRIBUCION DE
PARCELAS
PROYECTO 2003
AREA 13.467 Has.
CHIRREPEC, R.L.**

Legenda	
PARCELAS	
●	2003
■	2003
□	POLIGONO

Anexo 8. Mapa de distribución de parcelas Proyecto 2004

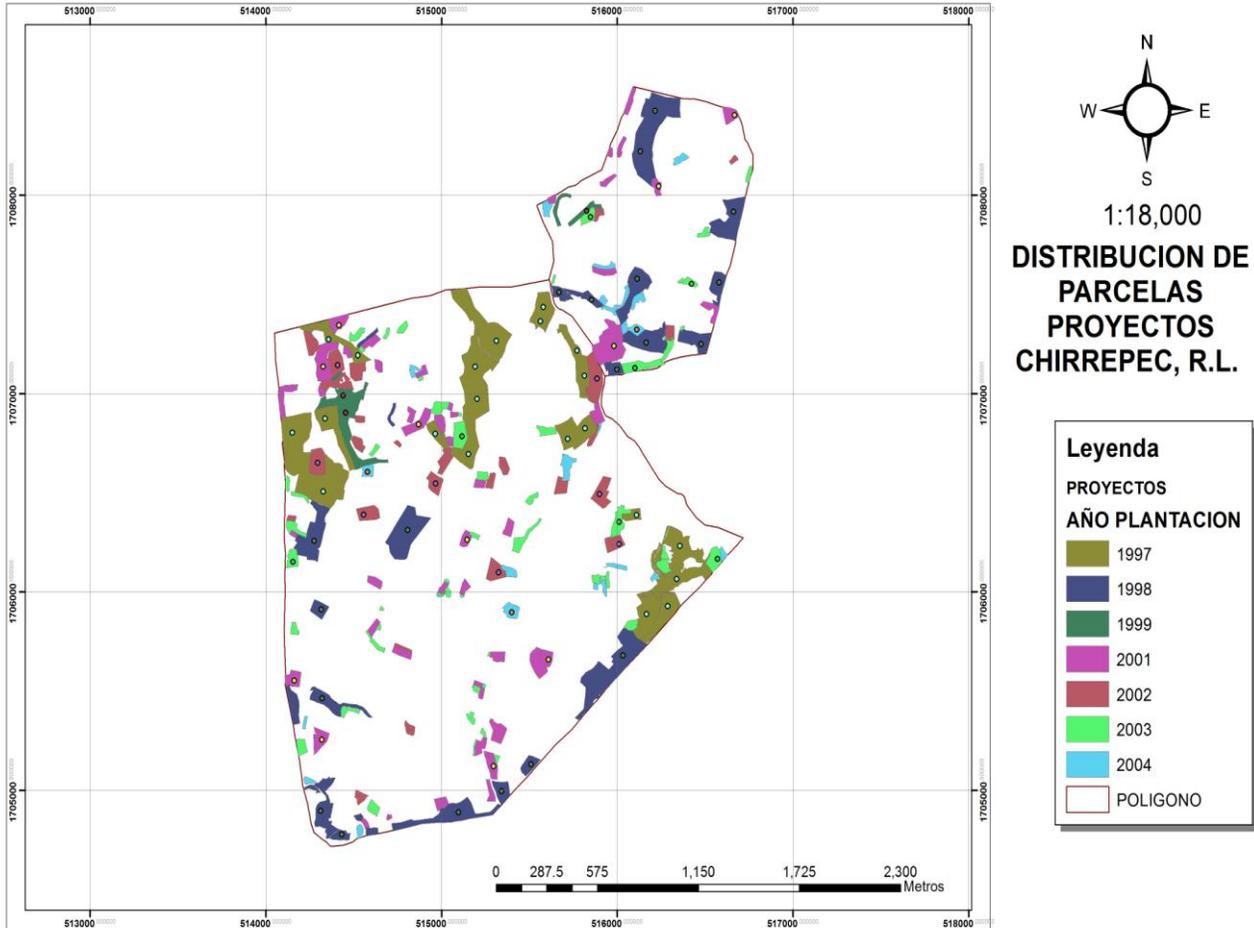


1:18,000

**DISTRIBUCION DE
PARCELAS
PROYECTO 2004
AREA 5.5569 Has.
CHIRREPEC, R.L.**



Anexo 8. Mapa general de parcelas establecidas en la cooperativa



Anexo 3. Tablas de determinación del volumen por producto de *Pinus maximinoi* Moore para Alta y Baja Verapaz.

Cuadro 10. Tabla de Distribución del Volumen por Producto de *Pinus maximinoi* H.E. Moore para Alta y Baja Verapaz.

DAP CM	ALTURA TOTAL DEL FUSTE EN METROS																
	9	11	13	15	17	19	21	23	25	27	29	31	33	35	37	39	41
C.C.	PORCENTAJE DE PRODUCTOS (%)																
10	Tz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tc	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Lñ	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100	100
12	Tz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tc	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70	70
	Lñ	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30	30
14	Tz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tc	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
	Lñ	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
16	Tz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tc	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68	68
	Lñ	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
18	Tz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tc	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66	66
	Lñ	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34	34
20	Tz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tc	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	Lñ	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
22	Tz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tc	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	Lñ	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
24	Tz	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
	Tc	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75	75
	Lñ	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25	25
26	Tz				45	52	59	64	68	72	74	76	77	78			
	Tc				26	23	20	18	16	15	14	14	13	13			
	Lñ				29	25	21	18	16	13	12	11	10	9			
28	Tz				52	59	64	68	72	74	76	77	79	80	81	82	82
	Tc				20	17	15	13	13	12	12	11	11	11	11	11	11
	Lñ				28	24	20	17	15	13	12	11	10	9	8	7	7
30	Tz				52	58	64	68	72	74	76	78	79	80	81	82	82
	Tc				18	16	14	13	12	11	11	10	10	10	10	10	10
	Lñ				30	26	22	19	16	15	13	12	11	10	9	8	8
32	Tz				52	58	64	68	71	74	76	78	79	80	81	82	82
	Tc				16	14	12	11	11	10	10	9	9	9	9	9	9
	Lñ				32	28	24	21	18	16	14	13	12	11	10	9	9
34	Tz				58	64	68	72	74	76	78	78	80	81	82	82	82
	Tc				12	11	10	9	9	9	8	8	8	8	8	8	8
	Lñ				30	25	22	19	17	15	14	12	11	10	10	10	10
36	Tz				57	63	68	71	74	76	78	78	80	81	82	82	82
	Tc				11	10	9	8	8	8	7	7	7	7	7	7	7
	Lñ				32	27	23	21	18	16	15	13	12	11	11	11	11
38	Tz				57	62	67	71	74	76	78	80	81	82	82	82	82
	Tc				10	9	8	7	7	7	7	6	6	6	6	6	6
	Lñ				33	29	25	22	19	17	15	14	13	12	12	12	12

* Tz (Troza %) = $1.654835 \ln H + 0.000422 D - 0.043198 H$
 * Tc (Trociño %) = $10.318851 - 2.391644 \ln H - 0.058462 D + 0.064263 H$
 * Lñ (Leña %) = $-0.046817 + 2.750181 \ln D - 1.598876 \ln H$
 * Válidas para árboles \geq a 25 cm de DAP

Fuente: Distribución del volumen por producto para *Pinus maximinoi* H. E. Moore en los departamentos de Alta y Baja Verapaz. Girón (1,998)

Cuadro 10 (Continuación....)

40	Tz		67	62	67	70	74	76	78	79	81	82	82	82
	Tc		9	8	7	7	6	6	6	6	6	6	6	6
	Lñ		34	30	26	23	20	18	16	15	13	12	12	12
42	Tz			62	67	70	73	76	78	80	81	82	82	82
	Tc			7	6	6	6	5	5	5	5	5	5	5
	Lñ			31	27	24	21	19	17	15	14	13	13	13
44	Tz			62	67	70	73	76	78	79	82	83	84	84
	Tc			6	6	5	5	5	5	5	4	4	4	4
	Lñ			32	27	25	22	19	17	16	14	13	12	12
46	Tz				67	70	74	76	78	80	81	83	84	84
	Tc				5	5	4	4	4	4	4	4	4	4
	Lñ				28	25	22	20	18	16	15	13	12	12
48	Tz				67	70	73	76	78	79	81	82	83	84
	Tc				4	4	4	4	4	4	4	4	4	4
	Lñ				29	26	23	20	18	17	15	14	13	12
50	Tz				67	70	74	76	78	80	82	83	84	84
	Tc				4	4	3	3	3	3	3	3	3	3
	Lñ				29	26	23	21	19	17	15	14	13	13
52	Tz				66	70	73	76	78	80	81	82	83	84
	Tc				4	3	3	3	3	3	3	3	3	3
	Lñ				30	27	24	21	19	17	16	15	14	13
54	Tz				67	70	73	76	78	80	82	83	84	85
	Tc				3	3	3	3	3	3	2	2	2	2
	Lñ				30	27	24	21	19	17	16	15	14	13
56	Tz				67	71	74	77	79	81	82	83	84	85
	Tc				3	3	2	2	2	2	2	2	2	2
	Lñ				30	26	24	21	19	17	16	15	14	13
58	Tz				67	71	74	77	79	81	82	83	84	85
	Tc				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Lñ				31	27	24	21	19	17	16	15	14	13
60	Tz				67	71	74	77	79	81	82	83	84	85
	Tc				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Lñ				31	27	24	21	19	17	16	15	14	13
62	Tz				67	71	74	77	79	81	82	83	84	85
	Tc				2	2	2	2	2	2	2	2	2	2
	Lñ				31	27	24	21	19	17	16	15	14	13
64	Tz				67	71	74	78	80	82	83	84	85	85
	Tc				2	2	2	1	1	1	1	1	1	1
	Lñ				31	27	24	21	19	17	16	15	14	14
66	Tz				67	72	75	78	80	82	83	84	85	85
	Tc				2	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lñ				31	27	24	21	19	17	16	15	14	14
68	Tz				69	73	76	78	80	82	83	84	85	86
	Tc				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lñ				30	26	23	21	19	17	16	15	14	13
70	Tz				69	73	76	78	80	82	83	84	85	86
	Tc				1	1	1	1	1	1	1	1	1	1
	Lñ				30	26	23	21	19	17	16	15	14	13

* Tz (Troza %) = 1.654835 Ln H + 0.000422 D - 0.043198 H

* Tc (Trocillo %) = 10.318851 - 2.391644 Ln H - 0.058462 D + 0.064263 H

* Lñ (Lefia %) = -0.046817 + 2.750181 Ln D - 1.598876 Ln H

* Válidas para árboles ≥ a 25 cm de DAP

Fuente: Distribución del volumen por producto para *Pinus maximinoi* H. E. Moore en los departamentos de Alta y Baja Verapaz. Girón (1,998)