

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES –
INAB-, EN PROMOCIÓN Y FORTALECIMIENTO A ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL
PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES –PINFOR-, DESARROLLADO EN LAS
SUBREGIONES III-1 Y III-2, IZABAL Y ZACAPA**



Africa Ixmucané Flores Córdova

Guatemala, Septiembre de 2,006.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA
ÀREA INTEGRADA**

**TRABAJO DE GRADUACIÓN REALIZADO EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES –
INAB-, EN PROMOCIÓN Y FORTALECIMIENTO A ACTIVIDADES RELACIONADAS CON EL
PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES –PINFOR-, DESARROLLADO EN LAS
SUBREGIONES III-1 Y III-2, IZABAL Y ZACAPA**

**PRESENTADO A LA HONORABLE JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA
DE LA UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA**

POR

AFRICA IXMUCANÉ FLORES CÓRDOVA

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO

INGENIERA AGRÓNOMA

RECURSOS NATURALES RENOVABLES

EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

Guatemala, Septiembre de 2,006.

**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE AGRONOMÍA**

RECTOR

LIC. CARLOS ESTUARDO GÁLVEZ BARRIOS

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

**DECANO
VOCAL PRIMERO
VOCAL SEGUNO
VOCAL TERCERO
VOCAL CUARTO
VOCAL QUINTO
SECRETARIO**

**Dr. Ariel Abderraman Ortiz López
Ing. Agr. Alfredo Itzep Manuel
Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria
Ing. Agr. Danilo Ernesto Dardón Ávila
Br. Duglas Antonio Castillo Álvarez
Pr. Agr. José Mauricio Franco Rosales
Ing. Agr. Pedro Peláez Reyes**

Guatemala, septiembre de 2006.

Guatemala, 28 de Septiembre de 2006.

Honorable Junta Directiva
Honorable Tribunal Examinador
Facultad de Agronomía
Universidad de San Carlos de Guatemala

Honorables miembros:

De conformidad con las normas establecidas por la Ley Orgánica de la Universidad de San Carlos de Guatemala, tengo el honor de someter a vuestra consideración, el **Trabajo de Graduación realizado en el Instituto Nacional de Bosques –INAB-, subregión III-1 y III-2, Izabal y Zacapa**, como requisito previo a optar al título de Ingeniera Agrónoma en Recursos Naturales Renovables, en el grado académico de Licenciada.

Esperando que el mismo llene los requisitos necesarios para su aprobación, me es grato suscribirme,

Atentamente,

“ID Y ENSEÑAD A TODOS”

África Ixmucané Flores Córdova

ACTO QUE DEDICO

A:

Mis Padres, Eva de la Luz y Rudy Augusto, por brindarme su amor, paciencia y dedicación, siempre, sin importar los problemas y las adversidades que se presentasen.

Mis Abuelitos, Armando Guillermo (QPD) y María Cristina, gracias por creer en mí y apoyarme.

Mis Hermanos, Cristian Kin y Rudy Armando.

Amigos y compañeros que me han acompañado a lo largo de mi carrera estudiantil.

Todos mis familiares.

TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO

A:

Guatemala

Facultad de Agronomía

Universidad de San Carlos de Guatemala

Colegio LISBI, Mixto D'antoni

Retalhuleu

AGRADECIMIENTOS

A:

Dios, por ser fuente de fé y esperanza en mi vida, el apoyo espiritual que me da fuerzas para seguir adelante. ¡Gracias Dios por bendecirme cada día de mi vida!

Ing. Pedro Peláez, quien me ha brindado su apoyo y asesoramiento a lo largo de mi carrera y en la realización de este trabajo.

Ing. Edwin Cano, por contribuir grandemente con sus conocimientos en la elaboración del presente trabajo.

Ing. Guillermo Santos, por su entrega y dedicación como maestro.

ÍNDICE GENERAL

CONTENIDO	PÁGINA
CAPÍTULO I _____	1
DIAGNÓSTICO _____	1
1. INTRODUCCIÓN _____	2
2. PROBLEMÁTICA _____	3
3. ANTECEDENTES _____	4
3.1 INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES –INAB- _____	4
3.2 PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES -PINFOR- _____	4
3.2.1 Los Incentivos _____	5
3.2.2 Misión del PINFOR _____	5
3.2.3 Visión del PINFOR _____	5
3.2.4 Beneficiarios del PINFOR _____	6
3.2.5 Objetivos del PINFOR _____	6
3.2.6 Duración del Programa _____	6
3.2.7 Montos a Incentivar _____	6
3.2.8 Metas _____	8
3.2.9 Áreas prioritarias _____	8
3.2.10 Área mínima _____	9
3.2.11 Requisitos de Ingreso al PINFOR _____	9
3.3 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO _____	10
3.3.1 Localización geográfica y extensión territorial _____	10
3.3.2 División político administrativa _____	10
3.3.3 Condiciones climáticas _____	11
3.3.4 Zonas de Vida _____	12
3.3.5 Fisiografía _____	13
4. OBJETIVOS _____	16
5. METODOLOGÍA _____	17
5.1.2 Recopilación de Información _____	17
5.2.1 Visitas de Campo _____	17
5.3.1 Análisis de Información _____	17
6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN _____	18
6.1 Distribución de Proyectos Incentivados por año _____	18
6.2 Distribución de Proyectos Incentivados por Tipo y Año _____	19
6.3 Distribución de Proyectos Incentivados por Municipio _____	21
6.4 Distribución de Proyectos Incentivados por Tipo de Usuario _____	22
6.5 Distribución de Proyectos Incentivados para Hule, por año _____	23
6.6 Distribución de Proyectos que No Procedieron, por año _____	24
6.7 Distribución de Proyectos por Especie _____	25
7. CONCLUSIONES _____	26
8. RECOMENDACIONES _____	28
9. BIBLIOGRAFIA _____	29

CAPÍTULO II	30
INVESTIGACIÓN	30
1. INTRODUCCIÓN	31
2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	33
3. MARCO TEÓRICO	34
3.1 MARCO CONCEPTUAL	34
3.1.1 DESCRIPCIÓN DE ESPECIES:	34
Pinus caribaea Morelet	34
a. Clasificación Taxonómica	34
b. Descripción Morfológica	34
c. Origen / Extensión	35
d. Ecología	35
e. Aspectos Fenológicos	36
f. Aspectos Fisiológicos	36
g. Efectos restauradores y Servicios al Ambiente	37
h. Ventajas y desventajas	37
i. Usos de los diferentes productos	38
Tectona grandis L.f	39
a. Clasificación Taxonómica	39
b. Área de Distribución natural y Naturalización	40
c. Suelos y Topografía	41
d. Cobertura Forestal Asociada	41
e. Flores y Fruto	41
f. Comportamiento Radical	42
g. Reacción a la competencia	42
h. Agentes Dañinos	43
i. Plantación	44
j. Usos	44
3.1.2 PRODUCTOS FORESTALES	45
3.1.3 TERMINOS RELACIONADAS CON LA CUBICACIÓN	46
3.1.4 DIFERENTES VOLÚMENES QUE PUEDEN DEFINIRSE EN UN ÁRBOL	46
3.1.5 DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE ÁRBOLES INDIVIDUALES	46
3.1.6 TABLAS DE VOLUMEN	48
3.1.7 ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL VOLUMEN Y SELECCIÓN DEL MODELO MÁS APROPIADO	50
3.2 MARCO REFERENCIAL	53
3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO	53
A. Localización geográfica	53
B. División político administrativa	53
C. Condiciones climáticas	54
D. Zonas de Vida	55
E. Fisiografía	56
3.2.2 ESTUDIOS DE DISTRIBUCIÓN DEL VOLUMEN POR PRODUCTO DE ESPECIES FORESTALES	56
3.2.3 ESTUDIOS SOBRE LA ELABORACIÓN DE TABLAS DE VOLUMEN	56
3.2.4 ESTUDIOS SOBRE DETERMINACIÓN DE MODELOS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN EN ÁRBOLES INDIVIDUALES	58
3.2.5 GENERALIDADES DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES –PINFOR-	59
A. Los incentivos	59
B. Misión del PINFOR	59
C. Visión del PINFOR	59
D. Objetivos del PINFOR	59
E. Duración del Programa	60

F. Montos a incentivar _____	60
G. Áreas prioritarias _____	60
4. OBJETIVOS _____	61
4.1 GENERAL _____	61
4.2 ESPECÍFICOS: _____	61
5. METODOLOGÍA _____	62
5.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO _____	62
5.2 SELECCIÓN DE PROYECTOS _____	63
5.2.1 SELECCIÓN DE RODALES _____	65
5.2.2 SELECCIÓN DE ÁRBOLES MUESTRA _____	65
5.3 DISEÑO DE MUESTREO _____	66
5.3.1 TIPO DE MUESTREO _____	66
5.3.2 CATEGORÍAS DIAMÉTRICAS _____	66
5.4 TOMA DE DATOS _____	67
5.4.1 DATOS DASOMÉTRICOS DEL RODAL _____	67
5.4.2 VARIABLES A MEDIR _____	68
5.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN _____	72
6.5.1 ELABORACION Y DESPLIEGUE DE TABLAS _____	75
6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN _____	76
6.1 DATOS DE LOS PROYECTOS _____	76
6.2 <i>Pinus caribaea</i> _____	77
6.2.1 Diagramas de Dispersión _____	77
6.2.2 Selección de Modelos _____	79
6.2.3 Análisis de Residuales _____	82
6.2.4 Calidad de ajuste de los modelos seleccionados _____	84
6.3 <i>Tectona grandis</i> _____	90
6.3.1 Diagramas de Dispersión _____	90
6.3.2 Selección de modelos _____	91
6.3.3 Análisis de Residuales _____	96
7. CONCLUSIONES _____	103
8. RECOMENDACIONES _____	106
9. BIBLIOGRAFÍA _____	107
10. APÉNDICE _____	110

CAPÍTULO III	114
SERVICIOS REALIZADOS	114
1. PRESENTACIÓN	115
2. JUSTIFICACIÓN	116
3. SERVICIO 1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES –PINFOR- EN LA SUBREGIÓN III-2, ZACAPA	117
3.2 ANTECEDENTES	117
INAB Región III Nor-Oriente	117
Subregión III-2, Zacapa	118
Descripción del Departamento	118
Localización geográfica y extensión territorial	118
Condiciones Climáticas	119
Zonas de Vida	119
Topografía y relieve	120
Fisiografía	121
Hidrografía	121
Suelos	121
Taxonomía de los Suelos	122
Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra	122
3.3 OBJETIVOS	123
3.3.1 General:	123
3.3.2 Específicos:	123
1.4 METODOLOGÍA	124
3.4.1 Fase de Gabinete	124
A. Recopilación de Información	124
3.4.2 Fase de Campo	124
A. Visitas de Campo	124
3.4.3 Fase de Gabinete	124
A. Análisis de Información	124
1.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN	125
3.5.1 Distribución del Área ingresada a PINFOR por año	125
3.5.2 Distribución del área incentivada por año	127
3.5.3 Distribución del área no incentivada de los proyectos PINFOR	128
3.5.4 Distribución del área de los Proyectos Activos	131
3.5.5 Distribución del área incentivada por Municipio	136
3.5.6 Distribución del área incentivada por Tipo de usuario	139
3.5.7 Distribución del área incentivada por Tipo de Proyecto	142
3.5.8 Distribución del área incentivada por Especie	147
3.3 CONCLUSIONES	153
4. SERVICIO 2. CAPACITACIONES Y TALLERES	154
4.1 TALLER PARA USUARIOS DE PINFOR SOBRE EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES DE CONÍFERAS, PRÁCTICAS SILVICULTURALES INTERMEDIAS (PODAS Y RALEOS)	154
4.1.1 Problemática	154
4.2 CAPACITACIÓN DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE PRIMARIA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL BOSQUE	157
4.3 CAPACITACIÓN Y PRÁCTICA DE CONOCIMIENTO Y UTILIZACIÓN DEL ARC-VIEW, DIRIGIDA A PERSONAL TÉCNICO DE LA SUBREGIÓN III-2	162

5. SERVICIO 3. ELABORACIÓN DE UN FOLLETO SOBRE MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES DE CONÍFERAS, IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS SILVICULTURALES INTERMEDIAS, PARA EXTENSIÓN A USUARIOS DE PINFOR	163
6. SERVICIO 4. APOYO EN LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PLAN OPERATIVO ANUAL DE LA SUB-REGIÓN	178
6.1 Problemática	178
6.2 Objetivo	178
6.3 Metodología	178
6.4 Resultados	178
6.5 Evaluación	179
7. SERVICIO 5. GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DIGITAL SOBRE LOS PROYECTOS DEL PINFOR DE LA SUBREGIÓN III-2, UTILIZANDO ARC VIEW	180
7.1 Problemática	180
7.2 Objetivo	180
7.3 Metodología	180
7.4 Resultados	181
8. CONCLUSIONES	192
9. RECOMENDACIONES	193
10. .BIBLIOGRAFÍA	195

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA		PÁGINA
Figura I.1.	Localización geográfica del departamento de Izabal con sus respectivos municipios.	11
Figura I.2.	Distribución del área incentivada por año en la Subregión de Izabal.....	18
Figura I.3.	Distribución del área en porcentaje, incentivada por año en la Subregión de Izabal.	19
Figura I.4.	Distribución de Área y Tipo de Proyectos incentivados con PINFOR, por año, en el Departamento de Izabal.	20
Figura I.5.	Distribución del Área Incentivada mediante PINFOR por Municipio, en el departamento de Izabal.....	21
Figura I.6.	Distribución del área Incentivada mediante PINFOR, según Tipo de Usuario, en el departamento de Izabal.....	22
Figura I.7.	Distribución del Área Incentivada para hule, mediante PINFOR, en el departamento de Izabal.....	23
Figura I.8.	Distribución del Área de Proyectos que no han procedido en el PINFOR, departamento de Izabal.....	24
Figura I.9.	Distribución del área incentivada por especie, en el departamento de Izabal.....	25
Figura II.1.	Área de distribución natural de Pino caribe en las indias occidentales y el Este de América Central(6)	35
Figura II.2.	Distribución natural de la Teca, <i>Tectona grandis</i> en la India. (29)	40
Figura II.3.	Ubicación geográfica del área de estudio en el departamento de Izabal.	54
Figura II.4.	Zonas de vida del área de estudio, en los municipios muestreados en el departamento de Izabal.....	57
Figura II.5.	Ubicación geográfica de los proyectos muestreados en la región de estudio, departamento de Izabal.....	64
Figura II.6.	Rodal de Teca seleccionado para tomar datos de campo en la presente investigación, Finca Santa Elisa, Morales, Izabal	65
Figura II.7.	Medición de diámetros en un árbol de <i>Pinus caribaea</i> a cada dos metros, Finca La Cumbre, Morales, Izabal.	69
Figura II.8.	Distribución del volumen total real Con Corteza y Sin Corteza de <i>Pinus caribaea</i> , en función del DAP.....	77
Figura II.9.	Diagrama de dispersión de los datos reales de porcentaje de trocillo de <i>Pinus caribaea</i>	78
Figura II.10.	Diagrama de dispersión de los datos reales de porcentaje de leña para <i>Pinus caribaea</i>	78
Figura II.11.	Gráfica de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen total con corteza para <i>Pinus caribaea</i>	82
Figura II.12.	Gráfica de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen total sin corteza para <i>Pinus caribaea</i>	82
Figura II.13.	Gráfica de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo para <i>Pinus caribaea</i>	83
Figura II.14.	Gráfica de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen de leña para <i>Pinus caribaea</i>	83
Figura II.15.	Gráfico del volumen real y ajustado para el modelo de regresión seleccionado en el volumen total con corteza para <i>Pinus caribaea</i>	84
Figura II.16.	Gráfico del volumen real y el ajustado por el modelo seleccionado para calcular el volumen total sin corteza para <i>Pinus caribaea</i>	84
Figura II.17.	Gráfico del volumen real y ajustado del modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo para <i>Pinus caribaea</i>	85
Figura II.18.	Gráfico del Volumen real y ajustado, del modelo seleccionado para estimar el volumen de leña para <i>Pinus caribaea</i>	85
Figura II.19.	Diagrama de dispersión de los datos reales del volumen total de <i>Tectona grandis</i>	90
Figura II.20.	Diagrama de dispersión de los datos reales del porcentaje de trocillo para <i>Tectona grandis</i>	91

Figura II.21.	Diagrama de dispersión de los datos reales del porcentaje de leña para <i>Tectona grandis</i>	91
Figura II.22.	Gráfico de residuales para el modelo de volumen total ($V = a + b D^{1.5588} H^{1.2103}$) para <i>Tectona grandis</i>	96
Figura II.23.	Gráfico de Residuales para el modelo de volumen total ($\sqrt{V} = a + b D \ln(H)$) para <i>Tectona grandis</i>	96
Figura II.24.	Gráfico de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo en <i>Tectona grandis</i>	97
Figura II.25.	Gráfico de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen de leña en <i>Tectona grandis</i>	97
Figura II.26.	Gráfica del volumen real y volúmenes ajustados de los modelos seleccionados para estimar el volumen total en <i>Tectona grandis</i>	98
Figura II.27.	Gráfica del volumen real y ajustado del modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo en <i>Tectona grandis</i>	98
Figura II.28.	Gráfica del volumen real y ajustado del modelo seleccionado para estimar el volumen de leña en <i>Tectona grandis</i>	99
Figura II.29A.	Regiones fisiográficas del área de estudio, en el departamento de Izabal.	110
Figura III.1.	Localización geográfica del Departamento de Zacapa, y sus municipios.	119
Figura III.2.	Distribución del área del total de proyectos ingresados al PINFOR por año, en la subregión III-2, Zacapa.	126
Figura III.3.	Distribución del área incentivada del PINFOR por año, en la subregión III-2, Zacapa.....	127
Figura III.4.	Distribución del área de los proyectos no incentivados, clasificados por el motivo de la denegación del incentivo, en la subregión III-2, Zacapa.	130
Figura III.5.	Distribución del área de los proyectos PINFOR activos por Fase de Mantenimiento en la que se encuentran en el año 2005, subregión III-2 Zacapa.	132
Figura III.6.	Distribución del área de los proyectos PINFOR de Manejo de Bosques Naturales de Protección por Fases de Mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.....	134
Figura III.7.	Distribución del área de los proyectos PINFOR activos de Reforestación por Fase de mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.	135
Figura III.8.	Distribución del área incentivada de proyectos PINFOR por municipio, subregión III-2, Zacapa.	136
Figura III.9.	Distribución del área incentivada de PINFOR por tipo de usuario, subregión III-2 Zacapa	140
Figura III.10.	Clasificación del área incentivada de los proyectos PINFOR por año y por tipo de usuario.	141
Figura III.11.	Distribución del área incentivada en proyectos PINFOR por tipo de Proyectos, subregión III-2 Zacapa.	142
Figura III.12.	Distribución del número de proyectos PINFOR incentivados por año y por tipo de Proyecto, subregión III-2 Zacapa	144
Figura III.13.	Distribución del área incentivada de PINFOR por año y por tipo de Proyecto, subregión III-2 Zacapa.	145
Figura III.14.	Clasificación del área de los proyectos PINFOR por Tipo de proyecto y Tipo de propietario, subregión III-2 Zacapa.	146
Figura III.15.	Distribución del área incentivada y número de los proyectos PINFOR de Reforestación por Tipo de especie en la subregión III-2 Zacapa.	148
Figura III.16.	Distribución de las especies de coníferas utilizadas para reforestar en los Proyectos PINFOR según el área reforestada, subregión III-2. Zacapa.	149
Figura III.17.	Distribución de las especies de latifoliadas utilizadas en los proyectos de Reforestación PINFOR, según el área reforestada.	150
Figura III.18.	Distribución de las principales especies utilizadas en los proyectos de Manejo de Bosques naturales de protección, subregión III-2 Zacapa.....	152
Figura III.19.	Diagrama de la forma de marcar el raleo en una plantación forestal. (1).....	171

Figura III.20.	Corte transversal de dos troncos de árboles, el primero sin poda y el segundo con poda. (1)	173
Figura III.21.	Altura de poda en un árbol. (1)	174
Figura III.22.	Diagrama de un corte ideal y un corte mal hecho, en una poda de un árbol. (1)	174
Figura III.23.	Tipo de corte ideal en la poda de un árbol. (1)	175
Figura III.24.	Daños causados al árbol posterior a una poda con machete mal efectuada. (1)	176
Figura III.25.	Mapa de la Ubicación geográfica de los proyectos PINFOR de la Subregión III-2, Zacapa, por año, localizando los proyectos que están dentro de área protegidas	187
Figura III.26.	Mapa de Ubicación geográfica de los proyectos PINFOR de la Subregión III-2, Zacapa, por año	188
Figura III.27.	Mapa de Ubicación Geográfica de los proyectos del PINFOR en la Subregión III-2, Zacapa, por año y su localización en cada municipio.	189
Figura III.28.	Mapa de Ubicación Geográfica de los proyectos del PINFOR por Tipo de Usuario, de la Subregión III-2, Zacapa	190
Figura III.29.	Mapa de Ubicación Geográfica de los proyectos del PINFOR por Tipo de proyecto, de la Subregión III-2, Zacapa.	191

ÍNDICE DE CUADROS

CUADRO		PÁGINA
Cuadro I.1.	Montos a Incentivar para proyectos de Reforestación, mediante PINFOR.	7
Cuadro I.2.	Montos a Incentivar por Proyectos de Manejo de Bosques Naturales con fines de Protección, a través de PINFOR.	7
Cuadro I.3.	Montos a Incentivar por Proyectos de Manejo de Bosques Naturales con fines de Producción, mediante PINFOR.	8
Cuadro I.4.	Áreas establecidas como metas para el PINFOR.	8
Cuadro I.5.	Extensión Territorial por municipio.	10
Cuadro I.6.	.Zonas de Vida de Holdridge, para el Departamento de Izabal.	12
Cuadro I.7.	Regiones Fisiográficas del departamento de Izabal.	14
Cuadro I.8.	Área Incentivada con PINFOR, por Tipo de Proyecto y Año , en el Departamento de Izabal.	20
Cuadro II.1.	Extensión Territorial por municipio.	53
Cuadro II.2.	Montos a incentivar por PINFOR, para planes de Reforestación.	60
Cuadro II.3.	Proyectos de Plantaciones Forestales establecidas a través de PINFOR, en fases de mantenimiento 4 y 5, con <i>Pinus caribaea</i> y <i>Tectona grandis</i> .	62
Cuadro II.4.	Proyectos autorizados para recolectar los datos de la investigación.	63
Cuadro II.5.	Características de los árboles muestra de <i>Pinus caribaea</i> .	67
Cuadro II.6.	Características de los árboles muestra de <i>Tectona grandis</i> .	67
Cuadro II.7.	Coefficientes de Apilamiento (K) obtenidos para ubicar el volumen real de leña.	71
Cuadro II.8.	Fórmulas utilizadas para determinar el volumen de los diferentes productos a extraer del árbol.	72
Cuadro II.9.	Descripción de características relevantes en los proyectos muestreados.	76
Cuadro II.10.	Modelos matemáticos propuestos por el sistema de SAS, con sus respectivos valores estadísticos, para <i>Pinus caribaea</i> .	79
Cuadro II.11.	Indicadores estadísticos utilizados para seleccionar el modelo matemático definitivo para representar los diferentes volúmenes de productos, en <i>Pinus caribaea</i> .	80
Cuadro II.12.	Modelos matemáticos seleccionados para representar el volumen por producto de <i>Pinus caribaea</i> con sus respectivos coeficientes de regresión y valores de F para cada coeficiente.	81
Cuadro II.13.	Modelos matemáticos elegidos para la elaboración de las Tablas de volumen para <i>Pinus caribaea</i> .	86
Cuadro II.14.	Tabla de Volumen total sin corteza para plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> para Izabal	87
Cuadro II.15.	Tabla de Volumen Total (m ³) con corteza para plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> para Izabal.	88
Cuadro II.16.	Tabla de Distribución del volumen por producto para plantaciones de <i>Pinus caribaea</i> para Izabal.	89
Cuadro II.17.	Modelos matemáticos seleccionados por el paquete estadístico SAS 6.12, con sus respectivos valores estadísticos, para <i>Tectona grandis</i> .	92
Cuadro II.18.	Indicadores estadísticos utilizados para seleccionar el modelo matemático definitivo para representar los diferentes volúmenes de productos, en <i>Tectona grandis</i> .	94
Cuadro II.19.	Modelos matemáticos seleccionados para representar el volumen total y por producto de <i>Tectona grandis</i> con sus respectivos coeficientes de regresión y valores de F para cada coeficiente.	95
Cuadro II.20.	Modelos matemáticos seleccionados para elaborar las Tablas de Volumen para plantaciones de <i>Tectona grandis</i> en Izabal.	99
Cuadro II.21.	Tabla de Volumen total (m ³) para plantaciones de <i>Tectona grandis</i> para Izabal.	101
Cuadro II.22.	Tabla de Distribución del Volumen por producto en porcentaje de <i>Tectona grandis</i> para Izabal.	102
Cuadro II.23A.	Tabla de volumen por Producto de <i>Pinus caribaea</i> para Izabal	111

Cuadro II.24A.	Tabla de Volumen por producto (m ³) de <i>Tectona grandis</i> para Izabal.	112
Cuadro II.25A.	Boletas de toma de datos en el campo.	113
Cuadro III.1.	Cuantificación de pendientes agrupadas según metodología USDA para el departamento de Zacapa.	121
Cuadro III.2.	Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra del departamento de Zacapa	122
Cuadro III.3.	Área del total de proyectos ingresados al PINFOR por año y número de proyectos ingresados por año, en la subregión III-2, Zacapa	126
Cuadro III.4.	Área incentivada del PINFOR y número de proyectos incentivados, por año, en la subregión III-2, Zacapa.	128
Cuadro III.5.	Distribución del área No Incentivada, por año y por Causa de la denegación del incentivo, en la subregión III-2, Zacapa.	130
Cuadro III.6.	Distribución del número de proyectos PINFOR no incentivados por año y por motivo, en la subregión III-2, Zacapa.	131
Cuadro III.7.	Distribución del área y número de proyectos PINFOR activos por Fase de Mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.	133
Cuadro III.8.	Área y número de proyectos PINFOR de Manejo de Bosques Naturales de Protección por fases de mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.	134
Cuadro III.9.	Área y número de proyectos activos de PINFOR de Reforestación clasificados por fase de mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.	135
Cuadro III.10.	Clasificación de área y número de proyectos PINFOR incentivados por municipio, subregión III-2 Zacapa.	137
Cuadro III.11.	Distribución de las áreas incentivadas de PINFOR por Municipio y Año, subregión III-2, Zacapa.	138
Cuadro III.12.	Distribución del número de proyectos PINFOR incentivados por municipio y por año, subregión III-2 Zacapa	138
Cuadro III.13.	Clasificación del área incentivada y número de proyectos incentivados del PINFOR por tipo de usuario, subregión III-2 Zacapa.	140
Cuadro III.14.	Distribución del área incentivada de los proyectos PINFOR por año y pro tipo de usuario, subregión III-2 Zacapa	141
Cuadro III.15.	Distribución del número de proyectos incentivados de PINFOR por año y por tipo de propietario, subregión III-2 Zacapa.	142
Cuadro III.16.	Clasificación del área y número de proyectos incentivados de PINFOR por Tipo de proyecto, subregión III-2, Zacapa.	143
Cuadro III.17.	Clasificación por año y por tipo de proyecto, del número de proyectos PINFOR incentivados, subregión III-2 Zacapa.	144
Cuadro III.18.	Clasificación de las áreas incentivada de PINFOR por año y por Tipo de Proyecto, subregión III-2 Zacapa.	145
Cuadro III.19.	Clasificación del área incentivada de PINFOR por Tipo de Proyecto y Tipo de propietario, subregión III-2 Zacapa.	146
Cuadro III.20.	Clasificación del número de proyectos incentivados de PINFOR por Tipo de Proyecto y Tipo de Propietario.	147
Cuadro III.21.	Clasificación del área incentivada y número de proyectos PINFOR de Reforestación por Tipo de especie en la subregión III-2 Zacapa.	148
Cuadro III.22.	Descripción de las especies de Coníferas utilizadas en los proyectos de reforestación incentivados por el PINFOR, subregión III-2, Zacapa.	149
Cuadro III.23.	Descripción de las especies latifoliadas utilizadas en los proyectos PINFOR de reforestación, subregión III-2 Zacapa.	151
Cuadro III.24.	Descripción de las principales especies utilizadas en los proyectos de Manejo de Bosques Naturales de Protección, subregión III-2 Zacapa.	152
Cuadro III.25.	Descripción de los beneficiados con el Taller de Manejo de Plantaciones Forestales en número de personas y área de incidencia .	156
Cuadro III.26.	Repartición de los manuales de Manejo de Plantaciones Forestales de Coníferas, elaborados dentro de la práctica	164
Cuadro III.27.	Contabilización de las actividades realizadas dentro del Ejercicio Profesional Supervisado, como apoyo al POA de las subregiones de Izabal y Zacapa del INAB.	179

Cuadro III.28. Listado de Proyectos del PINFOR de la Subregión III-2, Zacapa, con sus respectivas coordenadas geográficas (Datum WGS 84)

RESUMEN

El contenido del documento que se presenta a continuación corresponde al trabajo de graduación realizado en el Instituto Nacional de Bosques –INAB-, específicamente en las subregiones III-1, Izabal, y III-2, Zacapa. En el mismo se presenta un informe completo sobre las tres actividades que conforman el Ejercicio Profesional Supervisado, -EPS-, de la Facultad de Agronomía, Universidad de San Carlos de Guatemala, las cuales son: Diagnóstico, Investigación y Servicios. El mismo se llevó a cabo de Agosto de 2,005 a Mayo 2,006.

Debido a que el INAB constituye el órgano de dirección y autoridad competente del Sector Público Agrícola, en materia Forestal, se encuentran dentro de sus atribuciones la coordinación del Programa de Incentivos Forestales, -PINFOR-, el cual se implementó en el país para aumentar la actividad forestal a nivel nacional, reducir la deforestación, y generar servicios ambientales y empleo en el área rural. Convirtiéndose así, este programa en una de las principales funciones que realiza el INAB en el país.

La realización de este trabajo se enfocó principalmente al PINFOR, inicialmente se realizó un Diagnóstico de la situación actual del Programa de Incentivos Forestales –PINFOR- en la Subregión III-1, INAB-Izabal, en el cual se ejecutó una evaluación general de la situación actual del PINFOR en esta subregión, concluyendo en que, desde 1997, año en que inició el PINFOR, hasta el 2005, el área reforestada ha ido aumentando paulatinamente en esta subregión, y le corresponde al año 2,000 los mayores porcentajes de área incentivada. Del total de área incentivada, en este departamento, que son 14,223.26 Has., el 39.65% corresponde a proyectos de Reforestación y el 60.35% a proyectos de Manejo de Bosque Natural de Protección. Las especies más utilizadas para los proyectos de Reforestación son *Tectona grandis*, *Gmelina arborea* y *Pinus caribaea*.

Los datos anteriores confirman la importancia del departamento de Izabal dentro del PINFOR, ya que a nivel nacional las especies más utilizadas en proyectos de Reforestación dentro de este programa son *Tectona grandis* y *Pinus caribaea*, reportando para el departamento de Izabal los mejores datos de rendimiento forestal, debido a las características climáticas y fisiográficas del departamento.

Dentro de los objetivos del PINFOR se tiene el incentivar la inversión en proyectos forestales, como un medio para incrementar la participación del sector forestal en la economía nacional, y

para poder llevar a cabo este objetivo, es necesario contar con información volumétrica de las plantaciones forestales establecidas mediante PINFOR.

Bajo este concepto se enfocó la realización de la Investigación, la cual correspondió a realizar una: **“Distribución del volumen por producto de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis y *Tectona grandis* L. f. en plantaciones forestales de 5 y 6 años, establecidas a través del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR-, en el departamento de Izabal”**.

Se realizó la delimitación de edades mencionada anteriormente, debido a que las plantaciones de estas especies en Izabal se encuentran en dichas edades, y ya que las condiciones de desarrollo de las mismas son adecuadas para la realización de tratamientos silviculturales, específicamente raleos, se pudo contemplar una investigación que se orientara hacia producción forestal, realizando una distribución de los diferentes productos que se pueden obtener del aprovechamiento de las plantaciones en estas edades.

En la investigación se evaluaron y seleccionaron mediante técnicas de regresión y análisis estadísticos, modelos matemáticos para estimar la distribución del volumen por producto y el volumen total en árboles individuales de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*, y al final se elaboraron a partir de los modelos matemáticos seleccionados, tablas de volumen por producto y volumen total para árboles individuales de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*.

Finalmente con lo que respecta a los Servicios Realizados, éstos se llevaron a cabo tanto en la Subregión de Izabal como en la de Zacapa. Siempre orientados hacia un apoyo para todas las actividades que competen al PINFOR. Se realizó un Diagnóstico de la Situación Actual del PINFOR en la subregión III-2, Zacapa, la Elaboración de un Folleto sobre Manejo de Plantaciones Forestales de Coníferas, Implementando Prácticas Silviculturales Intermedias, para extensión a usuarios de PINFOR, Apoyo en las diferentes actividades realizadas en el Plan Operativo Anual de las sub-regiones III-1 y III-2 , Generación de una base de datos digital sobre los proyectos del PINFOR de la subregión III-2, utilizando Arc View y también se realizaron diferentes capacitaciones y talleres dirigidos tanto a usuarios de PINFOR como al personal técnico de la subregión III-2 de Zacapa..

Para poder ejecutar satisfactoriamente el Ejercicio Profesional Supervisado –EPS-, se contó con el apoyo de la Facultad de Agronomía -FAUSAC-, de la Universidad de San Carlos de Guatemala y con el Instituto Nacional de Bosques, -INAB-.

CAPÍTULO I

DIAGNÓSTICO

DIAGNÓSTICO DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES EN LA SUBREGIÓN DE III-1 INAB- IZABAL

1. INTRODUCCIÓN

El Instituto Nacional de Bosques “INAB” es el Servicio Forestal Nacional, que constituye el órgano de dirección y autoridad competente del Sector Público Agrícola, en materia Forestal.

Las atribuciones del INAB se encuentran claramente establecidas en la Ley Forestal, las cuales se interpretan en términos de promover la conservación, producción y restauración de los bosques y las tierras de vocación forestal. El Programa de Incentivos Forestales se implementó en el país como una política forestal para aumentar la actividad forestal a nivel nacional.

El Instituto Nacional de Bosques divide el país en 9 regiones, de las cuales la región III está compuesta por los departamentos de El Progreso, Zacapa, Chiquimula e Izabal, este último ocupa el tercer lugar de las áreas prioritarias de producción forestal definidas para el país.

Desde el año 1997, el Programa de Incentivos Forestales empieza a operar en el Departamento de Izabal. Actualmente, este departamento cuenta con 160 proyectos dentro del Programa de Incentivos Forestales que están vigentes. En su mayoría, las fincas que están dentro del programa operan con proyectos de Reforestación o Protección de Bosque Natural.

Con el fin de conocer la situación actual del Programa de Incentivos Forestales en la Sub región III – 1, se realiza una clasificación de los proyectos de acuerdo al Año de Plantación, a la Ubicación dentro del departamento, al tipo de Proyecto y Tipo de Usuario, y tipo de especies utilizadas.

Para efectos del presente documento se entenderán las siguientes abreviaturas Instituto Nacional de Bosques –INAB-, Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-.

2. PROBLEMÁTICA

Uno de los objetivos principales del PINFOR consiste en generar una masa crítica de bosques productores de materia prima, para el desarrollo de la industria forestal. Con este fin se vuelve indispensable generar información sobre la oferta y la demanda de la materia prima en el sector forestal. Los proyectos del PINFOR, en la actualidad, representan una fuente importante de materia prima y a la vez de empleo en el área rural, sin embargo no se cuenta con la información requerida para establecer la potencialidad que estas plantaciones puedan representar.

Dentro de las áreas prioritarias del PINFOR, el departamento de Izabal se encuentra en tercer lugar, en la actualidad se cuentan con 160 proyectos en el departamento, establecidos con diversas especies, no obstante, se han definido especies prioritarias para la zona, como lo son el Pino caribe *Pinus caribaea* y Teca; *Tectona grandis*, de estos proyectos, algunos ya se encuentran en las condiciones de desarrollo necesario para generar algún tipo de ingreso al usuario del PINFOR, debido a que es factible realizar prácticas silvícolas, como raleos, las cuales generen beneficios económicos significativos, para el usuario.

Determinar el potencial que representan las plantaciones establecidas con el PINFOR permite establecer la oferta disponible de materia prima, y mediante la generación de este tipo de información, se facilita el proceso de aprovechamiento forestal, y a la vez se estimula el mismo.

Los proyectos del PINFOR establecidos en la subregión III-1, INAB-Izabal, están compuestos tanto por plantaciones, como por Manejo de Bosques naturales para protección, implementando diversas especies, perteneciendo a diferente tipo de usuario, volviéndose necesario clasificar la información, para que ésta se encuentre de manera ordenada y sea factible analizarla fácilmente.

3. ANTECEDENTES

3.1 INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES –INAB-

Debido a que el INAB constituye el órgano de dirección y autoridad competente del Sector Público Agrícola, en materia Forestal (2), a éste le competen todas las actividades forestales que se llevan a cabo dentro del país.

Específicamente el INAB tiene las siguientes atribuciones:

- a. Ejecutar las políticas forestales que cumplan con los objetivos de la ley forestal.
- b. Promover y fomentar el desarrollo forestal del país mediante el manejo sostenido de los bosques, la reforestación, la industria y la artesanía forestal, basada en los recursos forestales, la protección y desarrollo de las cuencas hidrográficas.
- c. Impulsar la investigación para la resolución de problemas de desarrollo forestal a través de programas ejecutados por universidades y otros entes de investigación.
- d. Coordinar la ejecución de programas de desarrollo forestal a nivel nacional.
- e. Otorgar, denegar, supervisar, prorrogar y cancelar el uso de las concesiones forestales de las licencias de aprovechamiento de productos forestales, fuera de las áreas protegidas; desarrollar programas y proyectos para la conservación de los bosques y colaborar con las entidades que así lo quieran.
- f. Incentivar y fortalecer las carreras técnicas y profesionales en materia forestal.

3.2 PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES -PINFOR-

El Programa de Incentivos Forestales (**PINFOR**), es una herramienta de la política forestal nacional de largo plazo que promueve el Instituto Nacional de Bosques, INAB, con miras a impulsar el fomento de la producción forestal sostenible en el país, mediante el estímulo a la inversión en las actividades de forestación, reforestación y manejo de bosques naturales.

A fines de 1996, el decreto legislativo 101-96, crea el Instituto Nacional de Bosques, INAB, delegándole en coordinación con el Ministerio de Finanzas Públicas, la responsabilidad de otorgar incentivos a los propietarios de tierras de vocación forestal, que se dediquen a la ejecución de proyectos forestales. De ahí nace el PINFOR, que en 1997 inicia sus acciones.

3.2.1 Los Incentivos

Son un pago en efectivo que el Estado otorga al propietario de tierras de vocación forestal por ejecutar proyectos de reforestación o manejo de bosques naturales con fines de producción y protección. El incentivo se otorga una sola vez para la misma área de acuerdo al plan de manejo aprobado por el INAB.

3.2.2 Misión del PINFOR

El **PINFOR** fomenta la creación de núcleos de producción forestal regional de alta productividad, para impulsar la oferta de productos forestales competitivos, reducir la deforestación, generar servicios ambientales y empleo en el área rural.

3.2.3 Visión del PINFOR

Es el instrumento de política forestal que promueve una mayor incorporación de la población guatemalteca al sector forestal.

El PINFOR incentiva la inversión para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales, el manejo sostenido de bosques naturales y la silvicultura con fines ambientales. El PINFOR convierte a Guatemala en el líder de la producción de bienes y servicios ambientales de la región.

3.2.4 Beneficiarios del PINFOR

Dentro del PINFOR pueden participar diversos beneficiarios, dentro de los cuales tenemos:

- a. Municipalidades y Comunidades
- b. Pequeños, medianos y grandes propietarios
- c. Grupos sociales organizados

3.2.5 Objetivos del PINFOR

- a. Mantener y mejorar la producción forestal sostenible, incorporando los bosques naturales a la producción económica productiva.
- b. Incorporar tierras de vocación forestal desprovistas de bosques a la actividad forestal, a través del establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales y/o la regeneración natural.
- c. Generar una masa crítica de bosques productores de materia prima, para el desarrollo de la industria forestal.
- d. Incentivar el mantenimiento y la creación de bosques para la generación de servicios ambientales.

3.2.6 Duración del Programa

El PINFOR estará vigente hasta el año 2017. Durante éste período de tiempo, el estado otorgará incentivos forestales a los propietarios de tierras de vocación forestal, una sola vez para la misma área de acuerdo al plan de reforestación y/o manejo aprobado por le INAB.

3.2.7 Montos a Incentivar

El incentivo para la actividad de reforestación será hasta por seis años conforme se indica en el Cuadro I.1.

Cuadro I.1. Montos a Incentivar para proyectos de Reforestación, mediante PINFOR.

Año	Incentivos (Q/ha)
0	5,000
1	2,100
2	1,800
3	1,400
4	1,300
5	800
Total	12,400
MONTOS DE REFORESTACIÓN POR REGENERACIÓN NATURAL	
Establecimiento	Q 5,000.00
Mantenimiento 1	Q 1,400.00
Mantenimiento 2	Q 760.00
Mantenimiento 3	Q 500.00
Mantenimiento 4	Q 310.00
Mantenimiento 5	Q 660.00

Para el manejo de bosques naturales con fines de protección se otorgará un incentivo anual por hectárea, hasta por cinco años, como se puede verificar en el Cuadro I.2:

Cuadro I.2. Montos a Incentivar por Proyectos de Manejo de Bosques Naturales con fines de Protección, a través de PINFOR.

Area (ha)	Incentivos (Q.)
< 5	2,660.30 por hectárea
5<15	13,301.50+514.68 por ha. adicional hasta 15 ha.
15<45	18,448.30+207.43 por ha. adicional hasta 45 ha
45<90	24,671.20+178.62 por ha. adicional hasta 90 ha
>90	32,709.10+175.03 por ha. Adicional

También se otorgará un incentivo por hectárea para el manejo de bosques naturales con fines de producción, hasta por cinco años, como se indica a continuación (ver Cuadro I.3):

Cuadro I.3. Montos a Incentivar por Proyectos de Manejo de Bosques Naturales con fines de Producción, mediante PINFOR.

Area (ha)	Incentivos (Q.)
<5	2,807.04 por hectárea
5<15	14,035.20+581.65/ha adicional hasta 15 ha
15<45	19,851.70 + 271.23/ha adicional hasta 45 ha
45<90	27,988.60+188.18/ha adicional hasta 90 ha
>90	36,456.70+190.98 por ha adicional

3.2.8 Metas

Por ser un programa de largo plazo, las metas se han definido para el período 1997-2017, las cuales aparecen en el Cuadro I.4:

Cuadro I.4. Áreas establecidas como metas para el PINFOR.

Actividad	Metas (ha)
1. Plantaciones forestales	285,000
2. Manejo de bosques naturales	650,000
3. Mantenimiento de plantaciones	285,000

3.2.9 Áreas prioritarias

El PINFOR se ejecuta principalmente en un área prioritaria, tomando en cuenta su índice de importancia forestal, su ubicación estratégica para recuperar ecológicamente áreas bajo fuerte presión y el apoyo que pueda tener de las municipalidades y de proyectos de desarrollo agroforestal. Así la atención del programa se centra en las siguientes regiones:

- a. Petén
- b. Las Verapaces
- c. Izabal

3.2.10 Área mínima

El área mínima de terreno para ingresar al programa de incentivos forestales es de dos hectáreas (tres manzanas), ubicadas en el mismo municipio, pertenecientes a uno o varios propietarios. El área máxima estará determinada por el monto asignado anualmente por el estado y por los costos de producción.

3.2.11 Requisitos de Ingreso al PINFOR

A. Solicitud:

Tendrá que ser completada con la siguiente documentación:

- a. Formulario de calificación de tierras de vocación forestal (solo para proyectos de forestación).
- b. Plan de reforestación o manejo de bosques naturales.
- c. Certificación de tenencia de la tierra, extendida por el Registro de la Propiedad Inmueble.
- d. Fotocopia de Cédula de Vecindad.
- e. Fotocopia de Constancia de Número de Identificación Tributaria (NIT).

B. Aprobación: Con base en la documentación presentada, el INAB revisará y dictaminará sobre la aprobación del plan.

C. Certificación: Anualmente el INAB verificará en campo el cumplimiento de las actividades y extenderá una certificación que contendrá el área certificada y el monto a bonificar.

D. Pago del Incentivo: Con el certificado extendido por el INAB, el beneficiario podrá hacer efectivo su pago en el Ministerio de Finanzas Públicas.

3.3 DESCRIPCIÓN DEL DEPARTAMENTO

3.3.1 Localización geográfica y extensión territorial

El departamento de Izabal se localiza en el extremo Nor-oriental de la república de Guatemala, siendo su cabecera departamental Puerto Barrios, ubicada a 300 Kms. de la ciudad capital. Geográficamente se localiza entre las coordenadas latitud Norte 15°44'06" y longitud Oeste 88°36'17", colindando al Norte con el departamento de Petén, el océano atlántico y parte de Belice; al Oeste con el departamento de Alta Verapaz; al Sur con el departamento de Zacapa y al Este con la república de Honduras (1). Ver Figura I.1.

Es el segundo departamento de la república más grande en extensión, con un área de 9,038 kms², equivalente al 8.3 por ciento del área total de la república. El municipio de El Estor ocupa mayor extensión territorial del departamento, equivalente al 32 por ciento del departamento, mientras que Puerto Barrios y Morales constituyen los municipios con menor extensión territorial, abarcando el 14.29 y 14.34 por ciento respectivamente (7).

3.3.2 División político administrativa

El departamento de Izabal forma parte de la región III Nor-oriental, complementando el resto de la región los departamentos de Zacapa, Chiquimula y El Progreso. Está integrado administrativamente por 5 municipios: Puerto Barrios, Morales, Livingston, Los Amates y El Estor. Según el cuadro I.5, el municipio de El Estor ocupa mayor extensión territorial del departamento, equivalente al 32 % del departamento, mientras que Puerto Barrios y Morales constituyen los municipios con menor extensión territorial, abarcando el 14.29 y 14.34 por ciento respectivamente.

Cuadro I.5. Extensión Territorial por municipio.

Municipio	Extensión Territorial Km ²
Total República	108,889
Total Departamento	9,038
Puerto Barrios	1,292
Livingston	1,940
El Estor	2,896
Morales	1,296
Los Amates	1,615

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2003.

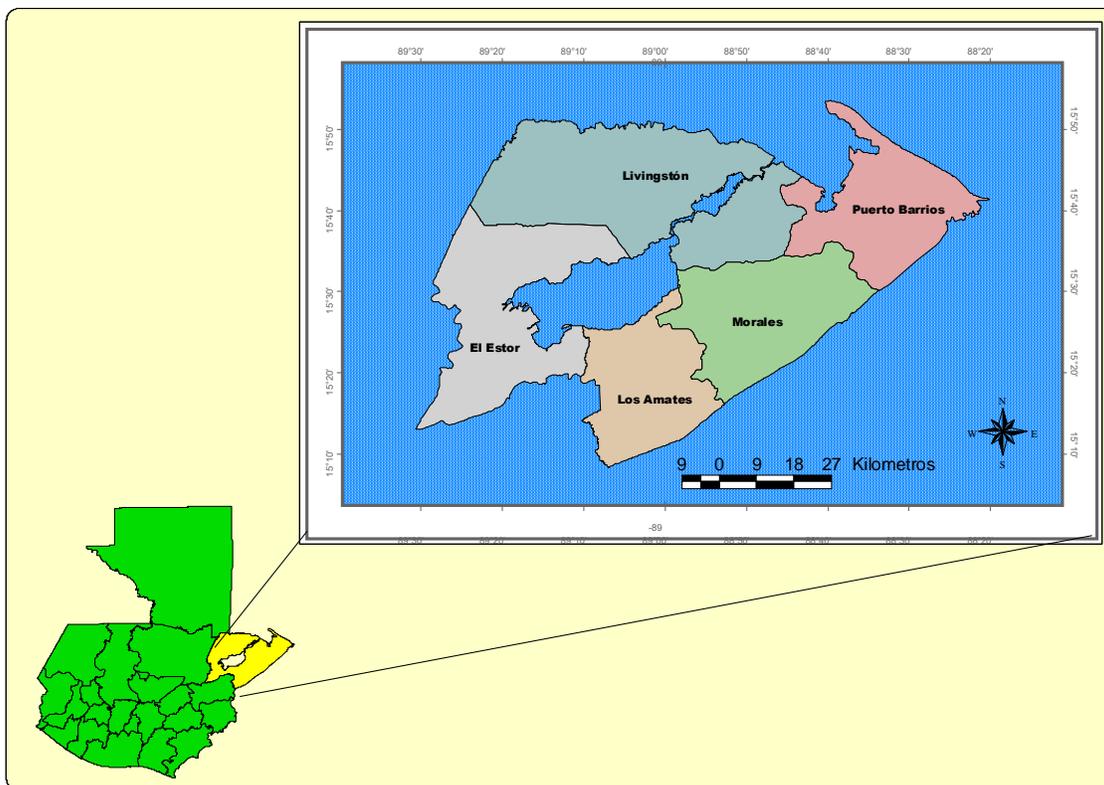


Figura I.1. Localización geográfica del departamento de Izabal con sus respectivos municipios.

3.3.3 Condiciones climáticas

Las elevaciones sobre el nivel del mar (msnm) son diferentes para todas las cabeceras municipales, ya que oscilan entre los 0.67 msnm en Puerto Barrios, 1.65 en El Estor, 4.0 en Morales y 77 m en Los Amates. Aunque tiene alturas considerables como las montañas de Grita, del Gallinero y las Sierras del Merendón y del Espíritu Santo que se elevan hasta cerca de los 2,000 msnm (8).

Las condiciones climáticas en el departamento de Izabal son variadas debido a su ubicación geográfica, siendo la precipitación media anual de 3,000 mm, las lluvias son generalizadas y se distribuyen durante ocho meses al año aproximadamente. Los meses de febrero, marzo y abril son los mas secos. La temperatura media es de 28°C, aun que en los últimos años se han registrado temperaturas máximas de hasta 35°C; siendo la humedad relativa media de ochenta a 85 por ciento. De acuerdo a estas características se establecen dos regiones geográficas climáticas definidas:

a) Región geográfica cálida

Abarca aproximadamente el 98 por ciento del departamento, conformada por una zona cálida pluvial con vegetación de bosque húmedo, zona cálida muy húmeda con vegetación de bosque muy húmedo subtropical cálido y una zona fría cálida seca con vegetación de bosque seco subtropical.

b) Región geográfica templada

Comprende aproximadamente el dos por ciento de la superficie territorial del departamento y está representada por dos zonas: Una zona templada húmeda con vegetación de bosque húmedo subtropical templado y la otra muy húmeda con vegetación de bosque muy húmedo sub-tropical, por regular ubicadas en las partes medias y altas de las regiones montañosas del departamento.

3.3.4 Zonas de Vida

Dentro de las zonas de vida del departamento se mencionan las que se presentan en el Cuadro I.6.

Cuadro I.6 .Zonas de Vida de Holdridge, para el Departamento de Izabal.

SIMBOLO	Total (Ha)	%
bs-S	2,437.47	0.32
bmh-T	265,088.57	35.26
bmh-S(c)	463,074.88	61.59
bmh-S(f)	2,983.56	0.40
bp-MB	256.17	0.03
bh-S(t)	18,053.13	2.40
TOTAL	751,893.78	100.00

a) Bosque muy húmedo subtropical cálido

Comprende un 61.59 por ciento del área del departamento. Topográficamente se describe como una zona que va desde lo plano hasta lo accidentado con elevaciones de cero a 1,499 msnm. (6)

Parte de los mejores suelos de la microregión se encuentran dentro de esta zona de vida, siendo por eso recomendada para las actividades agropecuarias su vegetación natural es muy rica y entre los indicadores ecológicos esta el Corozo (*Orbignya cohune*), Palo de Sangre (*Virola spp*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Pino caribe (*Pinus caribea*), Ceiba (*Ceiba petandra*), etc.

Los cultivos principales en esta microregión son banano, café, hule, cacao, cítricos, maíz, frijol, arroz, citronela y otros. La ganadería tiene tendencias a crecer, ocupando un lugar importante en los últimos años.

b) Bosque muy Húmedo Tropical

Comprende un 35.26 por ciento del territorio del departamento, entre sus indicadores ecológicos se encuentran el Subin (*Acacia cookii*), Ciprecillo (*Podocarpus spp*), Castaño (*Basiloxylon excelsa*), etc.

Se presentan otras zonas de vida en menor escala, tales como el Bosque húmedo subtropical templado que comprende un 1.9 por ciento del territorio, principalmente al sur del departamento, sus indicadores principales son el Roble (*Quercus spp*), Nance (*Byrsonoma crassifolia*), Pino de ocote (*Pinus oocarpa*). El bosque muy húmedo subtropical frío con un 0.4 por ciento del territorio, el Bosque seco subtropical con un 0.2 por ciento del departamento y el bosque pluvial montano bajo que comprende un 0.04 por ciento del territorio departamental.

3.3.5 Fisiografía

Las montañas mas altas son cerro San Gil, las montañas de Grita, del Gallinero, la sierra del Merendón y la montaña del Espíritu Santo. Tiene además dos grandes valles, el del Polochic ubicado entre la Sierra de las Minas y la sierra de santa cruz; y el valle del Motagua, ubicado entre la sierra de las minas, montañas del Mico y la sierra del Merendón. Existen dos fallas sísmicas: la falla del Motagua y la de San Agustín Chixoy.

Junto a la bahía de Amatique en el mar del caribe, Izabal tiene dos bahías mas pequeñas: Santo Tomás y la Graciosa. Tres grandes ramales montañosos cubren el departamento: la sierra de Santa Cruz al norte, la sierra de La Minas y las montañas del Mico al centro, y la sierra del Merendón al sur.

El departamento está conformado por las regiones naturales, Tierras Calizas Altas del Norte y Tierras de las Llanuras de Inundación del Norte, principalmente. Las Tierras Calizas Altas del Norte comprenden formaciones sedimentarias clásicas y carbónicas en las mayores alturas del territorio de Guatemala.

Las Tierras de las Llanuras de Inundación del Norte presentan áreas con alta similitud biofísica y comprenden la parte baja de dos cuencas importantes del país y que son: Polochic-Río Dulce y Motagua. Desde el punto de vista geológico estas áreas comprenden principalmente Aluviones del Cuaternario y cuanto a su régimen hídrico buena parte de la superficie esta sujeta a anegamientos o tiene niveles freáticos bastantes superficiales.

En Izabal se localizan las siguientes provincias fisiográficas: tierras altas sedimentarias, depresión de Izabal, tierras altas cristalinas y la depresión del Motagua. (Cuadro I.7)

Cuadro I.7. Regiones Fisiográficas del departamento de Izabal.

Región Fisiográfica	% Área
Depresión de Izabal	22.73
Tierras Altas Sedimentarias	33.07
Depresión del Motagua	25.75
Tierras Altas Cristalinas	18.46

La región fisiográfica constituida por la depresión del Motagua ocupa el valle del río Motagua, ensanchándose hacia la bahía de Gálvez y abarcando todo el ancho del municipio de Puerto Barrios, desde la bahía de Amatique hasta la frontera con Honduras. Abarca en un 60 por ciento del área del municipio de Puerto Barrios y aproximadamente un 40 por ciento del municipio de Morales. El río Motagua ha constituido una extensa llanura de inundación formada por un aluvión cuaternario. El río ha formado un delta sobre el Golfo de Honduras y el banco de arena que separa la bahía de Amatique del golfo en sí, también está constituido tanto de materiales transportados por el río como por otros fluvios. En esta zona se concentra la agricultura tecnificada y permanente así como los principales centros poblados urbanos, además en estas zonas se localiza el desarrollo urbanístico y de infraestructura vial, y en una parte de su área se manejan los recursos naturales de acuerdo a la potencialidad de uso del suelo.

La región fisiográfica de las tierras altas cristalinas abarca toda el área de las montañas del Merendón en el sur-oriente de Morales (30 por ciento aproximadamente) y un ocho por ciento del municipio de Puerto Barrios, al sur del mismo. El patrón de drenaje a través de la región es muy ilustrativo, ya que el curso del río Motagua, está controlado por la falla del mismo nombre. Esta región está constituida por áreas de vocación forestal y las zonas de recarga hídrica.

La región de las tierras altas sedimentarias constituyen un veinte por ciento del municipio de Morales en el Noreste del mismo y un doce por ciento de Puerto Barrios en el área que circula la bahía de Gálvez, corresponde a las elevaciones de las montañas del Mico. Pertenece a la primera de las regiones en que se dividen las tierras altas sedimentarias, o sea, la que está definida al norte por las márgenes del Petén y al sur por las fallas y contactos que separan la parte dominante cristalina del altiplano.

3.3.6 Hidrografía

El sistema hidrográfico del departamento drena mayoritariamente hacia la vertiente del atlántico y está conformada por cuatro cuencas: río Motagua, río Polochic, río Dulce y río Sarstún, así como la cuenca del lago de Izabal que desembocan en el golfo de Honduras (8).

La cuenca del Motagua está constituida por el valle bajo del Motagua a donde acuden o desembocan las aguas de los ríos que por el norte proceden de la Sierra de las Minas y montañas del Mico y por el sur de la Sierra del Merendón. Le corresponden las sub-cuencas del Motagua (12,670 kms²) y Grande de Zacapa (2,462 kms²) (7).

La cuenca del río Dulce, está formada por las corrientes y ríos que descienden al Lago de Izabal y al río Dulce. Contiene las subcuencas del Lago de Izabal-Río Dulce con 3,435 kms², río Polochic con 2,811 kms² y Cahabón con 2,459 kms² .

La cuenca del río Sarstún, comprende las aguas que proceden de la Sierra Santa Cruz. Conforman el límite entre Belice e Izabal y se origina en el municipio de Livingston a partir de la confluencia de los ríos Gracias a Dios y Chocón en la aldea Modesto Méndez. Su corriente central tiene aproximadamente 155 kms² .

La cuenca del río Polochic está formada por las corrientes y ríos que descienden de ladera norte de la sierra de las minas y de la sierra yalijux al Norte de Senahú, Tamahú y Tukurú. El río Polochic desemboca en el lago de Izabal, a partir del cual se forma la cuenca del mismo nombre y posteriormente la cuenca de Río Dulce.

4. OBJETIVOS

4.1 General

Evaluar la situación actual del Programa de Incentivos Forestales, en el departamento de Izabal.

4.2 Específicos

- A. Determinar el estado actual del PINFOR, mediante la clasificación y distribución de los proyectos incentivados en el departamento de Izabal.
- B. Establecer el progreso del PINFOR, en la Sub-región III-1, INAB-IZABAL
- C. Determinar la relevancia que representa el área incentivada para las metas del PINFOR.

5. METODOLOGÍA

5.1. Fase de Gabinete

5.1.2 Recopilación de Información

- a. Revisión de los documentos legales, los cuales son la base de la Institución: la Ley Forestal, Normativas de la Ley Forestal, Reglamento de Incentivos Forestales.
- b. Recolectar información mediante entrevistas y referencias del personal técnico y administrativo de la Sub-región III-1.
- c. Revisión de la base de datos de la Subregión III-1, sobre PINFOR.

5.2. Fase de Campo

5.2.1 Visitas de Campo

- a. Realización de visitas, a los proyectos que sea posibles, en conjunto con el equipo técnico de la Sub-región III-1.
- b. Colaboración con el equipo técnico para la toma de datos o procedimientos a seguir, según sea el caso.
- c. Verificación y corroboración de los datos recopilados anteriormente.

5.3. Fase de Gabinete

5.3.1 Análisis de Información

- a. Reunir y complementar la información recopilada, tanto en campo como en gabinete.
- b. Analizar y clasificar la información recavada.
- c. Ordenar lógicamente según; tipo de usuario, tipo de proyecto, área utilizada, año de aprobación, etapa del proyecto, etc.
- d. Determinar los datos prioritarios o de relevancia encontrados.

Los recursos como equipo técnico, boletas de campo, material de oficina, computador y Programas a utilizar fue proporcionado por el INAB Sub región III – 1.

6. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

6.1 Distribución de Proyectos Incentivados por año

En la sub-región de Izabal se cuenta con un total de 160 proyectos de PINFOR, los cuales abarcan un área total de 14,223.259 hectáreas, en las figuras I.2 y I.3, se presenta el área incentivada por año, desde 1,997 hasta el 2,005.

Se puede observar que en el año 2,000 fue cuando se incentivo la mayor área dentro del período 97 al 2,005, con un área neta de 4,419.47 hectáreas, lo cual representa el 32% de área total incentivada en este departamento. En comparación con el año 2,003, en el cual se incentivo la menor área, después del año 1997, que fue cuando se inició a incentivar mediante PINFOR, En el 2,003 se incentivo lo que representa el 3% (486.88 hectáreas), del área total incentivada en éste período, esto debido a que en este año se dio la intervención del estado en el INAB, interfiriendo así en las actividades normales de la institución.



Figura I.2. Distribución del área incentivada por año en la Subregión de Izabal.

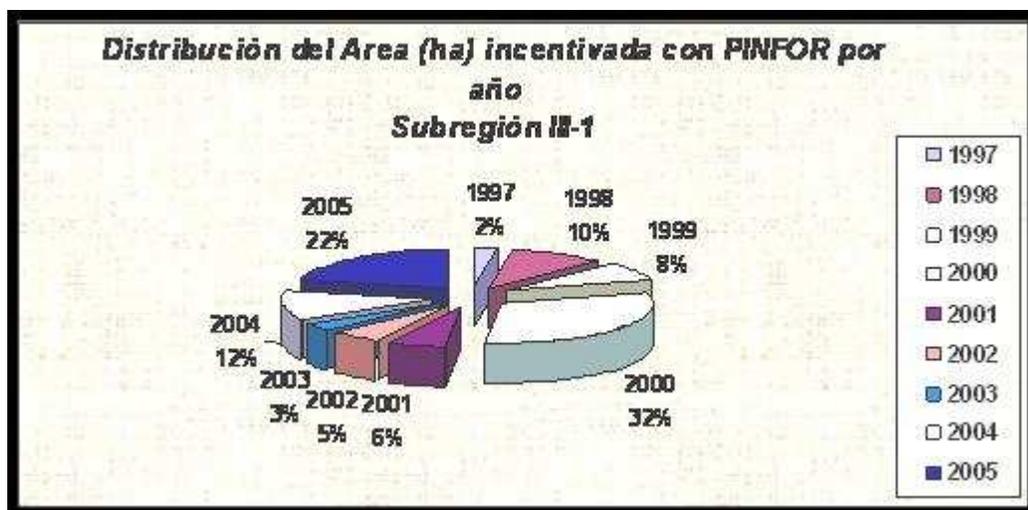


Figura I.3. Distribución del área en porcentaje, incentivada por año en la Subregión de Izabal.

6.2 Distribución de Proyectos Incentivados por Tipo y Año

Del total de proyectos incentivados con PINFOR en el departamento de Izabal, se puede observar en la Figura I.4 que la mayor parte de área corresponde a los proyectos de Manejo de Bosques Naturales para Protección, con un área incentivada de 8,583.538 hectáreas, mientras que el área incentivada para Proyectos de Reforestación es de 5,639.72 hectáreas; siendo el año 2,000 en el que mayor área se incentivo para los proyectos de Manejo de Bosques para Protección, con 3,809.73 hectáreas incentivadas.

Por otro lado los proyectos de Plantaciones Forestales (Reforestación), en el año de 1,999 presentan la mayor cantidad de área incentivada, con 1,133.25 hectáreas incentivadas (ver Cuadro I.8)

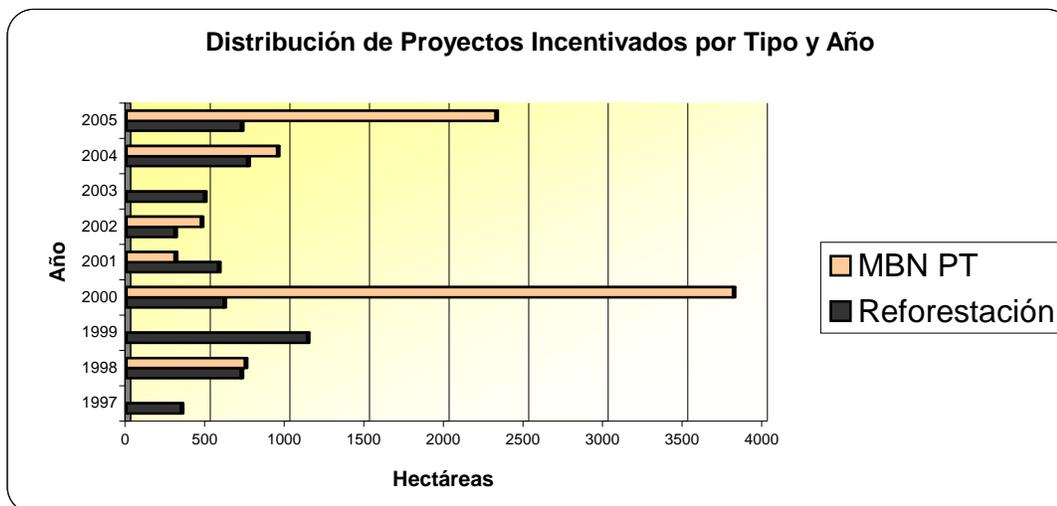


Figura I.4. Distribución de Área y Tipo de Proyectos incentivados con PINFOR, por año, en el Departamento de Izabal.

Cuadro I.8. Área Incentivada con PINFOR, por Tipo de Proyecto y Año, en el Departamento de Izabal.

Año	Tipo de Proyecto (ha)	
	Reforestación	MBN PT
1997	341.65	
1998	717.24	742.92
1999	1133.25	
2000	609.73	3809.73
2001	574.32	302.00
2002	300.39	467.44
2003	486.88	
2004	758.00	945.00
2005	718.24	2316.44
	5639.721	8583.538

6.3 Distribución de Proyectos Incentivados por Municipio

De los cinco municipios que conforman Izabal, el que mayor cantidad de área incentivada a través de PINFOR tiene corresponde a Livingston, con 8,128.29 hectáreas incentivadas, las cuales representan el 67% del área total incentivada en este departamento. Mientras que Puerto Barrios, El Estor, Morales y Los Amates representan el 14%, 11%, 10% y 8% respectivamente del área total incentivada en este departamento (ver Figura I.5)

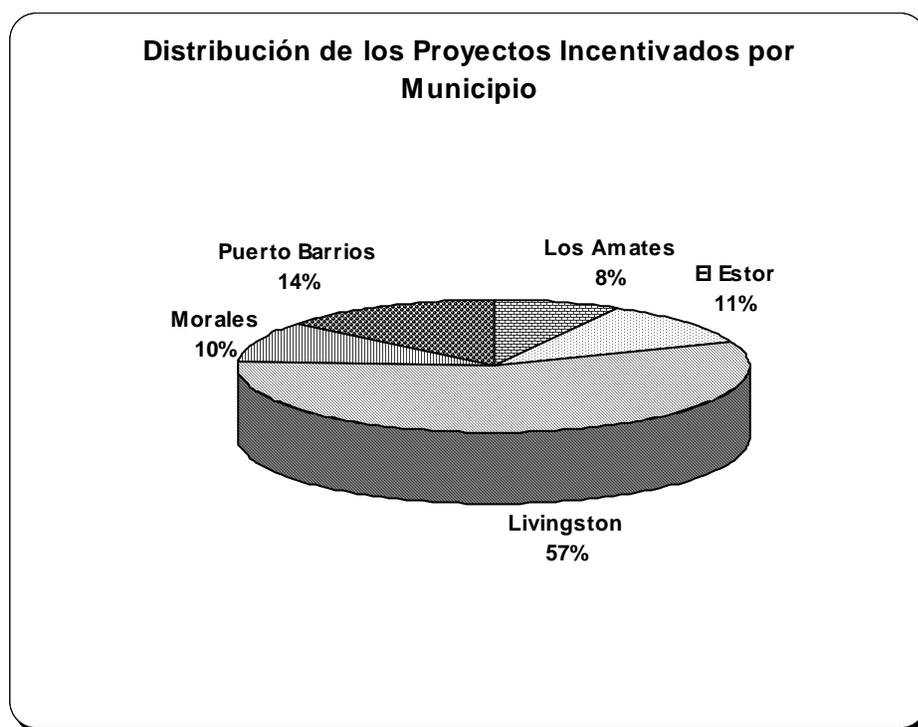


Figura I.5.
de Izabal.

Distribución del Área Incentivada mediante PINFOR por Municipio, en el departamento

6.4 Distribución de Proyectos Incentivados por Tipo de Usuario

Dentro de los tipos de usuarios que puede optar por beneficiarse del PINFOR se encuentran: Empresa privada, Persona individual, Comunidad, ONG's y Municipalidades. En la subregión de Izabal el tipo de usuario que cuenta con la mayor cantidad de terreno incentivado corresponde a la Empresa Privada y a las ONG's, con un 35% cada uno, las ONG's cuentan con 5,061.58 ha representadas en 35 proyectos; mientras que la empresa privada cuenta con 4,917.92 ha, representadas en 65 proyectos. Cabe mencionar que dentro de los proyectos de las ONG's la mayor parte corresponden a FUNDAECO.

Los proyectos incentivados representados por Personas individuales ascienden a 59, sin embargo corresponden al 19% del área total incentivada, lo que equivale a 2,728.76 ha. También existen 8 proyectos de comunidades que representan el 4% de área incentivada, 570 ha, y un proyecto de la Municipalidad de Morales que contempla el 7% del área restante incentivada, lo cual corresponde a 945 hectáreas (ver Figura I.6)

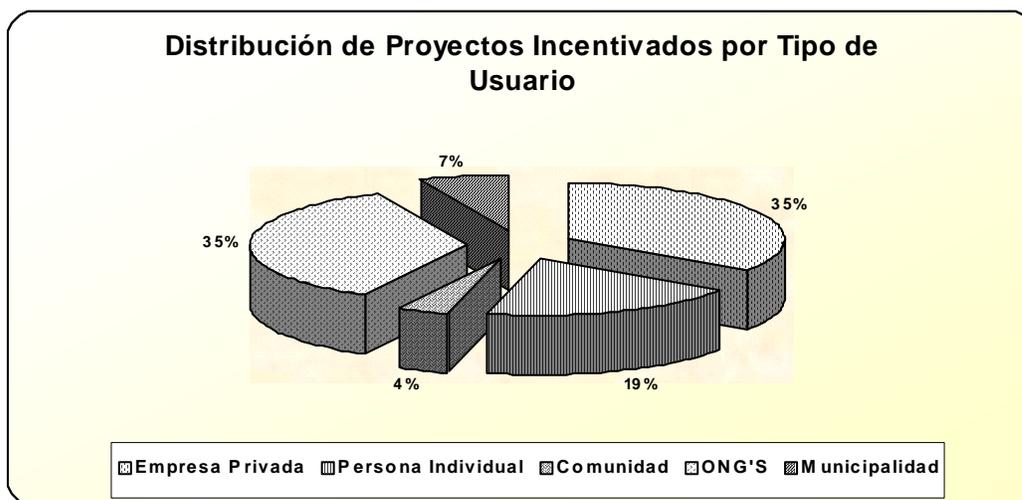


Figura I.6. Distribución del área Incentivada mediante PINFOR, según Tipo de Usuario, en el departamento de Izabal.

6.5 Distribución de Proyectos Incentivados para Hule, por año

Según la Resolución 01.23.99 de la Junta Directiva del INAB, se resuelve el incluir a los proyectos de reforestación con hule (*Hevea brasiliensis*), como beneficiarios del PINFOR, únicamente durante el año de establecimiento de la plantación.

Estos proyectos de reforestación con hule deberán desarrollarse en la región fisiográfica, Tierras Bajas del Norte, específicamente; los Departamentos de Petén e Izabal; y el Norte de los departamentos de Huehuetenango, Quiché y Alta Verapaz.

La resolución se aplicará para los proyectos que ingresen al PINFOR a partir del año 2,000. En los últimos 2 años de incentivar el hule, se puede evidenciar el ascenso de área incentivada para esta actividad productiva, ya que el 2,005 representa el 35% área incentivada, lo que corresponde a 214.35 ha. El total de área incentivada por hule asciende a 574.84 hectáreas (ver Figura I.7).



Figura I.7. Distribución del Área Incentivada para hule, mediante PINFOR, en el departamento de Izabal.

6.6 Distribución de Proyectos que No Procedieron, por año

Debido a diversas razones, como lo son; papelería incompleta, incumplimiento del plan de manejo, enmiendas no corregidas, retraso en el cumplimiento de las actividades planificadas, etc., es que se cancelan o posponen los proyectos de PINFOR, ya que pudieron ser aprobados, más sin embargo, si no se cumple con lo establecido en el plan de manejo y las enmiendas recomendadas, el proyecto ya no procederá.

Existe un total de 42 proyectos que no procedieron por estas razones en la subregión tratada, lo cual representa un total de 4,752.95 ha. De estos proyectos, 21 no procedieron en el 2,001, equivalente a un área de 1,715.14, lo que representa el 36% del área total no incentivada, y 11 proyectos no procedieron en el 2,002, representando un área de 1,868,91 ha (40% del área total), en éste año se contempla la mayor cantidad de área cancelada para ser incentivada con PINFOR. Mientras que del 2,003 hasta el 2,005, no se cuentan con datos de proyectos que no hayan procedido (ver Figura I.8).

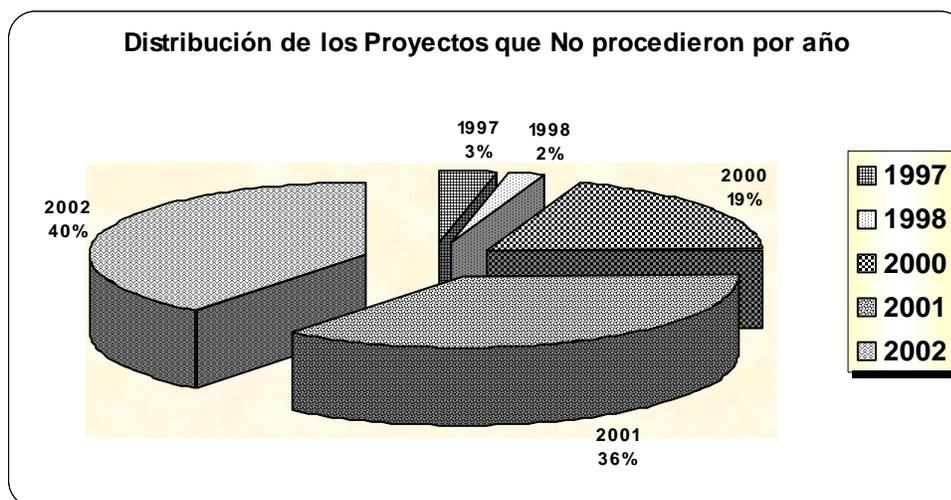


Figura I.8. Distribución del Área de Proyectos que no han procedido en el PINFOR, departamento de Izabal.

6.7 Distribución de Proyectos por Especie

Debido a que los Proyectos de Manejo de Bosques Naturales para Protección son los que representan la mayor área incentivada en el departamento de Izabal, es que éstos representan la mayor cantidad de especies correspondientes a diversas latifoliadas, por el tipo de conformación vegetativa natural de estos bosques.

En lo correspondiente a las plantaciones, las especies más utilizadas, son Melina y Teca, seguidas de *Pinus caribaea*, las cuales representan el 19 y 6 % respectivamente. También se cuentan con plantaciones mixtas, las cuales representan otro 6 % del área total incentivada en este departamento (ver Figura I.9).

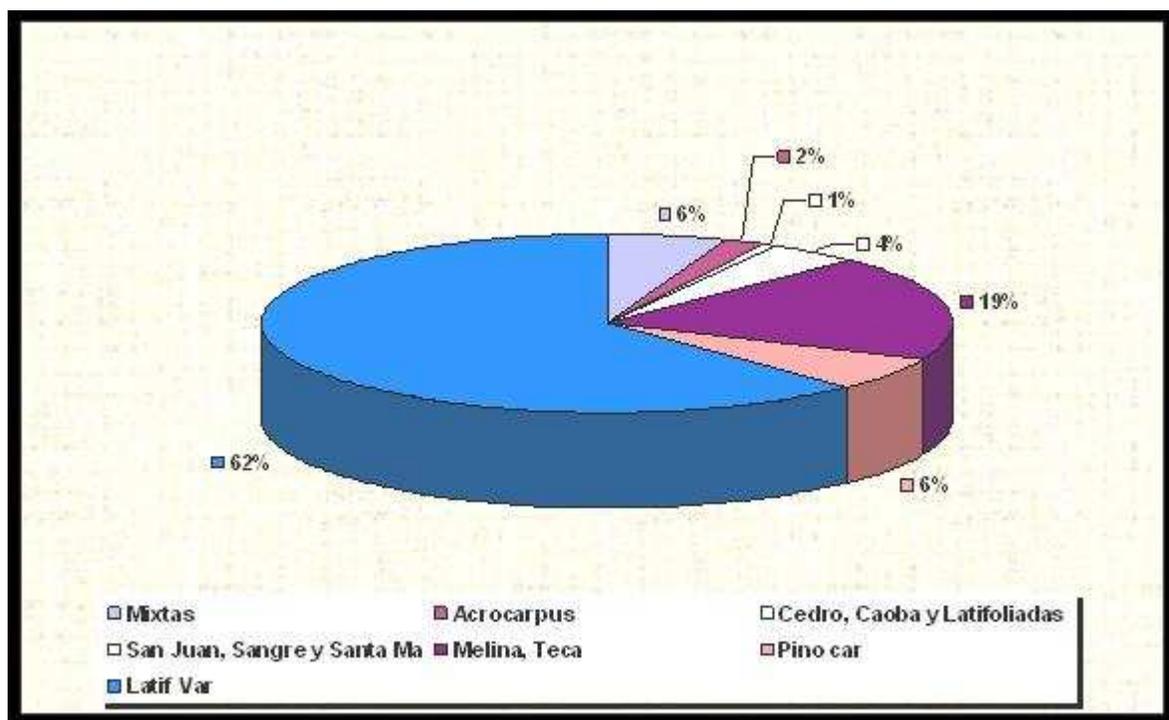


Figura I.9. Distribución del área incentivada por especie, en el departamento de Izabal.

7. CONCLUSIONES

- 7.1 En la actualidad existen 160 proyectos en PINFOR, dentro del área de Izabal, abarcando un área de 14,223.26 hectáreas, de las cuales el 39.65% corresponde a Proyectos de Reforestación, comprendiendo 5,639.72 hectáreas, mientras que el 60.35% (8,583.54 hectáreas), corresponden a Proyectos de Manejo de Bosque Natural de Protección.
- 7.2 En el municipio de Livingston se encuentra, la mayor área de proyectos incentivados, 8,128.29 hectáreas, lo que corresponde al 57% del área total. Le siguen Puerto Barrios e Izabal, con 14 y 10 % respectivamente. Mientras que en lo que respecta al tipo de usuario el 35% del área total de los proyectos incentivados son propiedad de ONG's, y otro 35% propiedad de Empresas privadas, convirtiéndose éstos dos tipos de usuario en los más representativos para el departamento de Izabal.
- 7.3 Los proyectos de Manejo de Bosque Natural de protección, están conformados por latifoliadas varias, y debido a que éste tipo de proyecto es el que posee la mayor cantidad de área incentivada, la composición arbórea de diversas latifoliadas corresponde la principal constitución de los bosques incentivados con PINFOR, ascendiendo al 62% del tipo de especies que conforman los proyectos incentivados de PINFOR, representadas por un área de 8,843.86 hectáreas, mientras que en Plantaciones, las especies más utilizadas son Teca y Melina con un 19% entre las dos y Pino caribe con un 6%.
- 7.4 El total de proyectos que no procedieron desde 1997, hasta la fecha asciende a 42, representando un área de 4,752.95 hectáreas, las causas por las cuales no procedieron son diversas, como aspectos legales, incumplimiento de enmiendas, o abandono del proyecto.

- 7.5 Desde el inicio del PINFOR en 1997 hasta la fecha, en Izabal, el área reforestada ha venido aumentando paulatinamente, siendo en el año 2000, donde se presentan mayores porcentajes, y los años 1997, 2001 y 2003 los que representen los menores porcentajes.
- 7.6 La subregión III-1, representa en la actualidad el 2% del área estimada como meta del PINFOR, para reforestación, y el 3% de la estimada para Mantenimiento de Bosque Natural.

8. RECOMENDACIONES

- 8.1 Completar adecuadamente la base de datos digital correspondiente al PINFOR de la Subregión III-1, Izabal, en la cual se describa adecuadamente cada expediente, indicando especie, coordenadas geográficas, fase actual del proyecto y observaciones pertinentes para cada uno de ellos.
- 8.2 Realizar un diagnóstico más detallado acerca del Programa de Incentivos Forestales –PINFOR- en el departamento de Izabal en el cual se contemple un análisis descriptivo y cuantitativo de todos los proyectos, ubicando geográficamente cada uno de ellos en un mapa nacional.
- 8.3 Repetir este tipo de trabajo dentro de todas las subregiones del país, para crear la información base que permita realizar un análisis general de la situación actual del Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-, a nivel nacional, y destacar los logros que se han alcanzado y las dificultades que se han tenido, y con esto determinar las fortalezas y debilidades reales dentro del PINFOR.
- 8.4 Exigir el manejo de una base de datos completa y actualizada a cada subregión del INAB, para contar con Información verácil y exacta en cualquier momento que sea necesario utilizarla, tanto para fines administrativos, técnicos o académicos.

9. BIBLIOGRAFIA

1. Castañeda S, C; Alvarado B, S; Zamora C, R. 2003. Caracterización técnica de las plantaciones establecidas con el Programa de Incentivos Forestales de Guatemala. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala / Instituto Nacional de Bosques. 138 p
2. Congreso de la República de Guatemala, GT. 1997. Ley forestal; decreto legislativo 101-96. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. p. 5.
3. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Comp. Francis Gall. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 4 tomos.
4. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT); PROCAFOR (Programa Centroamericano Forestal, GT). 2002. Software forestal. Guatemala. 1 CD.
5. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. Número de fincas censales, superficie cultivada y producción obtenida de cultivos permanentes y semipermanentes. Guatemala. 1 CD.
6. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala. 1 CD.
7. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación, GT). 2003. Estrategia de reducción de la pobreza departamental (en línea). Guatemala. 100 p. Consultado 13 sep 2005. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/docs/ERP/ERP_REG_DEPTOS/departamental/ERPizabal301003.pdf
8. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trd. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1,000 p.

CAPÍTULO II

INVESTIGACIÓN

“Distribución del volumen por producto de *Pinus caribaea* Morelet var. hondurensis y *Tectona grandis* L. f. en plantaciones forestales de 5 y 6 años, establecidas a través del Programa de Incentivos Forestales -PINFOR-, en el departamento de Izabal”

“Distribution of the volume per product of *Pinus caribea* Morelet var hondurensis and *Tectona grandis* L. f. in 5 and 6 years old forest plantations, established through the Forest Incentives Program –PINFOR- in the deparment of Izabal”

1. INTRODUCCIÓN

El Programa de Incentivos Forestales –PINFOR–, es un instrumento de la Política Forestal Nacional de largo plazo, con una duración de 20 años, promovida por el Instituto Nacional de Bosques -INAB-, con miras a impulsar el fomento de la producción forestal sostenible en el país, mediante el estímulo a la inversión en las actividades de forestación, reforestación y manejo de bosques naturales. Responde a una urgencia para promover la reforestación y manejo forestal a través de pagos en efectivo a aquellos propietarios, individuales o jurídicos, que decidan invertir en la actividad forestal productiva. De manera indirecta el Estado de Guatemala está canalizando recursos financieros, en compensación por bienes y servicios que se derivan de la actividad forestal.

El PINFOR contribuye a reducir la deforestación, impulsa la oferta de productos forestales competitivos, genera servicios ambientales y empleo en el área rural, mediante el fomento de la creación de núcleos de producción forestal regional de alta productividad.

Uno de los objetivos del PINFOR es incentivar la inversión en proyectos forestales, como un medio para incrementar la participación del sector forestal en la economía nacional.

Entre las zonas prioritarias para el PINFOR, se tiene al departamento de Izabal, ya que la composición de los bosques naturales, el relieve y la precipitación, lo ubican como una de las subregiones forestales más importantes del país, reportando los mejores datos de rendimientos de las masas forestales prioritarias para la zona.

A nivel nacional, *Tectona grandis* es la especie que más se ha plantado con el Programa de Incentivos Forestales. Hasta el año 2,000, se había plantado 3,183.67 hectáreas en todo el país, concentrándose la mayor área en los departamentos de Petén, Izabal y Alta Verapaz. (Castañeda 2003) En la actualidad las plantaciones de Teca representan el mayor porcentaje, de área establecida mediante los incentivos del PINFOR, con un 25% de área, en el departamento de Izabal, convirtiéndose así en la especie más utilizada en los proyectos de forestación, dentro de este departamento. Por otro lado, *Pinus caribaea* es la segunda especie plantada en el PINFOR y la primera de las coníferas, con 2,159 ha, distribuyéndose en los departamentos de El Petén, Baja Verapaz, Izabal y Zacapa (Castañeda 2003). En Izabal *Pinus caribaea* representa la segunda especie, después de la Teca, plantada en el PINFOR, constituyendo el 16% del área plantada en

proyectos incentivados mediante PINFOR, en este departamento. También se presentan los datos de crecimiento más alto a nivel nacional de los proyectos de PINFOR.

Algunas de las plantaciones de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis* establecidas con PINFOR, en el departamento de Izabal, se encuentran en fases de mantenimiento IV y V, lo que corresponde a plantaciones con edades de 5 y 6 años respectivamente, las cuales han alcanzado un desarrollo adecuado para la aplicación de su primer raleo, por lo que es necesario contar entre otros aspectos con información que permita cuantificar el tipo de productos a obtener de estas operaciones bajo las condiciones actuales de desarrollo de las plantaciones.

2. DEFINICIÓN DEL PROBLEMA

Dentro del PINFOR en la subregión de Izabal, se encuentran plantaciones forestales de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*, las cuales se encuentran en las condiciones adecuadas para la aplicación de tratamientos silviculturales, específicamente raleos, debido a la edad de las mismas, ya que se hallan en edades de 5 y 6 años.

La aplicación de raleos comerciales en diferentes condiciones de desarrollo de las plantaciones, implica la obtención de diversos productos, sin embargo, en la actualidad, aún es escasa la información sobre la cantidad y tipo de producto que se obtiene derivado de la aplicación de este tratamiento silvicultural. Lo anterior conlleva a sobreestimar o subestimar la proporción de productos a obtener, al momento de planificar y ejecutar las actividades silvícolas, también implica una limitante dentro del mercado forestal, ya que no se puede cuantificar la oferta potencial que podrían proporcionar las plantaciones establecidas en el PINFOR.

Por ésta causa y debido a la importancia que representa el sector forestal para el país, es importante generar información de volumen por productos que permita estimar adecuadamente la distribución de productos resultantes de la aplicación de raleos.

Es importante resaltar que esta investigación forma parte de una serie de estudios propiciados por el INAB para fortalecer los aspectos concernientes a la industrialización y comercialización de las especies prioritarias de PINFOR.

3. MARCO TEÓRICO

3.1 MARCO CONCEPTUAL

3.1.1 DESCRIPCIÓN DE ESPECIES:

Pinus caribaea Morelet

a. Clasificación Taxonómica

Reino	Plantae
División	Pinophyta
Clase	Pinopsida
Orden	Pinales
Familia	Pinaceae
Género	Pinus
Especie	<i>Pinus caribaea</i>
Nombre común	Pino caribe, Pino del Petén

Requerimientos mínimos de la plantación, según la ficha técnica del INAB (19):

Elevación (msnm):	0-850
Precipitación (mm):	950 a 3,500
Profundidad del suelo (cm):	15
pH:	4 a 7.5

b. Descripción Morfológica

- A. **Forma.** Árbol perennifolio, de 20 a 30 m (hasta 45 m) de altura con un diámetro a la altura del pecho de 50 a 80 cm y hasta 1.35 m.
- B. **Copa / Hojas.** Copa de redonda a piramidal. Hojas en fascículos, de 3 a 4 raramente 2 ó 5, gruesas, rígidas, erectas, verde amarillentas, de 15 a 25 cm.
- C. **Tronco / Ramas.** Tronco recto y bien formado. Ramas bajas largas, horizontales y caídas, ramas superiores ascendentes. No ramifica demasiado.
- D. **Corteza.** *Externa* gruesa, café rojiza con placas ásperas y con fisuras profundas verticales y horizontales.
- E. **Flores.** Flores masculinas en amentos cilíndricos, de 25 a 45 mm de largo.

- F. **Cono.** Cono rojo pardusco o café, de forma cilíndrica a cónico ovoide, ocasionalmente oblicuo, de 5 a 12 cm de largo por 3 a 8 cm de ancho, crecen solos o en grupos; conteniendo de 30 a 60 semillas por cono.
- G. **Semilla.** Semilla café, pequeña de 5 a 6 mm, el ala de 20 mm, articulada y cubre parcialmente a la semilla.
- H. **Raíz.** Sistema radial amplio y profundo.
- I. **Sexualidad.** Monoica.

c. Origen / Extensión

Según Barret, 1962 (7), éste árbol es originario de la zona tropical de Centroamérica. Es el Pino tropical de más amplia distribución geográfica, crece naturalmente en el litoral Atlántico del Istmo Centroamericano. Se le encuentra en Nicaragua, Honduras, Belice, Guatemala, Islas Bahamas y Cuba; en plantaciones en todos los trópicos". Ver Figura II.1.



Figura II.10. Área de distribución natural de Pino caribe en las indias occidentales y el Este de América Central(6)

d. Ecología

Especie Secundaria. Pionera en la sucesión. Los tipos de vegetación en los cuales se encuentra la especie, según Barret son:

Bosque tropical perennifolio.

Bosque tropical subperennifolio.

Bosque tropical caducifolio.

Bosque tropical subcaducifolio.

La vegetación asociada a la especie es; *Haematoxylon* sp., *Curatella* sp., *Byrsonima crassifolia*, *Pinus oocarpa* var. *ochoterenai*, *Quercus* spp., *Curatella americana*, *Crescentia cujete*, *Calophyllum brasiliense*, *Vochysia hondurensis*. (7)

Zona(s) ecológica(s): Trópico húmedo. Trópico subhúmedo.

Interacción biológica: Se asocia con las siguientes micorrizas: *Pisolithus tinctorius*, *Cenococcum graniforme* y *Boletus* sp.

e. Aspectos Fenológicos

Follaje: Perennifolio.

Floración: Las flores femeninas son estacionales, mientras que las masculinas nacen durante todo el año.

Fructificación: En su área de distribución natural los conos alcanzan su madurez entre junio y agosto. En otros sitios puede variar su madurez de mayo a junio.

Polinización: Anemófila.

f. Aspectos Fisiológicos

Competencia: Buena capacidad competitiva con las malezas pero no tolera la competencia de latifoliadas.

Crecimiento: Ha tenido gran interés mundial debido a su rápido crecimiento; alcanza una altura de 6 a 8 m en 3 años; 35 m en 40 años; 40 cm de diámetro cuando tiene 25 años. Se hibridiza naturalmente con *P. oocarpa* var. *ochoterenai* y los individuos resultantes son de mejor forma y de más rápido crecimiento.

Producción de hojas, flores, frutos y/o semillas: Comienza a producir semilla a los 5 años.

Regeneración: Agresiva, reemplaza a las latifoliadas después de los fuegos. La regeneración comúnmente es por semilla, a media luz, no siempre uniforme y debe ser complementada por reforestaciones.

Reforestación / Restauración: Especie con potencial para reforestación productiva en zonas secas y áridas. Arbol exitoso cuya semilla enfrenta gran demanda.

g. Efectos restauradores y Servicios al Ambiente

Efectos restauradores:

1. Mejora la fertilidad del suelo / Barbecho.
2. Drenaje de tierras inundables.
3. Conservación de suelo / Control de la erosión.
4. Acolchado / Cobertura de hojarasca.
5. Recuperación de terrenos degradados (suelos químicamente degradados). Se ha empleado esta planta para rehabilitar sitios donde hubo explotación minera.
6. Estabiliza bancos de arena.

Servicios:

1. Barrera rompevientos.
2. Ornamental.
3. Sombra / Refugio.
4. Cerca viva en los agrohábitats.

h. Ventajas y desventajas

Tolerancias:

1. Demandante de luz, firme al viento y resistente a sequías y a los fuegos aún superficiales si no son muy severos
2. Suelos someros.
3. Inundaciones periódicas o temporales.
4. Suelos arcillosos.
5. Suelos con mal drenaje.
6. Suelos compactados.

7. Suelos arenosos.
8. Exposición constante al viento.

Desventajas

Intolerante a:

1. No tolera la sombra total por lo que no se le encuentra en bosques de latifoliadas.
2. Fuego (plántula).
3. Suelos calcáreos.
4. Suelos ácidos. Las plantaciones en suelos ácidos y arenosos se ponen amarillas y el crecimiento se detiene, situación que ha sido corregida adicionando superfosfatos.

Sensible / Susceptible a:

1. Pudrición (madera). La madera se trata con creosota u otro preservativo para que dure muchos años en contacto con la humedad del suelo.
2. Suelos fuertemente alcalinos.
3. Suelos arcillosos.
5. Daño por termitas (madera cosechada).
6. Daño por hongos (raíz, tallo).
7. Daño por insectos (hoja, tronco). *Dendroctonus* sp., *Ips* sp., pulgón del pino, hormigas.
8. Daño por ramoneo.

i. Usos de los diferentes productos

Combustible (madera): Leña.

Construcción (madera): Construcción rural (vivienda y casa de tabaco), construcción pesada y construcción de barcos.

Industrializable [exudado (resina)]: Producción de resina; pulpa y fabricación de papel (Nicaragua y Honduras). Barret, menciona que el rendimiento: es de 21 a 43 m³ por hectárea (hasta los 13 años). La resina provee de materia prima a un buen número de industrias en Honduras, que producen bienes de consumo como son jabones, desinfectantes, barnices, fármacos, hules y pinturas.

Maderable (madera): Muebles, postes, cercas, ensambladura de interiores, chapa, tableros de partículas y de fibra sin comprimir, parket para pisos, láminas para contrachapados. Los mayas hacían antorchas con la madera de este pino.

Medicinal [exudado (resina)]. Enfermedades respiratorias.

Según Barret, 1962 (7), *Pinus caribaea* var. *hondurensis* es el pino caribeño de más amplia distribución geográfica; ha sido el más utilizado en el desarrollo de proyectos de producción forestal y forma parte de aproximadamente el 80 % de las plantaciones a nivel mundial.

Tectona grandis L.f

a. Clasificación Taxonómica

Reino	Plantae
Filo	MAGNOLIOPHYTA
Clase	Magnolipsida
Orden	Lamiales
Familia	Verbenaceae
Género	Tectona
Especie	<i>Tectona grandis</i>
Nombre comun	Teca

Requerimientos mínimos de la plantación, según ficha técnica 4 del INAB (20):

Elevación (msnm)	0 a 1,000
Precipitación (mm)	1,250 a 2,500
Profundidad del suelo (cm)	90
Ph	6.5 a 7.5

“*Tectona grandis* L. f., conocido comúnmente como teca o “teak” (en inglés), es un árbol caducifolio de tamaño grande, natural al Sudeste de Asia, en donde alcanza 45 m de altura y desarrolla un tronco con contrafuertes al llegar a la madurez. La teca, fuente de una de las maderas tropicales más valiosas y mejor conocidas, ha sido plantada extensamente para la producción de madera para la construcción naviera, muebles y carpintería en general.” Weaver, 1990 (29)

b. Área de Distribución natural y Naturalización

La teca crece de manera natural desde la latitud 23° a la 10° N, aproximadamente, en el Sudeste de Asia, en un área que comprende la mayoría de la India peninsular, gran parte de Myanmar (conocida previamente como Burma) y partes de Laos y Tailandia (Figura II.2)

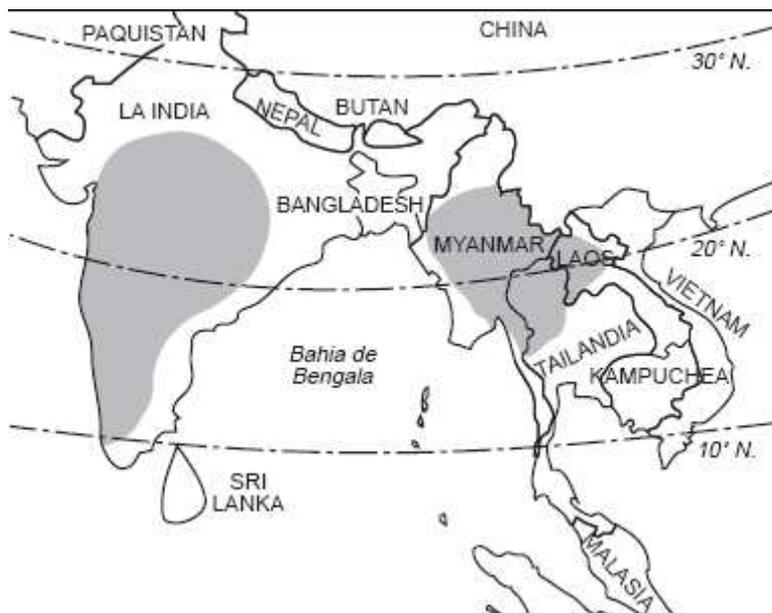


Figura II.11. Distribución natural de la Teca, *Tectona grandis* en la India. (29)

La especie ha sido sembrada extensamente fuera de su distribución natural y en al menos en cada país de América Central, en varias islas del Caribe, en México y en muchos países de Sur América. Ugalde, 2003 (27) estima que actualmente en América Latina, existen aproximadamente entre 150,000 a 200,000 hectáreas de teca.

En un estudio realizado por De Camino y colegas, citado por Vaides, 2005 (28), estiman que en América Central, existe una superficie potencial para plantar con teca no menor de 100 mil ha, de las cuales el 25 % se localizan en Guatemala, 25 % en Nicaragua, 20 % en Costa Rica, 15 % en el Salvador y 15 % en Panamá.

c. Suelos y Topografía

La teca crece en áreas entre el nivel del mar, como en Java, hasta una altitud de 1,200 m en el centro de la India. Se establece sobre una variedad de suelos y formaciones geológicas, pero el mejor crecimiento ocurre en suelos aluviales profundos, porosos, fértiles y bien drenados, con un pH neutral o ácido. (Cháves *et al.* 1991)

La teca tolera condiciones de suelo muy extremas, siempre que exista un drenaje adecuado. Los factores limitantes más importantes en cuanto a los suelos son la poca profundidad, las capas duras, las condiciones anegadas, los suelos compactados o arcillas densas con un bajo contenido de Ca o Mg. Se ha demostrado también que la teca es sensible a las deficiencias de fosfatos . Las pendientes escarpadas, el drenaje pobre y las altitudes de más de 1,000 m también influyen en el crecimiento de una forma negativa. Cháves *et. al*, 1991)

d. Cobertura Forestal Asociada

En la India se registraron 76 especies de árboles de acuerdo a región climática como socios de la teca. Estos variaron desde especies de *Acacia* y *Cassia* en las regiones de secas a semi-húmedas, hasta *Gmelina arborea* Linn. en las regiones semi-húmedas. Tres especies de *Stereospermum* se registraron para las regiones de semi-húmedas a húmedas, con varias especies de *Xylia* en las regiones muy húmedas. Cinco especies de *Terminalia* crecen junto con la teca en todas las regiones, y por lo menos dos de éstas son comunes en cada región. Unos bosques de teca mejor desarrollados crecen en las regiones más húmedas, mientras que en las áreas más secas la especie no alcanza gran tamaño (Weaver 1990).

e. Flores y Fruto

Los frutos son subglobosos, aplanados, presentan un exocarpo delgado, algo carnoso y tomentoso cuando fresco; el endocarpo es grueso, óseo, corrugado con cuatro celdas que encierran generalmente 1 ó 2 semillas. Las semillas son de 5 mm de largo en promedio, la producción de semillas fértiles se presenta entre los 15 y 20 años. La floración se da en los meses de junio a septiembre y la producción de frutos al inicio de la época seca, entre los meses de febrero a abril de cada año (Vaides 2005).

f. *Comportamiento Radical*

Esta especie presenta una raíz pivotante gruesa y larga que puede persistir o desaparecer, forma una gran cantidad de raíces laterales, las cuales se encuentran poco profundas, generalmente a menos de 30 cm de profundidad del suelo. Por estas características, necesita crecer en suelos bien drenados, debido a que las raíces son sensibles a las deficiencias de oxígeno y en los primeros 30 cm de profundidad del suelo, se encuentra alrededor del 75 % de la biomasa radical fina, encargada de la absorción de nutrimentos y agua del suelo (Vaides 2005).

El fuste del árbol es de corteza áspera y fisurada de aproximadamente 1.2 mm de espesor, de color café claro, se desprende en placas grandes y delgadas. La dominancia apical de los individuos se pierde con la madurez o con la floración a temprana edad y se empieza a formar una copa más amplia con ramas numerosas.

g. *Reacción a la competencia*

La teca tiene altas demandas de luz y requiere de luz vertical total y de un espacio amplio alrededor para el desarrollo apropiado.

Dentro del área de su distribución natural, la teca ocurre bajo una variedad de condiciones en las cuales el tamaño, la forma y los árboles asociados varían. Los sistemas silviculturales de teca, por lo tanto, deben adaptarse al tipo de bosque, el clima y las condiciones del suelo de cada área. En las regiones húmedas, los árboles de teca son grandes, a menudo estriados; compiten de manera intensa con otras especies y producen una regeneración natural escasa. Bajo condiciones naturales, la regeneración y el crecimiento de los socios de la teca tolerantes a la sombra se ven favorecidos. El crecimiento y rendimiento de las plantaciones de teca en climas húmedos son sin embargo más rápidos y mayores que en los sitios más secos.

En los tipos de bosque con niveles de humedad intermedios, la teca adquiere su mejor forma, pero la regeneración es variable. En estas áreas, la regeneración por métodos naturales o artificiales puede ser usada. La densidad de las existencias de plántulas de

teca o de rebrotes, la cantidad y el tipo de vegetación terrestre baja, y la disponibilidad de cultivadores del método taungya, influyen la selección de las técnicas a usar. Los costos de la limpieza y el entresacado son factores importantes a considerar al seleccionar el espaciamiento a usar en la plantación y las técnicas de entresacado. Los espaciamientos pequeños requieren de menos limpieza pero aumentan el costo de la fase de establecimiento, y requieren de más entresacado para mantener unas tasas de aumentos en el diámetro razonables. El entresacado apropiado puede reducir las ramificaciones epicórmicas y permitir suficiente vegetación terrestre baja para prevenir la erosión. En tipos de bosque más secos, las plantaciones de teca no tienen éxito por lo común. El crecimiento es lento y la calidad del maderaje es a menudo pobre. Sin embargo, el manejo de la regeneración de la teca es posible porque las plántulas son más abundantes y el costo de eliminar la maleza es aceptable.

Para el área de América Central se recomiendan tres limpiezas durante el primer año, dos en el segundo y por lo menos una durante el tercero. La remoción del estrato inferior en una plantación de teca de 7 años de edad en las Islas Vírgenes de los Estados Unidos mejoró el acceso y redujo el peligro de incendios sin afectar el incremento de la teca (Chávez *et al.* 1991).

h. Agentes Dañinos

La teca se considera como resistente a la mayoría de los patógenos en las plantaciones, los bosques naturales y los almacenes de maderaje (Chávez *et. al.* 1991).

La resistencia a la pudrición se ha correlacionado con la cantidad de extractivos contenidos en la madera. El duramen de la teca es resistente a las termitas de la madera seca y moderadamente resistente a las termitas subterráneas, pero es atacado con facilidad por la polilla del mar. La albura no es resistente a ninguno de los organismos mencionados, y sufre también el ataque de la carcoma. La teca tiene también la reputación de ser resistente al fuego, de manera particular cuando los incendios avanzan con rapidez y no alcanzan temperaturas muy altas (Weaver 1990).

i. Plantación

Manejo: Se han propuesto aclareos basados en la altura de los árboles. Por ser una especie que exige mucha luz el aclareo debe ser temprano y regular. Se propone un sistema de raleo donde deben ser intensos en los años que la especie crece rápidamente; los primeros dos, se realizan en forma semi mecánica; los raleos siguientes se realizan de acuerdo con el área basal. Se propone realizar el primer aclareo cuando los árboles alcanzan una altura de 8 metros cortando en forma semimecánica el 30% de los árboles, el segundo aclareo cuando la altura llegue a los 15 m dejando una densidad de 500 árboles por hectárea. Las podas son necesarias cuando requiere madera libre de nudos, podándose a 1/3 de la altura del árbol, aunque en condiciones normales presenta buena poda natural (INAB 1999 (20)).

Se propone un período de rotación entre los 15 a 22 años cuando el diámetro alcance los 40 cm, con rendimientos de 10 hasta 25 m³/ha (INAB 1999 (20)).

j. Usos

Los productos principales que se obtienen son: Madera para aserrío, tabla, muebles y construcción (INAB 1999 (20)).

La madera se trabaja bien con herramientas eléctricas o manuales, pero contiene sílice, lo que tiende a embotar el filo de los instrumentos. Las características para el trabajo a máquina son como sigue: el cepillado, el modelado, el taladrado, el enmechado y la resistencia a rajarse con tornillos son buenas; el torneado es excelente y el lijado es muy pobre. La madera recibe bien los clavos, el barniz y el pulido, y es fácil de encolar. Unos estudios detallados sobre el duramen de la teca mostraron que disminuye en durabilidad entre más cerca al meollo, cuando tiene anillos de crecimiento anchos, y cuando se deriva de árboles jóvenes. La conclusión práctica más importante de estos estudios es que no todos los trozos de duramen de teca son altamente durables, y que la mayoría de los interiores del tronco son menos durables que la madera en etapa madura. Una tasa de crecimiento muy acelerada, particularmente en las etapas tempranas de crecimiento, puede disminuir la durabilidad de manera apreciable (Weaver 1990).

3.1.2 PRODUCTOS FORESTALES

Según Bernal, 1975 (8), se entiende como producción forestal a la intervención del hombre en el bosque a efecto de obtener satisfactores a sus necesidades, las que están determinadas por las condiciones sociales en que se desenvuelve. Dado que los productos forestales provienen directamente del bosque, se hace una división de los mismos en:

- A. Productos Primarios; los a que a su vez se subdividen en:
 - a. Productos primarios directos: todos aquellos que provienen de masa que ya han alcanzado la madurez.
 - b. Productos primarios inmediatos: constituidos por partes del vuelo que aún no han alcanzado la madurez, tal es el caso de maderas y leñas resultantes de cortas intermedias (podas, aclareos, etc.)
 - c. Productos primarios mediatos: todos aquellos productos provenientes de árboles en pie, los cuales pueden ser: resinas, gomas, látex, corcho, semillas y frutos.
- B. Productos secundarios; consistentes en plantas menores, leña a partir de árboles muertos o producto de la poda natural, caza y pesca dentro del área boscosa.

La actual Ley Forestal de Guatemala (12), define los productos forestales como los bienes directos que se aprovechan del bosque. Estos incluyen los siguientes: trozas rollizas o labradas, sin ningún tratamiento, postes y pilotes sin ningún tratamiento; materiales para pulpa, durmientes sin ningún tratamiento; astillas para aglomerados, leña, carbón vegetal, semillas, gomas, resinas, y corteza.

3.1.3 TERMINOS RELACIONADAS CON LA CUBICACIÓN

- A. **Volumen:** Rendimiento de madera de un árbol o masa boscosa, según la unidad de medida determinada (metros cúbicos, pulgadas, pies tablares etc.).
- B. **Cubicación:** Es la determinación del volumen de productos forestales, procesados o no, para lo cual es necesaria la medición de sus dimensiones.
- C. **Tumba o tala:** Es la acción y efecto de cortar o tumbar los árboles, destinados o descritos en el plan operativo anual de aprovechamiento.
- D. **Tocón:** Parte inferior del tronco de un árbol que queda unida a la raíz cuando se corta por el pie; normalmente tiene una altura aproximada de 0.30 m. Cuando existen gambas se recomienda realizar desgambe.

3.1.4 DIFERENTES VOLÚMENES QUE PUEDEN DEFINIRSE EN UN ÁRBOL

Para un árbol dado pueden definirse un número casi infinito de volúmenes. Pero según su utilidad, podemos distinguir los volúmenes que más se manejan, como lo son; el volumen del fuste, volumen de madera rolliza del tallo, volumen total de las ramas, volumen madera rolliza de las ramas, y biomasa lígnea total del árbol (Caillez, 1980 (9)).

El volumen sobre el que se está tratando debe definirse en todos los casos. Además, debe especificarse como fue calculado el volumen de dicho objeto, ya que el volumen real rara vez se conoce con exactitud (sería el volumen de agua desplazado por el objeto al sumergirse en un tanque (Caillez, 1980)).

3.1.5 DETERMINACIÓN DE VOLUMEN DE ÁRBOLES INDIVIDUALES

Según Quintana, 1999 (24), el volumen de un árbol puede ser determinado con base en la forma o el perfil del fuste, la cual puede variar de acuerdo a la especie, posición sociológica, influencia del medio ambiente y tratamiento que se le dé al bosque. Las formas de fustes o troncos se asemejan a cuerpos geométricos, paraboloides, neiloides o cónicos; variando las mismas durante su desarrollo. Estas formas facilitan la medición de las variables (diámetros y alturas), lo que

permite aplicarles la fórmula de volumen correspondiente al largo total o a secciones del árbol. El volumen puede calcularse por trozas o secciones de troncos con fórmulas específicas como:

Ecuación de Huber:	$V = (g_m) * (L)$
Ecuación Smalian:	$V = ((g_u + g_o)/2) * (L)$
Ecuación de Newton:	$V = ((g_u + 4g_m + g_o)/6) * (L)$

Donde:

V = volumen

g_u = área basal mayor

g_m = área basal media

g_o = área basal menor

L = largo o altura

FAO, 1980, citado por Quintana (24), menciona que la estimación del volumen está basada en medidas del árbol o características de masas (diámetros, altura, área basimétrica), y en relaciones volumétricas entre aquellas características y los volúmenes a estimarse.

A. Determinación de productos forestales primarios a extraer

Según Turtiainen y Barahona, 1995 (26), la determinación del porcentaje de productos a extraer, se basa en el porcentaje de volumen a extraer como también en la tasa de conicidad de los árboles a cortar.

Los productos se dividen en 4 categorías que normalmente son: troza, trocillo, leña y otros; pero el técnico puede clasificar los productos según la demanda actual. En la parcela se puede estimar de la siguiente manera:

- a) 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.
- b) 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.

“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 árboles a extraer. Si los árboles 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 de los porcentajes sea igual a 100” (26).

3.1.6 TABLAS DE VOLUMEN

Ferreira, 1990 (15), define la tabla de volumen como una tabulación del volumen promedio de árboles de diferentes tamaños, expresados por su DAP (Diámetro a la altura del pecho) y Altura y diferentes clases de formas. El volumen es la variable dependiente de las variables independientes DAP y altura.

Además Ferreira (15) indica que las tablas de volumen pueden clasificarse así:

- A. **Tabla de Volumen local:** Es aquella que utiliza solamente el DAP, como variable independiente, asume que todas las variables excepto el DAP son uniformes dentro de un área limitada para la cual la tabla es efectiva, y válida.
- B. **Tabla de volumen general (Estandar):** Es aquella que utiliza el DAP y la Altura como variables independientes. La altura utilizada puede ser la altura total como es el caso para las especies de coníferas ó la altura comercial que se usa en las especies latifoliadas.
- C. **Tablas de volumen con clase de forma:** Es una tabla de volumen general con la forma del árbol incorporada como variable.

Caillez (9), defina la tabla de volumen, como una tarifa, tabla, fórmula o gráfico, que da un estimado del volumen de un árbol o de un conjunto de árboles en función de variables llamadas entradas de la tarifa.

Jiménez, 1980, citado por Quintana (24), menciona que las tablas de volumen son listas tabulares que dan el volumen de una árbol o un conjunto de árboles, preparadas a partir de ecuaciones de

volumen, en donde la variables dependiente es el volumen como una función de las características principales, diámetro normal y altura, obtenidas a partir de análisis de regresión.

A) Selección de las variables

Según Caillez (9), las variables de una tabla deben ser:

- a. Poco numerosas y fáciles de medir para que la tabla tenga una amplia gama de aplicaciones y sea fácil de utilizar,
- b. Fuertemente correlacionadas con el volumen
- c. Débilmente correlacionadas entre sí, para que el poder explicativo de una variable persista cuando las otras se introducen en el modelo.

En general no se utilizan más de dos variables: la primera es siempre el diámetro de referencia, la segunda puede ser el diámetro a una altura fija (5 metros, por ejemplo) o una altura relativa, o la altura del fuste, o la altura total, o el diámetro de la copa. Entre estas variables, la altura del fuste y el diámetro a una altura fija son de más fácil medición, siendo esta última más usada que la altura.

B) Selección de la muestra

Caillez (9), menciona que para un rodal monoespecífico y homogéneo se puede considerar que se necesitan de 50 a 100 árboles para tarifas de una sola entrada, y entre 80 a 150 para tarifas de dos entradas. El número de árboles no es el único criterio a considerar; es necesario escoger los rodales de donde se extraerán los árboles y dentro de los rodales seleccionar los árboles muestra.

A continuación algunas recomendaciones al respecto:

- a. Dividir la región para la cual se va a establecer la tarifa en compartimientos homogéneos (considerando condiciones del lugar, y los tratamientos silviculturales)
- b. Dividir los compartimientos en clases diamétricas y que, en un compartimiento, se tomen el mismo número de árboles de muestra en cada clase de área basal.

La regla anterior trata de evitar que la mayoría de los árboles pertenezcan a un reducido número de clases de grosor (9).

No existe una regla para determinar el número de clases, solo se pueden dar algunas guías generales; por ejemplo que el número de clases debe estar entre 5 y 20. Ferreira, 1990 (15).

Castellanos, 1993, citado por Girón (17), recomienda realizar un muestreo selectivo, indicando que el empleo de un muestreo de árboles por tamaño es más eficiente que un muestreo al azar, porque éste último tiende a incluir muchos árboles pequeños y pocos árboles grandes, lo cual no es representativo para este tipo de estudios.

3.1.7 ANÁLISIS DE REGRESIÓN DEL VOLUMEN Y SELECCIÓN DEL MODELO MÁS APROPIADO

“El análisis de regresión es el método mayormente utilizado, pues el inconveniente de los cálculos ha disminuido con el desarrollo de las computadoras” (Caillez 1980).

Philip (1983), mencionado por Barrena, *et al.* (6), indica que la utilización del análisis de regresión en la construcción de ecuaciones de volumen presenta las siguientes ventajas:

- a. Proporciona un estimado de la precisión de la predicción o estimación.
- b. Se cuenta con un método objetivo de elección entre diferentes modelos matemáticos
- c. Se necesitan pocos datos para alcanzar la precisión dada.

“El ajuste se hace por el método de los mínimos cuadrados que está basado al igual que el ajuste gráfico en la premisa que el volumen está relacionado con las variables independientes elegidas de acuerdo a una función o ecuación matemática definida. En el ajuste por mínimos cuadrados la función es explícita, por lo tanto se debe definir antes la forma de la ecuación a usar. La ventaja del ajuste por mínimos cuadrados es que la solución de la ecuación es objetiva y se puede calcular la desviación estándar de estimación y el coeficiente de correlación. La desventaja es que se requiere una mejor base matemática y estadística, más sin embargo también se menciona que; con el desarrollo actual de la tecnología, es rápido obtener los coeficientes de la ecuación” (15).

En el análisis de regresión se usa la siguiente terminología:

Variable independiente: Es la variable ubicada a la derecha del signo igual y se representa por la letra X, se llama también argumento.

Variable dependiente: Es la variable ubicada a la izquierda del signo igual y se representa por la letra Y, se llama así porque su valor depende del valor de la variable independiente X.

Intercepto o constante: Es un parámetro desconocido que se representa por la letra a, también se conoce como ordenada en el origen.

Pendiente o coeficiente: es un parámetro desconocido que se representa por la letra b.

Para Barrena et al (6), la elección de la mejor ecuación de volumen debe hacerse lo más objetivamente posible; y para ello las ecuaciones deben clasificarse de acuerdo a los siguientes criterios:

Cuadrado medio del error (CME): Es un indicador que establece el error en la aproximación de los valores predichos con relación a los datos reales.

Coefficiente de determinación (R^2): Valor que indica que el porcentaje de variación de los datos estimados es explicado por el modelo seleccionado, es decir que la bondad del ajuste del modelo a los datos reales, en tal razón, mientras más se acerque éste valor a la unidad, se tendrá una correlación y regresión casi perfecta.

Coefficiente de Variación (CV): Determina el porcentaje de variabilidad de los valores estimados con relación a los valores reales.

Con el objeto de determinar la exactitud de las tablas de volumen, Ferreira (15) sugiere las siguientes pruebas:

Error o desviación estándar de la estimación (S_{xy}): es la medida de las desviaciones cuadradas de los volúmenes reales y estimados.

Desviación agregada (DA) o prueba de sesgo: Se define como la diferencia de la suma de los volúmenes reales y los estimados expresados como un porcentaje de la suma de los volúmenes estimados. Además, es una indicación de la ausencia de sesgo en las tablas de volumen y no debe exceder el 1%.

Desviación media (DM): se define como el cociente de la suma de las diferencias de los volúmenes reales y los estimados (no se toma en cuenta el signo) y la suma de los volúmenes estimados expresados en porcentaje. Nos indica la variabilidad esperada en los datos utilizados, y puede en algunas ocasiones alcanzar el 10%.

Según Rodríguez, 1977, mencionado por Girón (17), la desviación agregada es una indicación de la ausencia de sesgo en las tablas de volumen y no debe exceder el 1%, mientras que la desviación media indica la variabilidad esperada en los datos utilizados, y puede en algunas ocasiones alcanzar el 10%.

3.2 MARCO REFERENCIAL

3.2.1 DESCRIPCIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

A. Localización geográfica

La investigación se realizó en el departamento de Izabal, el cual se localiza en el extremo Nor-oriental de la república de Guatemala, siendo su cabecera departamental Puerto Barrios, ubicada a 300 Kms. de la ciudad capital. Geográficamente se localiza entre las coordenadas latitud Norte 15°44'06" y longitud Oeste 88°36'17", colindando al Norte con el departamento de Petén, el océano atlántico y parte de Belice; al Oeste con el departamento de Alta Verapaz; al Sur con el departamento de Zacapa y al Este con la república de Honduras. Ver Figura II.3.

B. División político administrativa

El departamento de Izabal está integrado administrativamente por 5 municipios: Puerto Barrios, Morales, Livingston, Los Amates y El Estor. En esta investigación se trabajó en los municipios de El Estor, Morales y Livingston.

Según el Cuadro II.1, el municipio de El Estor ocupa mayor extensión territorial del departamento, equivalente al 32 % del departamento, mientras que Puerto Barrios y Morales constituyen los municipios con menor extensión territorial, abarcando el 14.29 % y 14.34% respectivamente.

Cuadro II.9. Extensión Territorial por municipio.

Municipio	Extensión Territorial Km ²
Total República	108,889
Total Departamento	9,038
Puerto Barrios	1,292
Livingston	1,940
El Estor	2,896
Morales	1,296
Los Amates	1,615

Fuente: Instituto Nacional de Estadística, 2003.

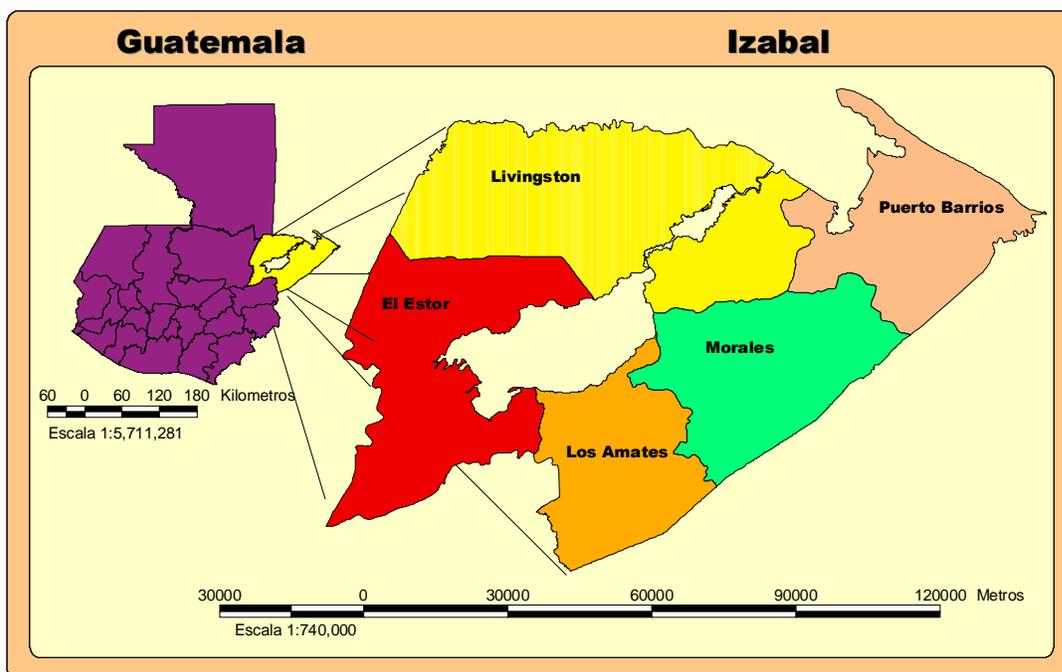


Figura II.12. Ubicación geográfica del área de estudio en el departamento de Izabal.

C. Condiciones climáticas

Las condiciones climáticas en el área son variadas debido a su ubicación geográfica, siendo la precipitación media anual de 3,000 mm, las lluvias son generalizadas y se distribuyen durante ocho meses al año aproximadamente. Los meses de febrero, marzo y abril son los más secos. La temperatura media es de 28°C, aunque en los últimos años se han registrado temperaturas máximas de hasta 35°C; siendo la humedad relativa media de ochenta a 85 por ciento. La investigación se llevó a cabo en la región geográfica climática definida como Región geográfica cálida, según sus características climáticas.

a) Región geográfica cálida

Abarca aproximadamente el 98 por ciento del departamento de Izabal, conformada por una zona cálida pluvial con vegetación de bosque húmedo, zona cálida muy húmeda con vegetación de bosque muy húmedo subtropical cálido y una zona fría cálida seca con vegetación de bosque seco sub-tropical.

D. Zonas de Vida

El área de estudio se encuentra ubicada en dos zonas de vida, según el sistema de Clasificación de Zonas de Vida de Guatemala en base a L. Holdridge, las cuales son Bosque muy húmedo Subtropical cálido (Bmh-S(c)) y Bosque muy húmedo Tropical (Bmh-T). Ver Figura II.4.

a) Bosque muy húmedo subtropical cálido

Comprende un 61.59 por ciento del área del departamento. Topográficamente se describe como una zona que va desde lo plano hasta lo accidentado con elevaciones de cero a 1,499 msnm. Se reportan precipitaciones mínimas de 1587 mm y máximas de 2,066 mm, con un promedio de 1826 mm.

Parte de los mejores suelos de la microregión se encuentran dentro de esta zona de vida, siendo por eso recomendada para las actividades agropecuarias su vegetación natural es muy rica y entre los indicadores ecológicos esta el Corozo (*Orbignya cohune*), Palo de Sangre (*Virola spp*), Guarumo (*Cecropia peltata*), Pino blanco (*Pinus caribea*), Ceiba (*Ceiba petandra*), etc.

Los cultivos principales en esta microregión son banano, café, hule, cacao, cítricos, maíz, frijol, arroz, citronela y otros. La ganadería tiene tendencias a crecer, ocupando un lugar importante en los últimos años.

b) Bosque muy húmedo Tropical

Comprende un 35.26 por ciento del territorio del departamento, entre sus indicadores ecológicos se encuentran el Subin (*Acacia cookii*), Ciprecillo (*Podocarpus spp*), Castaño (*Basiloxylon excelsa*), etc.

Se reportan precipitaciones mínimas de 4,000 mm y máximas de 8,000, con un promedio de 6,000 mm. Topográficamente se describe como una zona que va desde lo accidentado a lo plano. El patrón de lluvias de esta zona indica que ya está en el extremo del triángulo para tomarla como tropical. Las altas precipitaciones constituyen un factor limitante para cultivos de granos.

E. Fisiografía

El área de estudio se encuentra ubicada en las provincias fisiográficas Tierras Altas Sedimentarias, Tierras Altas Cristalinas, y Depresión de Izabal.

La región fisiográfica de las tierras altas cristalinas abarca toda el área de las montañas del Merendón en el sur-oriente de Morales (30 por ciento aproximadamente) y un ocho por ciento del municipio de Puerto Barrios, al sur del mismo. El patrón de drenaje a través de la región es muy ilustrativo, ya que el curso del río Motagua, está controlado por la falla del mismo nombre. Esta región está constituida por áreas de vocación forestal y las zonas de recarga hídrica (25). La región de las tierras altas sedimentarias constituye un veinte por ciento del municipio de Morales en el Noreste del mismo y un doce por ciento de Puerto Barrios en el área que circula la bahía de Gálvez, corresponde a las elevaciones de las montañas del Mico (25).

3.2.2 ESTUDIOS DE DISTRIBUCIÓN DEL VOLUMEN POR PRODUCTO DE ESPECIES FORESTALES

Girón (17), en su trabajo de investigación de tesis, realizó un estudio sobre la distribución del volumen por producto para *Pinus maximinoi*, en los departamentos de Alta y Baja Verapaz. En el mismo desarrolló mediante técnicas de regresión modelos matemáticos para estimar la distribución del volumen por producto con corteza, y el volumen total con corteza, para árboles individuales de *Pinus maximinoi*, desplegando un modelo matemático para cada producto a extraer, siendo estos productos; troza, trocillo y leña. Y para el volumen total Tomando como variables independientes o entradas del modelo el Diámetro a la altura del pecho en centímetros, (DAP) y la altura total en metros. En bosques naturales puros que posean árboles de fuste recto y buen estado fitosanitario

3.2.3 ESTUDIOS SOBRE LA ELABORACIÓN DE TABLAS DE VOLUMEN

Nufio (23), en su trabajo de investigación de tesis, realizó un estudio sobre la elaboración de tablas de volumen para Huité (*Quercus sapetaefolia Liebm*) dentro de la zona de vida Bosque muy húmedo subtropical frío, en el departamento de Baja Verapaz. Donde elaboró tablas de volúmenes para estimar los volúmenes de fuste, tunca, leña rolliza y el volumen total del árbol y poder contar con una herramienta útil que permita una mejor planificación en el manejo de esta especie.

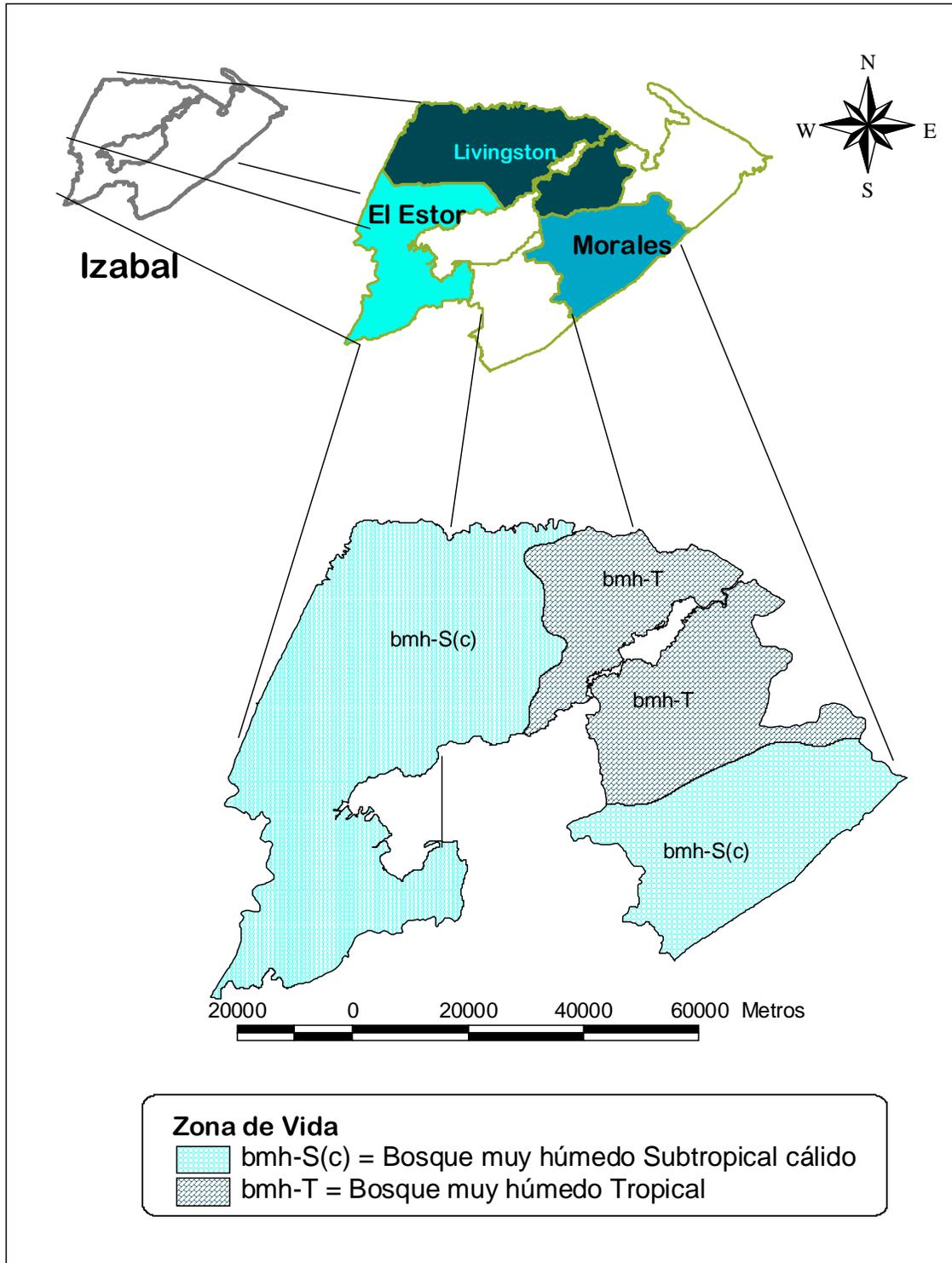


Figura II.13. Zonas de vida del área de estudio, en los municipios muestreados en el departamento de Izabal.

3.2.4 ESTUDIOS SOBRE DETERMINACIÓN DE MODELOS PARA ESTIMAR EL VOLUMEN EN ÁRBOLES INDIVIDUALES

Gómez y Mora, del Instituto de Investigación y Servicios Forestales (INISEFOR), Universidad Nacional, Heredia, Costa Rica (18), realizaron una Comparación de modelos y unificación de ecuaciones de volumen para árboles individuales en plantaciones de Teca (*Tectona grandis* Linn) en Costa Rica.

Se compilaron todos los modelos desarrollados en Costa Rica que estiman el volumen individual (total y comercial) de los árboles de Teca que crecen en plantaciones, los cuales abarcan cinco regiones geográficas del país. La muestra utilizada está compuesta por un total de 18 modelos, agrupados en cuatro categorías de volumen, distribuidos de la siguiente manera: a) cinco que estiman el volumen total con corteza; b) tres para el volumen total sin corteza; c) cinco para determinar el volumen comercial con corteza; y, d) cinco para el volumen comercial sin corteza.

En una primera fase (**Fase I**), se evaluó el desempeño de los 18 modelos mediante una comparación gráfica de los mismos con respecto al volumen promedio de la muestra, calculado para cada categoría de volumen. En la segunda fase (**Fase II**), se ajustó un total de 32 ecuaciones al volumen total de la muestra, en cada grupo volumétrico. Durante la fase tercera (**Fase III**) se analizaron estadísticamente los modelos ajustados, para cada tipo de volumen, con el fin de determinar cuáles de ellos producían el mejor ajuste de acuerdo a ciertos estadísticos como el coeficiente de determinación (R^2), el coeficiente de correlación (r), la suma de cuadrados del error (SCE) y el cuadrado medio del error (CME).

En una cuarta fase (**Fase IV**), se procedió a graficar los modelos ajustados contra los datos de la muestra, dentro de cada categoría de volumen. De este análisis final se escogió, dentro de cada grupo, un número variable de funciones como las de mejor ajuste. De este número limitado de funciones, en la quinta fase (**Fase V**) se escogieron los modelos que presentaron las “diferencias absolutas” más pequeñas con respecto al volumen promedio de la muestra, en cada una de las categorías. Finalmente en la sexta fase (**Fase VI**) se graficaron las mejores ecuaciones para cada tipo de volumen contra el volumen promedio de la muestra.

Mediante ésta investigación, se logró obtener un solo modelo para estimar el volumen total con corteza y otro para el volumen total sin corteza; de igual manera, ahora se dispone de un único modelo para obtener el volumen comercial con corteza y otro para el volumen comercial sin corteza; éstos últimos hasta un diámetro mínimo de 7 cm. Con esto se logra reducir la

incertidumbre en la escogencia de una función apropiada para cada tipo de volumen en Costa Rica.

3.2.5 GENERALIDADES DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES –PINFOR–

El Programa de Incentivos Forestales (**PINFOR**), es una herramienta de la política forestal nacional de largo plazo que promueve el Instituto Nacional de Bosques, INAB, con miras a impulsar el fomento de la producción forestal sostenible en el país, mediante el estímulo a la inversión en las actividades de forestación, reforestación y manejo de bosques naturales.

A fines de 1996, el decreto legislativo 101-96, crea el Instituto Nacional de Bosques, INAB, delegándole en coordinación con el Ministerio de Finanzas Públicas, la responsabilidad de otorgar incentivos a los propietarios de tierras de vocación forestal, que se dediquen a la ejecución de proyectos forestales. De ahí nace el PINFOR, que en 1997 inicia sus acciones.

A. Los incentivos

Son un pago en efectivo que el Estado otorga al propietario de tierras de vocación forestal por ejecutar proyectos de reforestación o manejo de bosques naturales.

B. Misión del PINFOR

El **PINFOR** fomenta la creación de núcleos de producción forestal regional de alta productividad, para impulsar la oferta de productos forestales competitivos, reducir la deforestación, generar servicios ambientales y empleo en el área rural.

C. Visión del PINFOR

Es el instrumento de política forestal que promueve una mayor incorporación de la población guatemalteca al sector forestal. El PINFOR incentiva la inversión para el establecimiento y manejo de plantaciones forestales, el manejo sostenido de bosques naturales y la silvicultura con fines ambientales. El PINFOR convierte a Guatemala en el líder de la producción de bienes y servicios ambientales de la región.

D. Objetivos del PINFOR

- a. Mantener y mejorar la producción forestal sostenible, incorporando los bosques naturales a la producción económica productiva.

- b. Incorporar tierras de vocación forestal desprovistas de bosques a la actividad forestal, a través del establecimiento y mantenimiento de plantaciones forestales y/o la regeneración natural.
- c. Generar una masa crítica de bosques productores de materia prima, para el desarrollo de la industria forestal.
- d. Incentivar el mantenimiento y la creación de bosques para la generación de servicios ambientales.

E. Duración del Programa

El PINFOR estará vigente hasta el año 2017. Durante éste período de tiempo, el estado otorgará incentivos forestales a los propietarios de tierras de vocación forestal, una sola vez para la misma área de acuerdo al plan de reforestación y/o manejo aprobado por le INAB.

F. Montos a incentivar

El incentivo para la actividad de reforestación será hasta por seis años conforme se indica en el Cuadro II.2.

Cuadro II.10. Montos a incentivar por PINFOR, para planes de Reforestación.

Año	Incentivo (Q/ha)
0	5,000
1	2,100
2	1,800
3	1,400
4	1,300
5	800
total	12,400

G. Áreas prioritarias

El PINFOR se ejecuta principalmente en un área prioritaria, tomando en cuenta su índice de importancia forestal, su ubicación estratégica para recuperar ecológicamente áreas bajo fuerte presión y el apoyo que pueda tener de las municipalidades y de proyectos de desarrollo agroforestal. Así la atención del programa se centra en las siguientes regiones:

Petén.

Las Verapaces.

Izabal.

4. OBJETIVOS

4.1 GENERAL

Determinar la distribución del volumen por producto de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*, en plantaciones de 5 y 6 años, establecidas mediante PINFOR, en el departamento de Izabal.

4.2 ESPECÍFICOS:

- A. Determinar los volúmenes reales de trocillo, leña y volumen total para *Pinus caribaea* y *Tectona grandis* en plantaciones forestales, de PINFOR, en el departamento de Izabal.
- B. Evaluar y seleccionar mediante técnicas de regresión y análisis estadísticos, modelos matemáticos para estimar la distribución del volumen por producto y el volumen total en árboles individuales de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*.
- C. Elaborar a partir de los modelos matemáticos seleccionados, tablas de volumen por producto y volumen total para árboles individuales de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*.

5. METODOLOGÍA

5.1 UBICACIÓN DEL ÁREA DE ESTUDIO

La fase de campo de la investigación se realizó en plantaciones forestales, establecidas a través del Programa de Incentivos Forestales –PINFOR–, donde se cuenta con las especies forestales *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*, y que se encontraban en fases de mantenimiento IV y V.

En el Cuadro II.3 se describen los proyectos que cuentan con las especies mencionadas y que se hallan en las condiciones deseadas, según registros de la sub región III-1.

Cuadro II.11. Proyectos de Plantaciones Forestales establecidas a través de PINFOR, en fases de mantenimiento 4 y 5, con *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*.

Especie	Fase de Mantenimiento	Nombre	Ha	Municipio
<i>Pinus caribaea</i>	5	El Roble 1	100	Livingston
	5	El Guayabo	50	Livingston
	5	Semuc 6 AC	75.23	El Estor
	5	El Recreo	9.01	El Estor
	5	La Cumbre	42.02	Morales
	5	La Cumbre	57.98	Morales
<i>Tectona grandis</i>	5	Sn. Martín I	122.89	Livingston
	5	Sn. Martín II	88.44	Livingston
	5	Sn. Martín III	100.33	Livingston
	5	Sn. Martín IV	63.31	Livingston
	5	Sn. Martín V	73.25	Livingston
	4	San Martín	80.320	Livingston
	4	San Martín	96.730	Livingston
	4	Sta. Elisa	110.000	Morales
4	Río Bonito	4.820	Livingston	

Fuente: Registros de PINFOR de la sub-región III-1, INAB-Izabal, 2005.

Según los datos anteriores, las plantaciones de *Pino caribaea* se encuentran en la etapa de mantenimiento 5, lo que significa que tienen 6 años, mientras que las plantaciones de Teca, se encuentran en fase de mantenimiento 5 y 4, lo que significa que tienen 5 y 6 años respectivamente.

5.2 SELECCIÓN DE PROYECTOS

Sobre la base de los registros de PINFOR de la subregión III-1, se seleccionaron los proyectos conformados por plantaciones de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*; que se encontraran en fases de mantenimiento IV y V, para lo mismo fue primordial verificar la autorización del propietario, ya que de no contar con la misma no se podía ingresar al proyecto.

Para obtener la autorización de los propietarios se enviaron cartas de solicitud autorizadas por el director regional de Nor-oriente del INAB.

Los proyectos iniciales (Cuadro II.3) son los que se encontraban en las condiciones ideales de la investigación, más sin embargo no se pudo tener acceso a todos, con lo que respecta a *Pinus caribaea*, se pudo ingresar a la mayoría de los proyectos identificados, pero para *Tectona grandis* no, por lo que el área de muestreo se redujo significativamente (ver Cuadro II.4).

Cuadro II.12. Proyectos autorizados para recolectar los datos de la investigación.

Especie	Fase de Mantenimiento	Nombre	Ha	Municipio	Empresa	Propietario
<i>Pinus caribaea</i>	5	El Roble 1	100	Livingston	Agropecuaria El Cerrón	Ing. Oscar Roberto Tonda
	5	El Guayabo	50			
	5	Semuc 6 AC	75.23	El Estor	Interforest	Lic. Julio César Sandoval/ Alberto Tonda
	5	El Recreo	9.01	El Estor	Agropecuaria Tzinte	José Roderico Godoy
	5	La Cumbre	42.02	Morales	José Arturo Mármol	
	5	La Cumbre	57.98			
<i>Tectona grandis</i>	4	Sta. Elisa	110.000	Morales	Inmobiliaria de Comercio	Bernardo Estrada
	4	Río Bonito	4.820	Livingston	Rosalina San Juan de Solórzano	

Geográficamente las áreas de muestreo se localizan en las coordenadas presentadas e ilustradas en la Figura II.5.

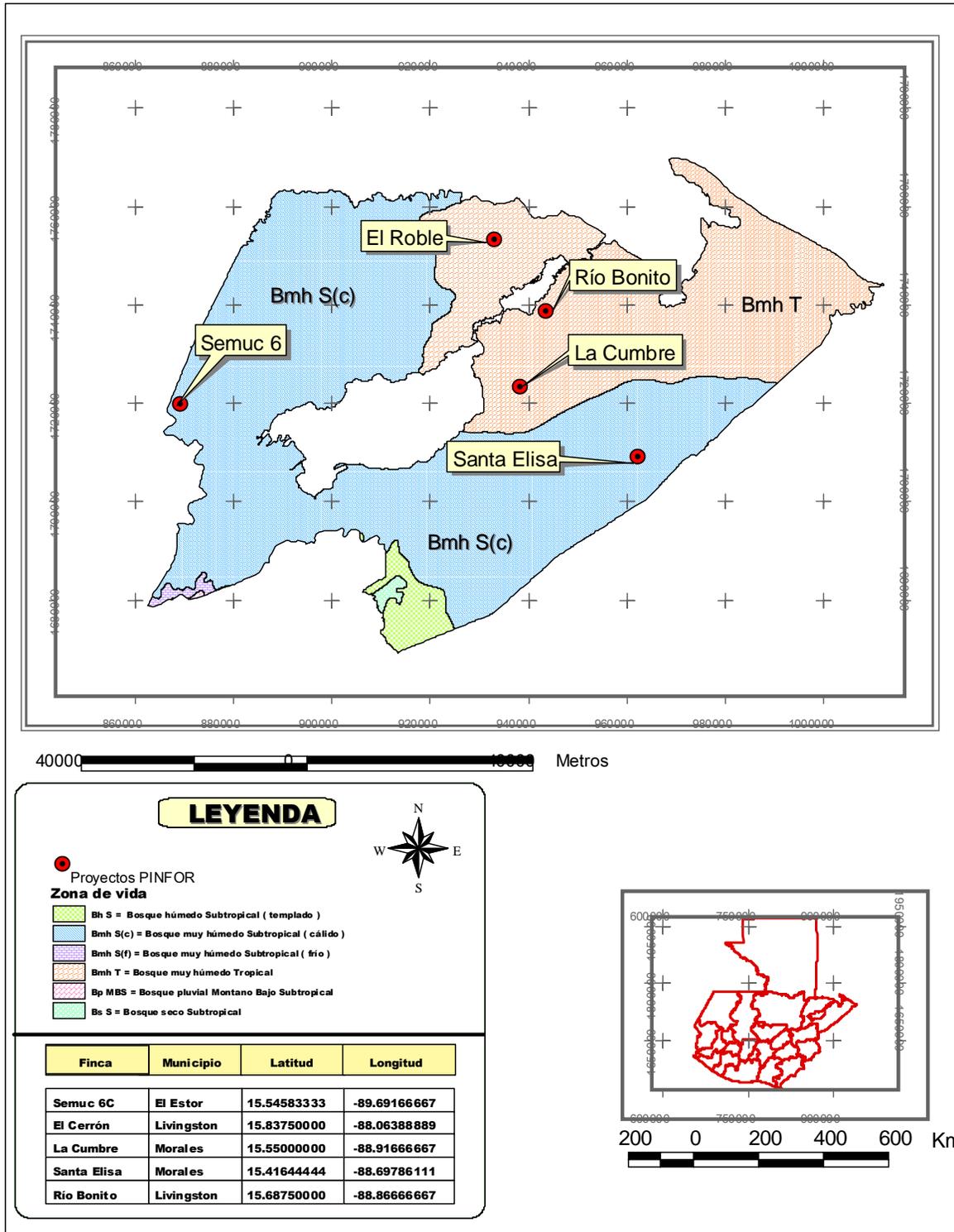


Figura II.14. Ubicación geográfica de los proyectos muestreados en la región de estudio, departamento de Izabal.

5.2.1 SELECCIÓN DE RODALES

Para la selección de los rodales en cada uno de los proyectos se utilizaron los siguientes criterios:
Rodales puros, es decir solamente con árboles de la especie estudiada, ya sea *Pinus caribaea* o *Tectona grandis* (Ver Figura II.6).

Rodales coetáneos, con características homogéneas en su conformación y edad. Con edades de 5 y 6 años.

Rodales que presenten una “densidad normal”, (término cualitativo utilizado para definir la ocupación completa de un sitio, por una masa forestal).



Figura II.15. Rodal de Teca seleccionado para tomar datos de campo en la presente investigación, Finca Santa Elisa, Morales, Izabal.

5.2.2 SELECCIÓN DE ÁRBOLES MUESTRA

Para captar de manera confiable la información, se consideraron ciertas características que deben cumplir los árboles para poder ser seleccionados como árboles muestra, tales como:

Que presenten fustes rectos, sin malformaciones, o indicios de quema.

Que no presenten daños físicos provocados por factores naturales, como rayos o incendios.

Que tengan representatividad para todas las clases diamétricas prescritas.

5.3 DISEÑO DE MUESTREO

5.3.1 TIPO DE MUESTREO

Se trabajó con un tipo de muestreo no probabilístico con un esquema de selección intencional o de selección experta, donde, se seleccionaron personalmente los árboles tipo o muestra, según el criterio del investigador. En el muestreo no probabilístico no es posible conocer ni su precisión ni nivel de confianza, lo que trae como consecuencia que los resultados no puedan ser ampliamente generalizados, sino que únicamente son válidos para el área de trabajo.

Según Caillez (1980), para seleccionar la muestra de una tabla se necesitan de 50 a 100 árboles para tablas de una sola entrada y entre 80 y 150 para tablas de volumen de dos entradas. Mientras que Ferreira 1990, menciona que para determinar el número de árboles base para construir una tabla de volumen, es necesario medir un mínimo de 10 árboles por clase diamétrica de 5 cm. *Según Ugalde (2005) varias investigaciones han dado resultados satisfactorios utilizando de 3 a 4 árboles por clase diamétrica de 2 cm de rango.

De acuerdo a lo mencionado anteriormente, se definió un mínimo de 50 árboles por especie, debido a que no existe un amplio rango de clases diamétricas, y se tratará de una tabla de volumen local. Estos árboles se distribuyeron dentro de los proyectos que contenían las especies en estudio y que se encontraban en edades de 5 y 6 años, dependiendo del área del proyecto, estado de las plantaciones y anuencia de los propietarios.

5.3.2 CATEGORÍAS DIAMÉTRICAS

En base a los registros de Parcelas Permanentes de Muestreo en el área de estudio, se determinaron las categorías diamétricas, las cuales proponen un rango dentro del cual se representa con precisión la distribución diamétrica de las plantaciones en las especies tratadas, con edades de 5 y 6 años. Para este estudio, se establecieron 7 Categorías Diamétricas (C.D.), para cada una de las especies, con intervalos de 2 cm, a partir de 5 cm hasta 17 cm de DAP con corteza (c.c.); y se estimó derribar como mínimo 7 árboles por cada categoría diamétrica.

* Ugalde, Luis (2005) conversación personal.

Se estimó derribar la cantidad de árboles mencionada anteriormente, sin embargo, según el trabajo de campo, la variabilidad de los datos, y criterio personal, se determinó la necesidad de derribar más o menos árboles, según el caso necesario.

Se obtuvo un total de 54 árboles muestra para *Pinus caribaea* y 43 para *Tectona grandis*, distribuidos en las 7 clases diamétricas prescritas, como se puede observar en el cuadro II.5 y II.6.

Cuadro II.13. Características de los árboles muestra de *Pinus caribaea*.

Rango	Árboles Muestra	DAP promedio (cm)	Altura promedio (metros)
5 – 6.99	8	6.026	4.39
7 – 8.99	8	7.94	5.83
9 – 10.99	8	9.89	6.65
11 – 12.99	8	11.78	7.26
13 – 14.99	8	13.70	8.72
15 – 16.99	8	16.10	8.97
17 - 20.99	6	18.52	10.20
Total	54		

Cuadro II.14. Características de los árboles muestra de *Tectona grandis*.

Rango C.D.	Árboles Muestra	DAP promedio (cm)	Altura promedio (metros)
5 – 6.99	5	6.14	6.75
7 – 8.99	7	8.03	9.43
9 – 10.99	8	9.73	11.51
11 – 12.99	5	11.98	12.65
13 – 14.99	5	13.80	13.91
15 – 16.99	7	15.89	13.93
17 - 20.99	6	18.72	15.36
Total	43		

5.4 TOMA DE DATOS

5.4.1 DATOS DASOMÉTRICOS DEL RODAL

Dentro de cada rodal seleccionado se realizaron ciertas mediciones dasométricas y del terreno, levantando parcelas de 500 m² para tener conocimiento sobre el estado actual en que se encuentra el rodal. Los datos tomados fueron los siguientes:

A. Mediciones del terreno

1. Pendiente media: Se midió con clinómetro el porcentaje de pendiente que se encuentra dentro de cada proyecto visitado.
2. Pedregosidad: En base a observaciones del área se determinó la pedregosidad media de la zona.
3. Limpieza y labores culturales: se verificó el estado del sitio respecto a limpieza de la maleza, y realización de podas.

B. Mediciones de Árboles

Directas:

- a. DAP promedio: se midió con cinta métrica, a una altura de 1,30 metros sobre el suelo.
- b. Altura: La altura se midió con hipsómetro, solamente a una parte de los árboles de la parcela,
- c. Medición de forma y defectos:
 1. Defecto de forma: rectitud del fuste, grano espiralado, bifurcación.
 2. Defecto mecánico: quemadura, punta quebrada o rota, cicatrices.
 3. Defectos biológicos: pudrición, daños por hongos o insectos.
- d. Área Basal promedio: Según Ferreira (15), se calcula en base al DAP, mediante la fórmula:

$$AB = (0.7854 * (DAP)^2) / 10,000$$

Donde:

AB = área basal en metros cuadrados

DAP = diámetro a la altura del pecho en centímetros

El área basal se expresa en relación a una superficie de terreno, en este caso metros cuadrados por hectárea.

5.4.2 VARIABLES A MEDIR

A cada árbol seleccionado, dentro de cada categoría diamétrica y previo al apeo, se le midió el diámetro a 1.30 m y luego se procedió a derribarlo dejando una mínima cantidad de altura para el tocón.

Las variables medidas a cada árbol fueron las siguientes:

A. Variables primarias

Tumbado y desramado el árbol, se registraron las siguientes mediciones a lo largo del fuste y las variables primarias medidas a cada árbol fueron las siguientes:

- a. Altura total del fuste en metros: Medición con cinta métrica, desde el tocón hasta el meristemo apical.
- b. Diámetros a diferentes longitudes del fuste en centímetros: Medición con cinta diamétrica a cada 2 m, a partir de la base, continuando hasta la punta del fuste (Ver Figura II.7)
- c. Corteza: para *Pinus caribaea* a cada sección del fuste medida se le tomó una medición del espesor de corteza, utilizando el medidor de corteza.
- d. Volumen estéreo de ramas: Para la medición de la leña de ramas por árbol individual, se apiló la leña formando metros estéreos para poder facilitar su cuantificación. Entendiendo como metro estéreo el volumen ocupado por piezas de madera de un metro de largo apiladas sobre un metro de ancho y un metro de alto.



Figura II.16. Medición de diámetros en un árbol de *Pinus caribaea* a cada dos metros, Finca La Cumbre, Morales, Izabal.

B. Variables derivadas

Para calcular los volúmenes a partir de la información obtenida de las variables primarias, se seguirá el siguiente proceso:

- a. Volumen de trocillo. Se consideró como trocillo, la sección del fuste que por sus dimensiones no permite su procesamiento para la producción de tabla, considerando para *Pinus caribaea* las siguientes dimensiones; un diámetro máximo de 20 cm hasta un mínimo de 8 cm, y para *Tectona grandis*; un diámetro máximo de 20 cm hasta un mínimo de 10 cm, basándose en la demanda actual de este producto por la industria forestal nacional.(Aldana M., 2005)

Sin embargo este producto forestal, puede destinarse a un proceso de transformación más eficiente, que a su simple utilización como leña (fabricación de tablex, contrachapados, tarimas, paletas quirúrgicas y palillos principalmente).

- b. Volumen de leña: La punta del fuste, que comprende diámetros menores a 10 cm, se consideró como volumen de leña, el cual se obtuvo con la fórmula del cono circular. La leña apilada de ramas de la copa se transformó de metros estéreos a metros cúbicos, por medio de un coeficiente de apilamiento (k), el cual estableció la relación entre ambos volúmenes.

El coeficiente de apilamiento se obtuvo de la siguiente manera: Se tomó una muestra de leña apilada (1/4 de metro estéreo), la cual fue sumergida en una pileta de volumen conocido y por medio del método del volumen desplazado se calculó su volumen sólido, para posteriormente referirlo al volumen de leña apilada total.

Los coeficientes de apilamiento que se obtuvieron son los que se presentan en el Cuadro II.7, para *Pinus caribaea* se obtuvieron coeficientes de 0.26 y 0.16, para leña gruesa y leña delgada respectivamente, lo que indica que un 26% y un 16% del volumen estéreo en cada uno de los casos, corresponde al volumen sólido y lo restante a espacio vacío, respectivamente.

Mientras que para *Tectona grandis* se obtuvieron coeficientes de 0.52 y 0.28 para leña gruesa y leña delgada respectivamente.

Cuadro II.15. Coeficientes de Apilamiento (K) obtenidos para cubicar el volumen real de leña.

Especie	Coeficiente de Apilamiento (K)	
	Leña gruesa	Leña delgada
<i>Pinus caribaea</i>	0.26	0.16
<i>Tectona grandis</i>	0.52	0.28

Se obtuvo un coeficiente de apilamiento para leña gruesa y otro para leña delgada (en palito), por cada especie, para así obtener lo que corresponde a volumen sólido y lo que corresponde a espacio vacío. Estos coeficientes se multiplicaron por el volumen estéreo, y de esta forma se obtuvo el volumen sólido.

- c. Volumen total: Para *Pinus caribaea* se diferenciaron dos volúmenes totales, uno con corteza y otro sin corteza.

Por medio de los valores de espesor de corteza tomados a cada sección del fuste se determinó el volumen sin corteza, multiplicando el espesor de corteza por 2 y restándolo al diámetro de referencia correspondiente, luego se aplicó la fórmula adecuada para determinar el volumen.

El volumen total con corteza se obtuvo de la suma de los volúmenes de cada producto (trocillo y leña). Para obtener los volúmenes parciales por producto y el volumen total de cada árbol, se utilizaron las fórmulas descritas en el Cuadro II.8:

- d. Corteza: Para *Pinus caribaea* se determinó la proporción de corteza P, la cual es el cociente entre el volumen de la corteza y el volumen del árbol con corteza. También se determinó el factor de corteza C el cual es el cociente entre el diámetro con corteza y el diámetro sin corteza.

El factor de corteza C fijado para las plantaciones de *Pino caribaea* de 6 años es de **0.83.**, este valor es útil para convertir un volumen con corteza de un rodal en un volumen sin corteza.

Cuadro II.16. Fórmulas utilizadas para determinar el volumen de los diferentes productos a extraer del árbol.

SECCIONES	ECUACIONES	NOMBRE
Tocón	$V = ABo \times L$	Cilindro
Intermedias	$V = L/2 \times (AB1 + AB2)$	Smalian
Fuste terminal	$V = L/3 \times AB3$	Cono circular
Leña de ramas	$V = L \times A \times H \times K$	Metros cúbicos

Donde:

V = Volumen en metros cúbicos

AB = Ara basal ($0.7854 \times D^2$) en metros cuadrados

L = Longitud de sección en metros

ABo = Utiliza el diámetro de la parte superior del tocón en cm

AB1 = Utiliza el diámetro inferior de la sección (el mayor) en cm

AB2 = Utiliza el diámetro superior de la sección (el menor) en cm

AB3 = Utiliza el diámetro medido en la base del cono en cm

K = Coeficiente de apilamiento

H = Altura de leña apilada en metros

A = Ancho de leña apilada en metros

- e. Distribución del volumen por producto: Se determinó en términos de porcentaje, para lo cual fue necesario dividir el volumen de cada producto (trocillo y leña) entre el volumen total del árbol, multiplicado este valor por 100; este procedimiento se realizó para cada uno de los árboles muestra.

5.5 PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

La estimación de las proporciones de los productos y de los volúmenes con corteza se efectuó por medio de ecuaciones desarrolladas a través de análisis de regresión lineal múltiple, mediante la utilización del Paquete Estadístico SAS (Statical Análisis System) tomando como base de datos la información del total de árboles muestreados.

Inicialmente se procedió a obtener la dispersión de los valores reales de cada uno de los productos, con el propósito fundamental de observar la distribución de los mismos y con ello inferir en los posibles modelos que podrían explicar su comportamiento.

Posteriormente, a través de la técnica de mínimos cuadrados se generaron modelos matemáticos utilizando como variables dependientes los volúmenes por producto (trocillo y leña) y el volumen

total. Como variables independientes el DAP y la altura total, por ser los mejores estimadores del volumen para cada uno de los productos y para el volumen total.

Los modelos matemáticos que serán probados para medir la proporción de cada producto forestal, y volúmenes totales con corteza, fueron los siguientes:

1. $V = a + b \ln D + c \ln H$
2. $V = a + b D H^2 + c D^2$
3. $V = a + b H + c D^2 H$
4. $V = a + b D H + c D^2 + d D H^2$
5. $V = a + b D^2 + c H + d D^2 H$
6. $V = a + b D^2 H$
7. $V = a + b D^2 + c D H + d D^2 H$
8. $V = a + b D H + c H + d D^2 H$
9. $V = a + b H + c D^2 + d D^2 H$
10. $V = a + b(1 / D^2 H)$
11. $V = a + b(1 / D^2) + c(H / D^2) + d H$
12. $V = a + b(1 / D^2 H) + c(1 / H) + d(1 / D^2)$
13. $V = a + b(1 / D^2) + c(H / D) + d H$
14. $V = a + b(1 / D^2 H) + c(1 / H) + d(1 / D)$
15. $V = a + b \ln H + c d + d H$
16. $V = a + b D + c \ln d + d \ln H$
17. $V = a + b D^2 H + c D^3$
18. $V = a + b \cdot D$
19. $V = b \cdot (D^{1,5588} \times H^{1,2103})$
20. $\sqrt{V} = a + b(D) + c(\sqrt{D})$
21. $V = b(D^2) + c(D^2 H) + d(D H^2) + e(H^2)$

Donde:

V = Porcentaje (%) o volumen total

D = Diámetro de cm

H = Altura total en metros

a, b, c, d, e = parámetros de regresión estimados

ln = Logaritmo natural

Se compararon y seleccionaron los mejores modelos para la obtención de los porcentajes de trocillo, leña y el volumen total de las dos especies. . Basándose para ello, primeramente en el análisis de varianza de cada una de las regresiones a través de los siguientes indicadores:

Cuadrado medio del error (CME)

Coefficiente de determinación (R^2)

Cociente de varianzas (F)

Para una mayor confiabilidad, se comprobó el ajuste de cada uno de los modelos matemáticos, tanto para los volúmenes por producto, como para los volúmenes totales, utilizando para ello los siguientes indicadores:

Error o desviación estándar de la estimación (Sxy)

$$S_{xy} = \sqrt{\frac{\sum (Vr - Ve)^2}{n - 1}}$$

Desviación agregada (DA) o prueba de sesgo

$$DA = \left(\frac{\sum Vr - \sum Ve}{\sum Ve} \right) \times 100$$

Desviación media (DM)

$$DM = \left(\sum \frac{(Vr - Ve)/Ve}{n} \right) \times 100$$

Error estándar de estimación expresado en porcentaje (Sxy%)

$$S_{xy}(\%) = \left(\frac{S_{xy}}{V} \right) \times 100$$

Donde:

DA = Desviación agregada en porcentaje

DM = Desviación media en porcentaje

Vr = Volumen real en metros cúbicos

Ve = Volumen estimado en metros cúbicos

n = Número de árboles muestra

\bar{V} = Volumen o porcentaje medio.

La selección de los modelos se basó por un lado en el análisis de los estimadores; cuadrado medio del error CME, cociente entre varianzas (F) y coeficiente de determinación R^2 y por otro lado, a manera de tener un mejor criterio de selección, se utilizaron los siguientes estimadores: Desviación agregada DA, desviación media DM y el error estándar de estimación expresado en porcentaje Sxy%.

A la vez se realizó un análisis de residuales para verificar el ajuste de los modelos.

6.5.1 ELABORACION Y DESPLIEGUE DE TABLAS

Basándose en las formulas seleccionadas, y a los datos de campo tomados, se elaboraron las tablas de volumen total para las especies en estudio, y las tablas de distribución del volumen por producto, para cada una de las especies.

Las tablas se desplegaron tomando como valores mínimos y máximos, los datos menores y mayores de diámetro y de altura, encontrados en el campo. Las tablas tanto para volumen total, como para distribución del volumen por producto se elaboraron de doble entrada, donde las entradas estarán representadas por; el diámetro (DAP) en centímetros y la altura total en metros. Dando como resultado el volumen total por árbol, mientras que en la de distribución por volumen se obtuvo el porcentaje por producto.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

6.1 DATOS DE LOS PROYECTOS

En el Cuadro II.9 se muestran las características principales de los proyectos donde fueron tomados los árboles muestra para llevar a cabo esta investigación. En el mismo se puede apreciar que la mayoría de sitios presentaban una pendiente elevada entre 10 y 50 % aproximadamente.

En los proyectos de Teca se pudo observar el mantenimiento de la plantación con la realización de las limpias y podas, con respecto a raleos para esta especie sólo se verificó la realización de uno en la finca de Río Bonito. En los proyectos de Pino solamente en la finca El Roble se observaron labores culturales completas, a la vez de la realización de podas y raleos, con lo que respecta a la finca de Semuc, las limpias eran altamente necesarias debido a la presencia de malezas que competían fuertemente con la plantación, y la realización de raleos y podas urgentes por la alta densidad y competencia entre los individuos. Cabe mencionar que los raleos se estaban realizando al momento de llevar a cabo esta investigación.

Cabe mencionar que el distanciamiento de siembra inicial en todas las plantaciones muestreadas es de 3 * 3 metros.

Cuadro II.17. Descripción de características relevantes en los proyectos muestreados.

Finca	Rodal	Elevación (msnm)	AB m ² /ha	Pendiente	Pedregosidad	*Labores culturales	Realización	
							Podas	Raleos
<i>El Roble</i>	1	350	12.13	10 – 35%	0 – 5%	Completas	Sí	Sí (1)
	2	300	2.36	45 %	0 – 5%			
<i>Semuc 6C</i>	1	400	8.47	35 %	0 %	No realizadas	No	No
	2	300	11.19	10%	0 %			
<i>La Cumbre</i>	1	100	10.97	0 – 10%	30 %	Incompletas	No	No
	2		3.22	30 %	60 %			
<i>Santa Elisa</i>	1	400	12.77	50%	0 – 5 %	Completas	Sí	No
	2		12.10	5– 40%	0 – 5%			
	3		6.86	50 %	0 – 10%			
	4		10.30	0 – 30%	0 – 10%			
<i>Río Bonito</i>	1	50	8.08	0 %	0 %	Completas	Sí	Sí (1)

* Labores Culturales: Limpias para eliminar malezas que compitan con la plantación.

6.2 *Pinus caribaea*

6.2.1 Diagramas de Dispersión

En la Figura II.8 muestra el diagrama de dispersión de los valores reales del volumen total con corteza y sin corteza en función del diámetro del árbol, mediante este diagrama se puede observar la tendencia del volumen en relación al diámetro. El comportamiento de las variables en esta gráfica es exponencial, por lo que la evaluación de modelos de variables combinadas exponenciales pueden presentar buenas opciones.

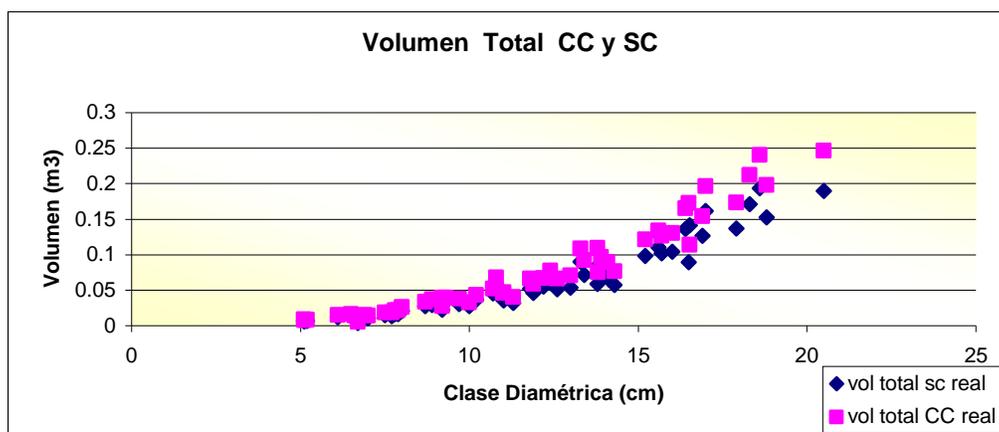


Figura II.17. Distribución del volumen total real Con Corteza y Sin Corteza de *Pinus caribaea*, en función del DAP.

Porcentajes reales por producto:

En la Figura II.9 y II.10 se puede apreciar de una forma gráfica los porcentajes reales por producto obtenidos de los volúmenes parciales de trocillo y leña respectivamente. En el diagrama de dispersión de porcentaje de trocillo se puede observar que este tipo de producto (trocillo) surge a partir de un DAP de 9 centímetros en adelante, los diámetros menores a este valor representan un porcentaje nulo para este producto.

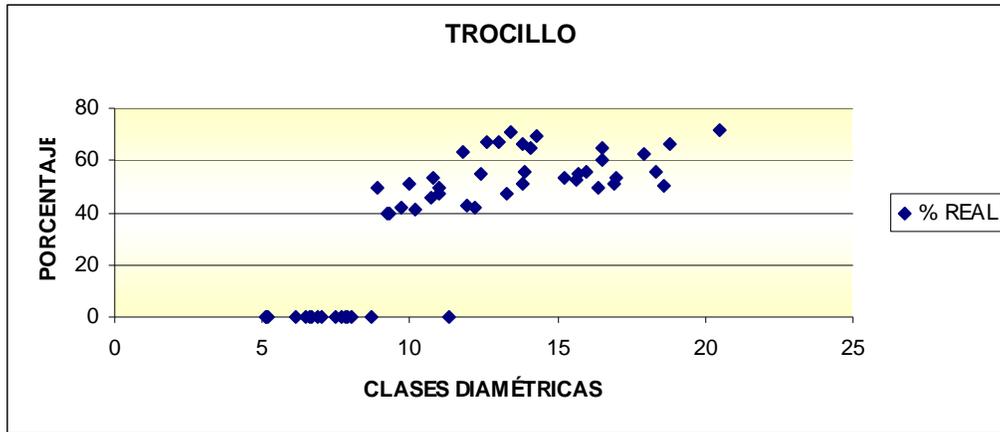


Figura II.18. Diagrama de dispersión de los datos reales de porcentaje de trocillo de *Pinus caribaea*.

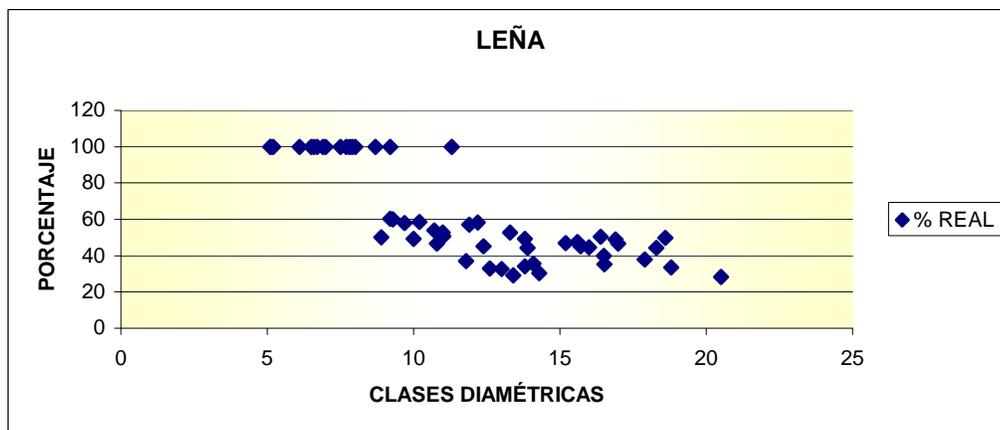


Figura II.19. Diagrama de dispersión de los datos reales de porcentaje de leña para *Pinus caribaea*.

6.2.2 Selección de Modelos

Mediante el paquete estadístico de SAS y su método de Stepwise se definieron los modelos matemáticos que representaban los mejores ajustes a los datos reales, como se puede observar en el Cuadro II.10.

Cuadro II.18. Modelos matemáticos propuestos por el sistema de SAS, con sus respectivos valores estadísticos, para *Pinus caribaea*.

Producto	Modelo	R ²	CME	F	Valor crítico de F
Volumen total CC	V = a + bD² Ln(D)	0.9586	0.000177	1205.54	0.0001
	V = a + b D² Ln(D) + c D² H	0.9614	0.000168	634.50	0.0001
Volumen total SC	V = a+ b D² Ln(D)	0.9460	0.000147	910.90	0.0001
Volumen de trocillo	V = a + b D³ Ln(H)	0.9681	0.000058	1578.76	0.0001
	V = a + b (Ln(D))² (Ln(H))² + c D³ H	0.9731	0.000049	922.97	0.0001
Volumen de leña	V = a + b D² Ln(D)	0.7688	0.000149	172.98	0.0001

Donde:

CC = con corteza

SC = sin corteza

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP), en centímetros.

H = Altura total en metros

Ln() = Logaritmo natural

R² = Coeficiente de determinación cuadrado

CME = Cuadrado medio de error

F = Cociente entre varianzas.

a, b, c = coeficientes de regresión

Según los datos mostrados en el Cuadro II.10, se puede observar que todos los modelos muestran una alta significancia y que el valor de R² es elevado, más sin embargo todavía se cuenta con 2 modelos para encontrar el volumen total con corteza y el volumen de trocillo, de los cuales se pueden seleccionar los que presenten el mayor R², que en este caso significarían los que están compuestos por un mayor número de coeficientes de regresión, y según Cailleux (1980) se debe tratar de contar con el modelo más simple posible, o sea, el que tenga el menor número de coeficientes.

En vista de lo anterior, también se debe de tomar en cuenta que no se debe de juzgar la calidad de una regresión solamente por el valor numérico del coeficiente de determinación o correlación múltiple (Caillez 1980), ya que existen otros valores distintos de R que pueden ser utilizados, y los cuales fueron:

Desviación estándar de la estimación (S_{xy}),

Desviación agregada o prueba de sesgo (DA),

Desviación Media (DM),

Error estándar de estimación expresado en porcentaje ($S_{xy}\%$), todos estos indicadores se presentan Cuadro II.11.

Cuadro II.19. Indicadores estadísticos utilizados para seleccionar el modelo matemático definitivo para representar los diferentes volúmenes de productos, en *Pinus caribaea*.

Producto	Modelo	S_{xy}	$S_{xy}\%$	DA	DM
Volumen total CC	$V = a + bD^2 \text{Ln}(D)$	0.013198	16.98644	-0.01558	0.222 9
	* $V = a + b D^2 \text{Ln}(D) + c D^2 H$	0.012751	16.41071	-0.01544	0.207 2
Volumen total SC	$V = a + b D^2 \text{Ln}(D)$	0.012013	19.33778	-0.01226	0.251 0
Volumen de trocillo	$V = a + b D^3 \text{Ln}(H)$	0.007528	18.49430	-0.06813	0.258 2
	* $V = a + b (\text{Ln}(D))^2 (\text{Ln}(H))^2 + c D^3 H$	0.006912	16.98034	-0.05115	0.244 1
Volumen de leña	$V = a + b D^2 \text{Ln}(D)$	0.012117	32.75782	-0.01509	0.422 9

Donde:

CC = con corteza

SC = sin corteza

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP), en centímetros.

H = Altura total en metros

$\text{Ln}()$ = Logaritmo natural

R^2 = Coeficiente de determinación cuadrado

CME = Cuadrado medio de error

F = Cociente entre varianzas.

a, b, c = coeficientes de regresión

* = modelos seleccionados.

Los indicadores estadísticos que se presentan en el Cuadro II.11 demuestran que todos los modelos son aceptables ya que muestran valores dentro de los rangos aceptables, en el caso de la Desviación agregada (DA) se encuentran valores de -0.068% a -0.012 % los cuales están muy por debajo del 1% aceptable, mientras que la Desviación Media (DM) la cual indica la variabilidad esperada en los datos oscila entre 0.20% y 0.25%, los cuales son porcentajes muy bajos, ya que puede llegar a alcanzar el 10% y ser aceptable.

Los modelos seleccionados fueron los que presentaron un menor porcentaje de Sxy%, DA, y DM, los cuales son los que se encuentran resaltados con negrilla en el Cuadro II.11.

Después de definir los modelos matemáticos, se evaluaron las significancias de sus coeficientes de regresión, por medio del Cociente de Varianzas (F), para verificar la calidad y ajuste de cada uno. Como se aprecia en el Cuadro II.12.

Cuadro II.20. Modelos matemáticos seleccionados para representar el volumen por producto de *Pinus caribaea* con sus respectivos coeficientes de regresión y valores de F para cada coeficiente.

Producto	Modelo	Coefficientes de regresión	Error Standard	F	Valor crítico de F
Volumen total CC	$V = a + b D^2 \ln(D) + c D^2 H$	a = -0.00361482	0.00317892	1.29	0.2608
		b = 0.00014193	0.00003450	16.92	0.0001
		c = 0.00001821	0.00000962	3.58	0.0640
Volumen total SC	$V = a + b D^2 \ln(D)$	a = -0.00424806	0.00275071	2.39	0.1286
		b = 0.00016380	0.00000543	910.90	0.0001
Volumen de trochillo	$V = a + b (\ln(D))^2 (\ln(H))^2 + c D^3 H$	a = -0.00830764	0.00281025	8.74	0.0047
		b = 0.00059962	0.00019467	9.49	0.0033
		c = 0.00000717	0.00000053	182.86	0.0001
Volumen de leña	$V = a + b D^2 \ln(D)$	a = 0.00786682	0.00276977	8.07	0.0064
		b = 0.00007188	0.00000546	172.98	0.0001

Como se puede observar en el Cuadro II.12 todos los coeficientes de regresión de los modelos matemáticos seleccionados presentan una alta significancia, la cual es una de las ventajas presentadas por el análisis de SAS, que elige sólo los modelos más adecuados y significativos en todos los aspectos.

6.2.3 Análisis de Residuales

Por medio de este análisis se puede evaluar la ‘falta de ajuste’ en el modelos por una tendencia sistemática de los residuales, y se puede determinar cuando los residuales de la regresión confirman los supuestos de los modelos, es decir no están correlacionados, están normalmente distribuidos y tienen varianza uniforme (Caillez 1980). Ver Figuras II.11, II.12, II.13, y II.14.

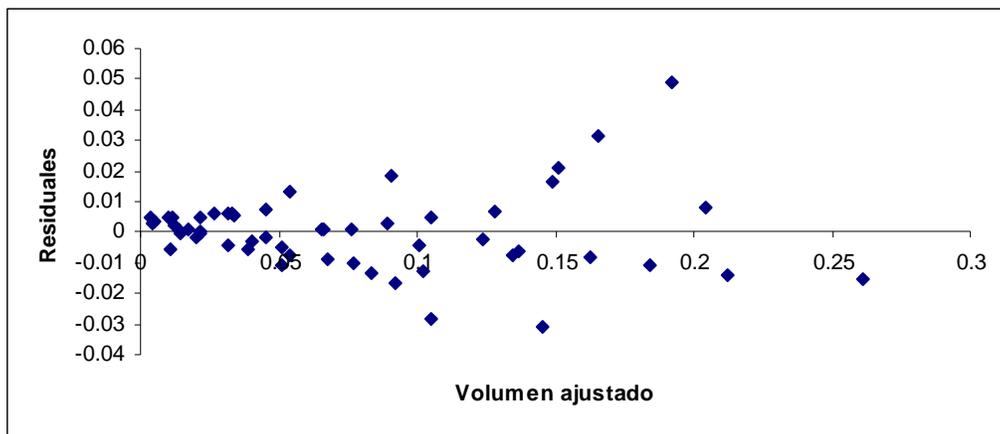


Figura II.20. Gráfica de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen total con corteza para *Pinus caribaea*

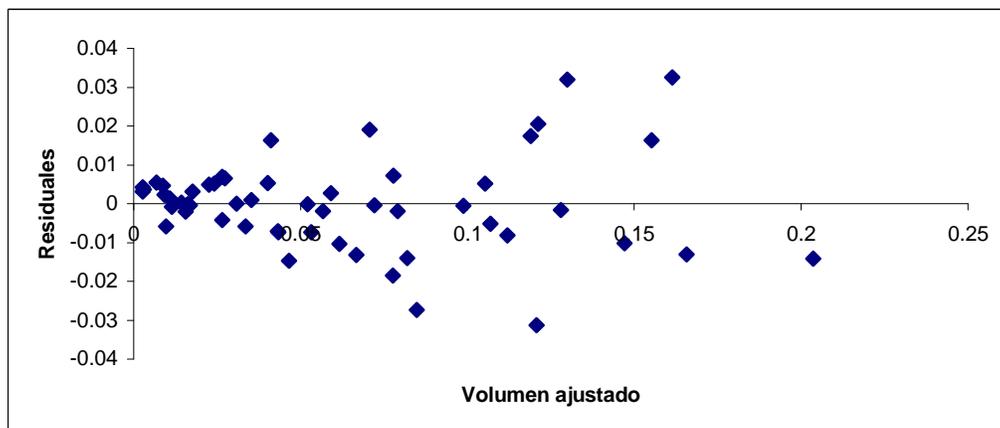


Figura II.21. Gráfica de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen total sin corteza para *Pinus caribaea*.

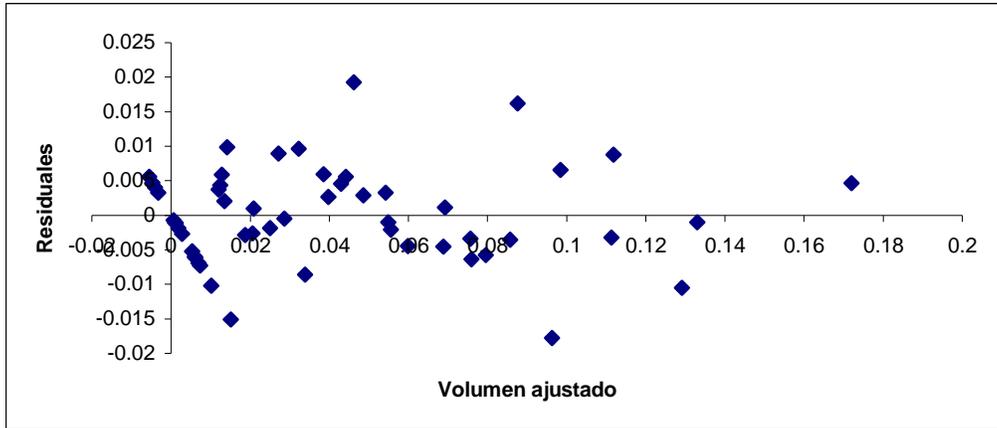


Figura II.22. Gráfica de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo para *Pinus caribaea*.

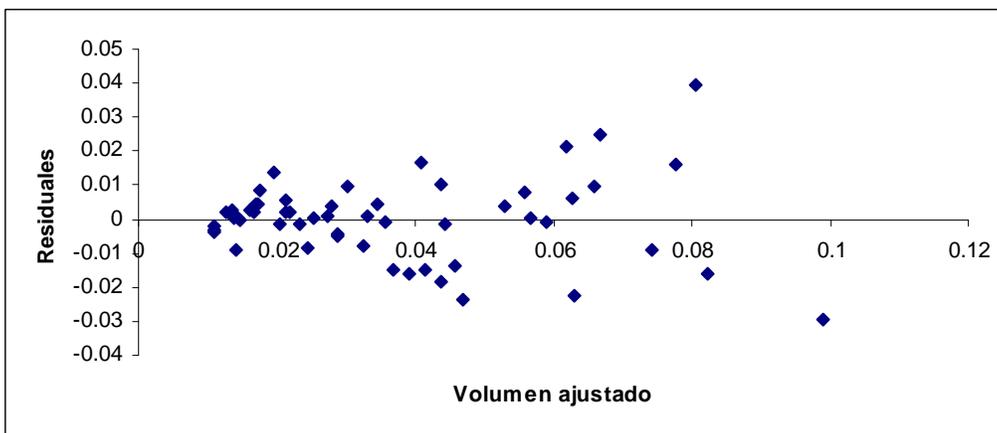


Figura II.23. Gráfica de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen de leña para *Pinus caribaea*.

La distribución de los residuales presentados en las Figuras II.11 a la II.14, demuestran una distribución ideal, con variaciones uniformes de los residuales respecto a los valores ajustados de volumen para cada modelo seleccionado, lo que significa que el modelo no cuenta con características indeseables.

6.2.4 Calidad de ajuste de los modelos seleccionados

Para tablas de volumen de doble entrada Caillez (1980) sugiere dibujar en el mismo gráfico los datos reales y el volumen ajustado contra D^2H independientemente de cual sea el modelo, para apreciar por completo la calidad del ajuste.

Y para tablas de una entrada sugiere dibujar en el mismo gráfico los datos reales y el volumen ajustado contra el Diámetro.

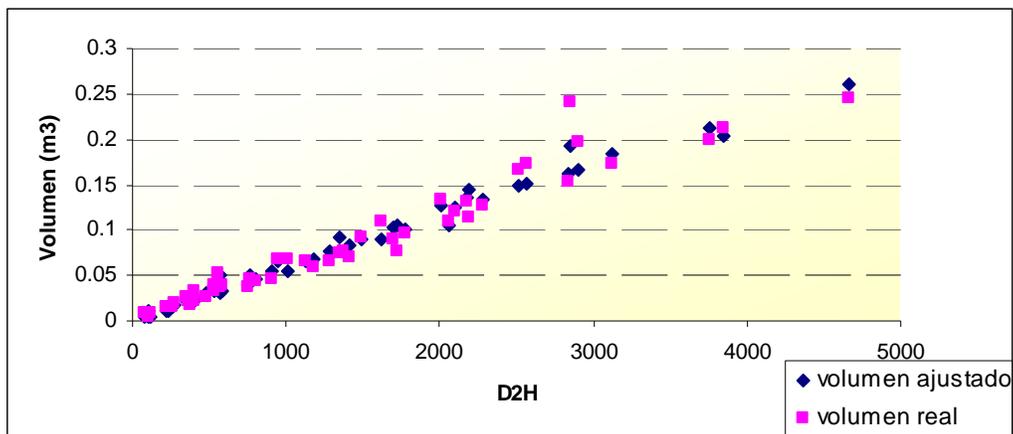


Figura II.24. Gráfico del volumen real y ajustado para el modelo de regresión seleccionado en el volumen total con corteza para *Pinus caribaea*.

En la Figura II.15 se puede apreciar la calidad del ajuste de la regresión seleccionada para calcular el volumen total con corteza para *Pinus caribaea*.

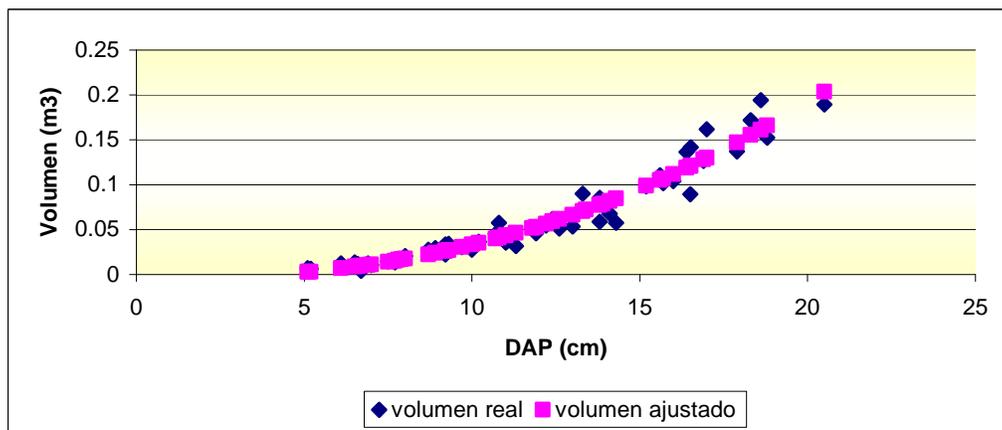


Figura II.25. Gráfico del volumen real y el ajustado por el modelo seleccionado para calcular el volumen total sin corteza para *Pinus caribaea*.

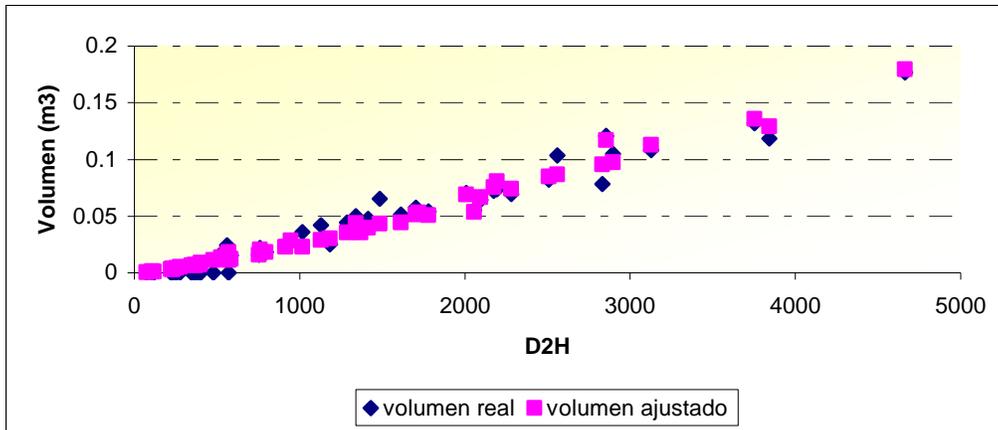


Figura II.26. Gráfico del volumen real y ajustado del modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo para *Pinus caribaea*.

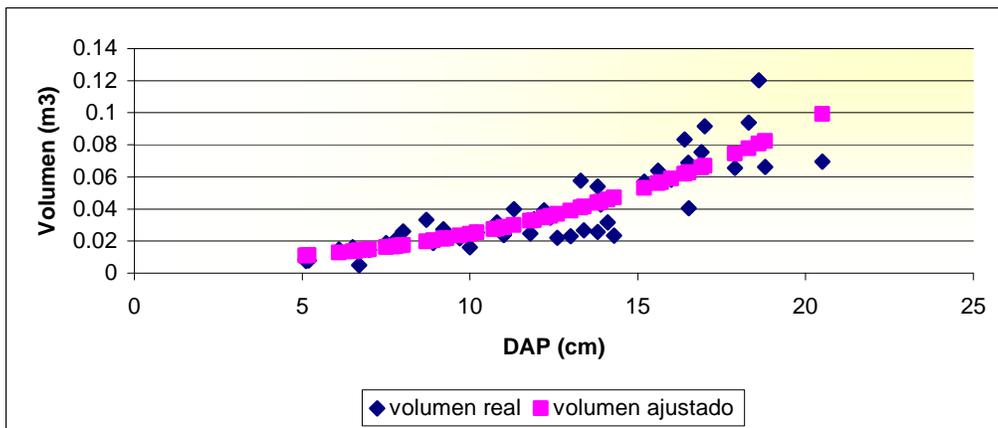


Figura II.27. Gráfico del Volumen real y ajustado, del modelo seleccionado para estimar el volumen de leña para *Pinus caribaea*.

Todos los modelos seleccionados presentan un buen ajuste en comparación con los datos reales y esto se puede visualizar según los gráficos de las Figuras de la II.15 a la II.18.

En las Figuras II.16 y II.18 se graficó el volumen contra el diámetro debido a que los modelos seleccionadas presentan una sola entrada o variable independiente, la cual es el diámetro.

Cuadro II.21. Modelos matemáticos elegidos para la elaboración de las Tablas de volumen para *Pinus caribaea*.

Producto	Modelo Matemático seleccionado
Volumen Total CC	$V = -0.00361482 + (0.00014193 \cdot D^2 \ln(D)) + (0.00001821 \cdot D^2 H)$
Volumen total SC	$V = -0.00424806 + (0.00016380 \cdot D^2 \ln(D))$
Volumen de trocillo	$V = -0.00830764 + (0.00059962 \cdot (\ln(D))^2 (\ln(H))^2) + (0.00000717 \cdot D^3 H)$
Volumen de leña	$V = 0.00786682 + (0.00007188 \cdot D^2 \ln(D))$

Donde:

V = Volumen en m³

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm.

H = Altura

En el Cuadro II.13 se presentan los modelos matemáticos seleccionados para elaborar las tablas de volumen, de los cuales se seleccionaron los que presentaron los mejores estadígrafos y que tuvieran el menor número de coeficientes. En el caso de los modelos seleccionados para estimar el volumen total sin corteza y el volumen de leña, se utiliza sólo una variable independiente (diámetro), debido a que fueron los modelos que presentaron mejores estadígrafos y un menor número de coeficientes, sin alterar un adecuado ajuste del modelo.

Sin embargo se pretendía elaborar tablas de doble entrada, pero en vista de los resultados se pudieron obtener modelos mucho más sencillos que estiman satisfactoriamente los resultados reales, esto facilita a su vez la utilización de las tablas para estos volúmenes, ya que solamente toman en cuenta el diámetro.

Debido a que estas tablas son referidas a plantaciones forestales, se debe tomar en cuenta la homogeneidad de las plantaciones y el pequeño rango diamétrico que se tomó en cuenta, por lo que esto intervino para que un modelo matemático con una sola entrada presentara buenos ajustes para estimar volumen.

También se debe de tomar en cuenta que estas tablas de volumen son locales, lo que significa que son útiles solamente para el área de estudio, Izabal, y para zonas que presenten las mismas características del área donde se realizó el estudio,

Cuadro II.22. Tabla de Volumen total sin corteza para plantaciones de *Pinus caribaea* para Izabal

DAP (cm)	Volumen (m ³)
5	0.00234259
6	0.00631759
7	0.0113702
8	0.01755114
9	0.02490428
10	0.03346828
11	0.04327774
12	0.05436393
13	0.06675538
14	0.08047835
15	0.09555713
16	0.11201435
17	0.12987116
18	0.14914744
19	0.16986192
20	0.19203232

Modelo utilizado:

$$V = -0.00424806 + (0.00016380 * D^2 \ln(D))$$

Cuadro II.23. Tabla de Volumen Total (m³) con corteza para plantaciones de *Pinus caribaea* para Izabal.

DAP (cm)	Altura total en metros									
	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
5	0.00346162	0.0039169	0.0043721							
6		0.0081624	0.0088179	0.0094735						
7			0.0143796	0.0152719	0.0161642					
8			0.021101	0.0222665	0.0234319					
9			0.0290202	0.0304953	0.0319703	0.0334453				
10			0.0381708	0.0399918	0.0418128	0.0290658	0.0454548			
11			0.0485826	0.050786	0.0529894	0.0551928	0.0573962			
12				0.0629049	0.0655272	0.0681494	0.0707717			
13					0.0794509	0.0825284	0.0856059	0.0886834	0.0917609	
14						0.0983525	0.1019217	0.1054908	0.10906	
15						0.1156427	0.11974	0.1238372	0.1279345	
16						0.1344187	0.1390805	0.1437422	0.148404	
17						0.1546988	0.1599615	0.1652242	0.1704869	
18						0.1765002	0.1824002	0.1883003	0.1942003	0.2001003
19							0.2064129	0.2129867	0.2195605	0.2261343
20							0.2320149	0.2392989	0.2465829	0.2538669

Modelo utilizado:

$$V = -0.00361482 + (0.00014193 * D^2 \ln(D)) + (0.00001821 * D^2 H)$$

Cuadro II.24. Tabla de Distribución del volumen por producto para plantaciones de *Pinus caribaea* para Izabal.

DAP cm cc	Tipo de producto	Altura total del fuste en metros									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Porcentaje de Productos (%)									
5	TR	0	0	0							
	LE	100	100	100							
6	TR		0	0	0						
	LE		100	100	100						
7	TR			0	0	0					
	LE			100	100	100					
8	TR			0	0	0					
	LE			100	100	100					
9	TR		55.07	61.02	65.511	69.02					
	LE		44.93	38.98	34.489	30.98					
10	TR		59.44	64.78	68.83	72	74.6				
	LE		40.56	35.22	31.17	28	25.4				
11	TR		62.73	67.63	71.356	74.28	76.6				
	LE		37.27	32.37	28.644	25.72	23.4				
12	TR		69.88	73.349	76.08	78.3					
	LE		30.12	26.651	23.92	21.7					
13	TR				74.971	77.55	79.6	81.34	82.78		
	LE				25.029	22.45	20.4	18.66	17.22		
14	TR					78.77	80.7	82.38	83.75		
	LE					21.23	19.3	17.62	16.25		
15	TR					79.82	81.7	83.26	84.57		
	LE					20.18	18.3	16.74	15.43		
16	TR					80.72	82.5	84.03	85.28		
	LE					19.28	17.5	15.97	14.72		
17	TR					81.52	83.3	84.7	85.91		
	LE					18.48	16.7	15.3	14.09		
18	TR					82.23	83.9	85.3	86.47	87.46	
	LE					17.77	16.1	14.7	13.53	12.54	
19	TR					84.5	85.84	86.97	87.93		
	LE					15.5	14.16	13.03	12.07		
20	TR					85	86.33	87.43	88.36		
	LE					15	13.67	12.57	11.64		

TR = Trocillo %

LE = Leña %

6.3 *Tectona grandis*

6.3.1 Diagramas de Dispersión

En la Figura II.19 se presenta el diagrama de dispersión del volumen real de Teca, y se puede observar un comportamiento exponencial de las variables en las gráficas.

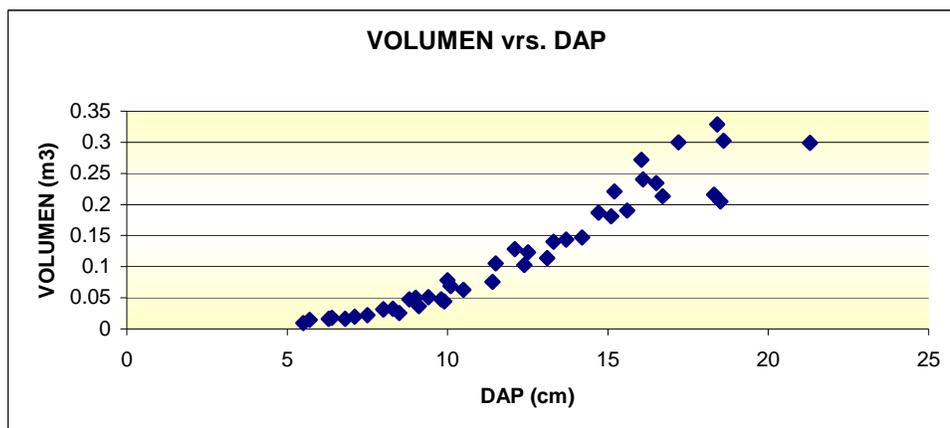


Figura II.28. Diagrama de dispersión de los datos reales del volumen total de *Tectona grandis*.

Porcentajes reales por producto:

En las Figuras II.20 y II.21 se representan gráficamente los porcentajes reales de trocillo y leña para Teca respectivamente, en el caso del porcentaje de trocillo la Figura II.20 muestra que este producto aparece a partir de un diámetro igual o mayor a 11 centímetros, para diámetros menores este producto es nulo.

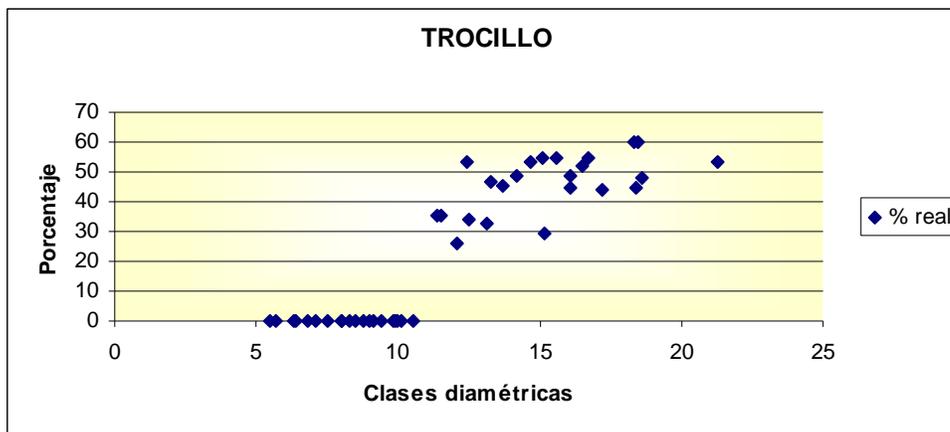


Figura II.29. Diagrama de dispersión de los datos reales del porcentaje de trocillo para *Tectona grandis*.

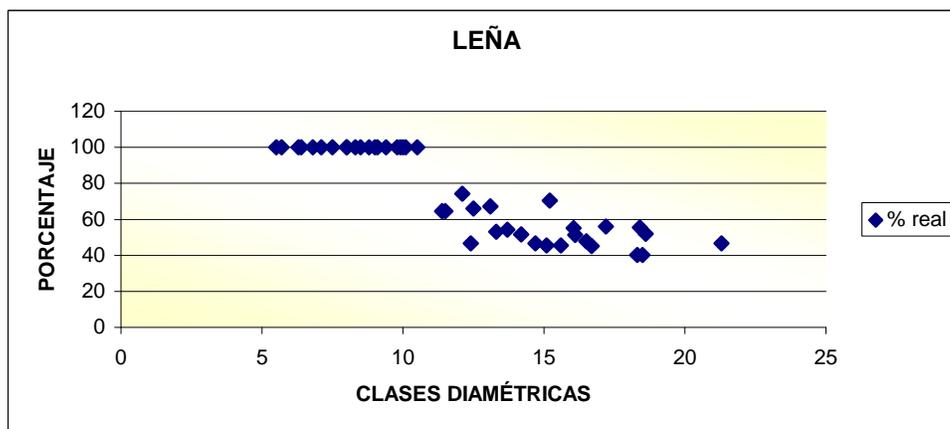


Figura II.30. Diagrama de dispersión de los datos reales del porcentaje de leña para *Tectona grandis*.

6.3.2 Selección de modelos

Al igual que para *Pinus caribaea* la selección de los modelos se realizó mediante el paquete estadístico de SAS y su método de Stepwise, por medio del cual se definieron los modelos matemáticos que representaban los mejores ajustes a los datos reales, como se puede observar en el Cuadro II.17.

Cuadro II.25. Modelos matemáticos seleccionados por el paquete estadístico SAS 6.12, con sus respectivos valores estadísticos, para *Tectona grandis*.

Producto	Modelo	R ²	CME	F	Valor crítico de F
Volumen total	$*V = a + b D^{1.5588} H^{1.2103}$	0.9353	0.0006197	593.05	0.0001
	$V = a + b D^2 H$	0.9304	0.00066627	548.76	0.0001
	$V = a + b D^2 H + c (\text{Ln}(D))^2$	0.9359	0.00062989	291.91	0.0001
	$*\sqrt{V} = a + b D \text{Ln}(H)$	0.9571	0.0009168	914.24	0.0001
Volumen de trocillo	$V = a + b D^2 \text{Ln}(H)$	0.9387	0.00019140	628.08	0.0001
	$V = a + b \text{Ln}(H) + c D^2 \text{Ln}(H)$	0.9435	0.0001808	334.09	0.0001
	$V = a + b \text{Ln}(H) + c D^2 \text{Ln}(D) + d D^2 \text{Ln}(H)$	0.9596	0.00013270	308.69	0.0001
	$V = a + b \text{Ln}(H) + c D^2 \text{Ln}(D) + d D H^2 + e D^2 \text{Ln}(H)$	0.9712	0.00009697	320.66	0.0001
	$V = a + b \text{Ln}(H) + c D^2 \text{Ln}(D) + d D H^2 + e D^2 \text{Ln}(H) + f \text{Ln}(D) \text{Ln}(H)$	0.9740	0.00008982	277.74	0.0001
	$*V = a + b D^2 \text{Ln}(D) + c D H^2 + d D^2 \text{Ln}(H) + e \text{Ln}(D) \text{Ln}(H)$	0.9728	0.00009162	339.95	0.0001
	$V = a + b D^2 \text{Ln}(D) + c D H^2 + d D^2 H + e D^2 \text{Ln}(H) + f \text{Ln}(D) \text{Ln}(H)$	0.9766	0.00008082	309.52	0.0001
	$*V = a + b D^2 \text{Ln}(D) + c D H^2 + d D^2 \text{Ln}(H) + e \text{Ln}(D) \text{Ln}(H)$	0.9758	0.00008157	382.97	0.0001
	$V = a + b D^2 \text{Ln}(D) + c D^2 H + d D^2 \text{Ln}(H) + e \text{Ln}(D) \text{Ln}(H) + f (\text{Ln}(D))^2 (\text{Ln}(H))^2$	0.9789	0.00007306	343.15	0.0001
	$*V = a + b D^2 \text{Ln}(D) + c D^2 H + d D^2 \text{Ln}(H) + e (\text{Ln}(D))^2 (\text{Ln}(H))^2$	0.9784	0.00007267	431.04	0.0001
	$V = a + b D^2 \text{Ln}(D) + c D H + d D^2 H + e D^2 \text{Ln}(H) + f (\text{Ln}(D))^2 (\text{Ln}(H))^2$	0.9802	0.00006852	366.37	0.0001
$\sqrt{V} = a + b D \text{Ln}(D)$	0.8996	0.00256073	367.52	0.0001	
Volumen de leña	$V = a + b D H$	0.7950	0.00043485	159.01	0.0001

Donde:

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP), en centímetros.

H = Altura total en metros

Ln() = Logaritmo natural

R² = Coeficiente de determinación cuadrado

CME = Cuadrado medio de error

F = Cociente entre varianzas.

a, b, c, d, e, f = coeficientes de regresión

* = modelos seleccionados.

Para estimar los diferentes volúmenes en *Tectona grandis* se cuenta con varios modelos propuestos por SAS, por lo que desde esta etapa se reducirá el número de modelos en base a criterios dados por los parámetros estadísticos de R² y el valor crítico de F, en el Cuadro II.17 se definen los modelos seleccionados con un asterisco (*) y resaltados con negrilla. Estos mismos corresponden a los que presentan el valor de R² más elevado, menor número de coeficientes y con una significancia relevante.

Los valores de F de todos los modelos seleccionados (ver Cuadro II.17), demuestran que la probabilidad es menor de 1 en mil de que la relación entre la variable dependiente (volumen) y las predictorias (diámetro y altura) se deba solamente a factores aleatorios fuera del modelo de regresión.

Cuadro II.26. Indicadores estadísticos utilizados para seleccionar el modelo matemático definitivo para representar los diferentes volúmenes de productos, en *Tectona grandis*.

Producto	Modelo	Sxy	Sxy%	DA	DM
Volumen total	$V = a + b D^{1.5588} H^{1.2103}$	0.0246	20.3785	-0.00106	0.3297
	$\sqrt{V} = a + b D \ln(H)$	0.0259	21.4525	0.72954	0.3201
Volumen de trocillo	$V = a + b D^2 \ln(D) + c D H^2 + d D^2 \ln(H) + e \ln(D) \ln(H)$	0.0091	18.5217	-0.01051	0.3337
	$V = a + b D^2 \ln(D) + c D H^2 + d D^2 \ln(H) + e \ln(D) \ln(H)$	0.0086	17.4771	0.01873	0.3266
	$V = a + b D^2 \ln(D) + c D^2 H + d D^2 \ln(H) + e (\ln(D))^2 (\ln(H))^2$	0.0081	16.4960	-0.00669	0.2944
Volumen de leña	$V = a + b DH$	0.0206	28.7995	-0.00057	0.4583

De los modelos evaluados para trocillo se puede definir que el más indicado es $V = a + b D^2 \ln(D) + c D^2 H + d D^2 \ln(H) + e (\ln(D))^2 (\ln(H))^2$, ya que presenta los niveles más elevados de R^2 con un 0.9784 y el valor de F más significativo, esto en el análisis de varianza del modelo (Cuadro II.17). Ahora con el análisis de los estadísticos como el error estándar de la estimación (Sxy), Desviación agregada (DA), Desviación Media (DM) y Desviación estándar como porcentaje del volumen medio (Sxy%), se puede observar que este modelo presenta los menores valores estadísticos para estos parámetros, lo cual demuestra que es el modelo mejor ajustado. (ver Cuadro II.18).

Para el volumen total se tiene que el primer modelo: $V = a + b D^{1.5588} H^{1.2103}$ muestra los menores valores en los indicadores estadísticos de Sxy, Sxy%, DA, y DM, (ver Cuadro II.18) lo que indicaría que es el mejor ajustado, sin embargo para el análisis de varianza del modelo de regresión contamos con que el otro modelo: $\sqrt{V} = a + b D \ln(H)$ contiene el mejores resultados, con un R^2 mayor. Por lo que la decisión final para definir el modelo que mejor represente el volumen total será evaluada según el comportamiento de los dos modelos descritos anteriormente en el análisis de residuales y en la graficación de los volúmenes ajustados y los reales.

Cuadro II.27. Modelos matemáticos seleccionados para representar el volumen total y por producto de *Tectona grandis* con sus respectivos coeficientes de regresión y valores de F para cada coeficiente.

Producto	Modelo	Coeficientes de regresión	Error Standard	F	Valor crítico de F
Volumen total	$V = a + b D^{1.5588} H^{1.2103}$	a = -0.01185926 b = 0.00011417	0.0066363 0.0000047	3.19 593.05	0.0813 0.0001
	$\sqrt{V} = a + b D \ln(H)$	a = -0.01375135 b = 0.01088212	0.0118658 0.0003599	1.34 914.24	0.2532 0.0001
Volumen de trocillo	$V = a + b D^2 \ln(D) + c D^2 H + d D^2 \ln(H) + e (\ln(D))^2 (\ln(H))^2$	a = 0.02029998 b = -0.00323026 c = -0.00023100 d = 0.00576549 e = -0.01287974	0.007045 0.000398 0.000032 0.000702 0.001567	8.30 65.63 51.64 67.50 67.51	0.0065 0.0001 0.0001 0.0001 0.0001
Volumen de leña	$V = a + b DH$	a = -0.00547873 b = 0.00049907	0.006886 0.000039	0.63 159.01	0.4308 0.0001

En el Cuadro II.19 se presentan los valores de los coeficientes de regresión de cada modelo matemático seleccionado para estimar el volumen de los diferentes productos forestales para *Tectona grandis*, y se puede observar sus respectivos errores estándar y valores de cociente entre varianzas (F), con lo que podemos concluir que los coeficientes presentan una alta significancia estadística.

6.3.3 Análisis de Residuales

Para juzgar realmente la calidad de una regresión se debe contar con parámetros diferentes a los de R^2 y de los indicadores estadísticos, ya que no permiten por sí solos apreciar por completo la calidad del ajuste, por esto analizaremos también los residuales.

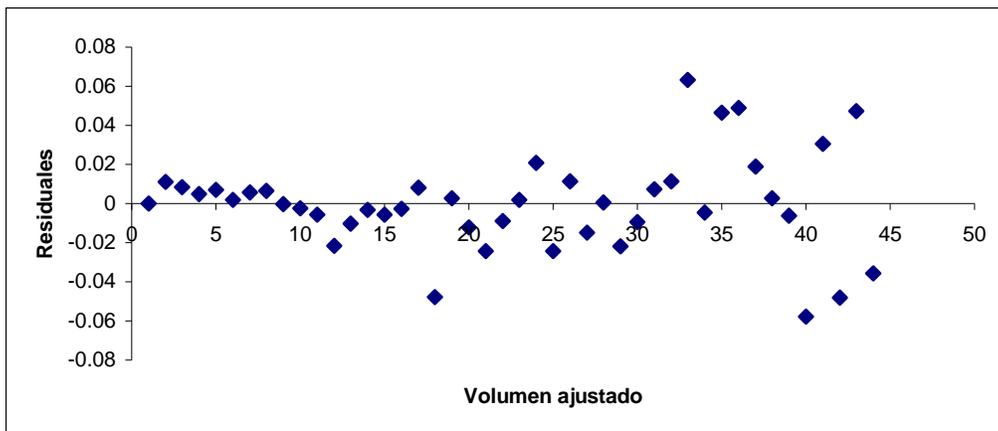


Figura II.31. Gráfico de residuales para el modelo de volumen total ($V = a + b D^{1.5588} H^{1.2103}$) para *Tectona grandis*.

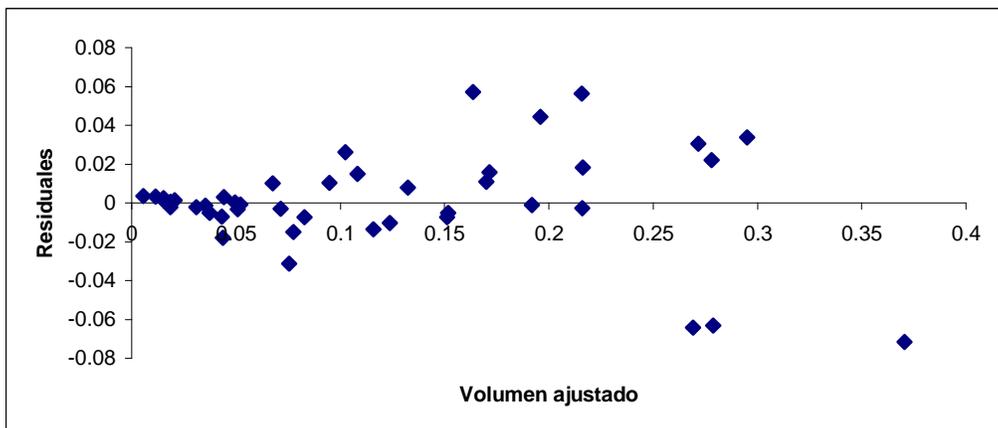


Figura II.32. Gráfico de Residuales para el modelo de volumen total ($\sqrt{V} = a + b D \ln(H)$) para *Tectona grandis*.

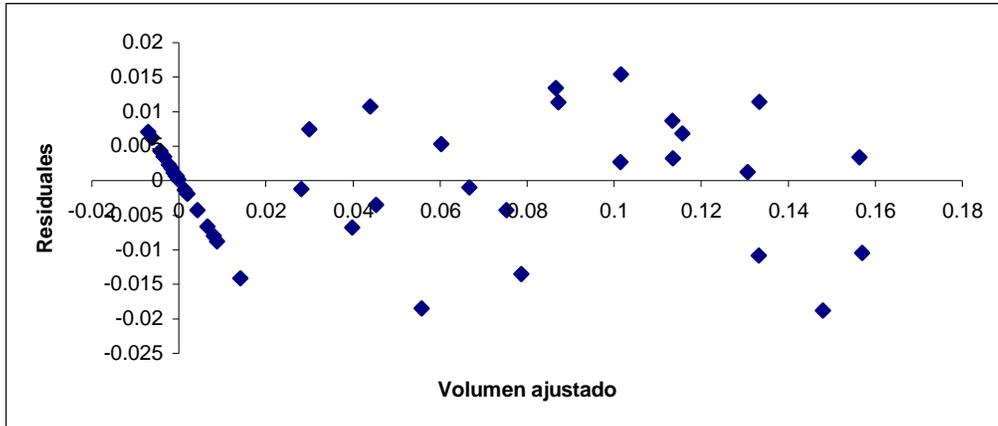


Figura II.33. Gráfico de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo en *Tectona grandis*.

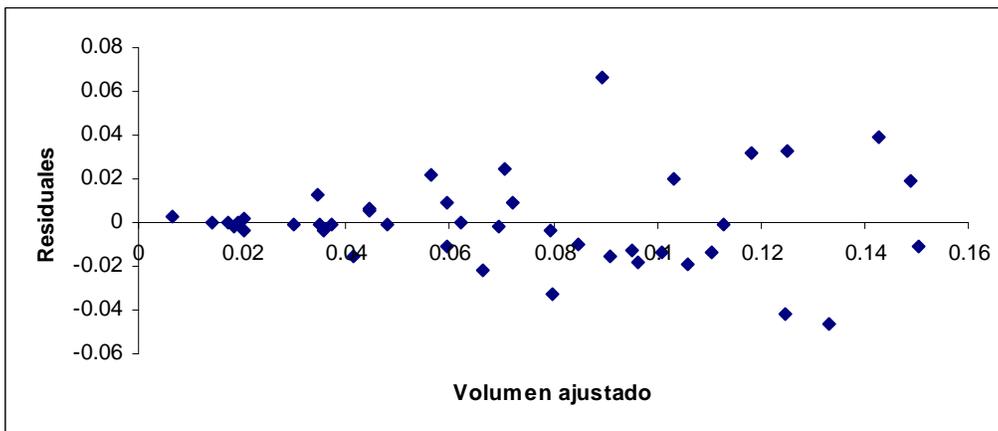


Figura II.34. Gráfico de residuales del modelo seleccionado para estimar el volumen de leña en *Tectona grandis*.

Los gráficos de residuales demuestran una buena distribución de los mismos sobre el volumen ajustado, para el modelo de volumen total, la mejor distribución de residuales la presenta el modelo de $V = a + b D^{1.5588} H^{1.2103}$ Figura II.22, ya que constituye una distribución con variaciones más uniformes con respecto al volumen ajustado, en comparación con las distribuciones del otro modelo de volumen ($\sqrt{V} = a + b D \ln(H)$).

Con respecto al modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo, se puede observar una tendencia al inicio de la gráfica (Figura II.24), esto se puede deber a que este modelo no se acopla para las clases diámetricas menores que se tomaron en cuenta en este estudio, ya que el % de trocillo en las mismas no existía, más sin embargo el modelo devuelve un valor. Esto se puede comprobar en el gráfico de volúmenes reales y estimados.

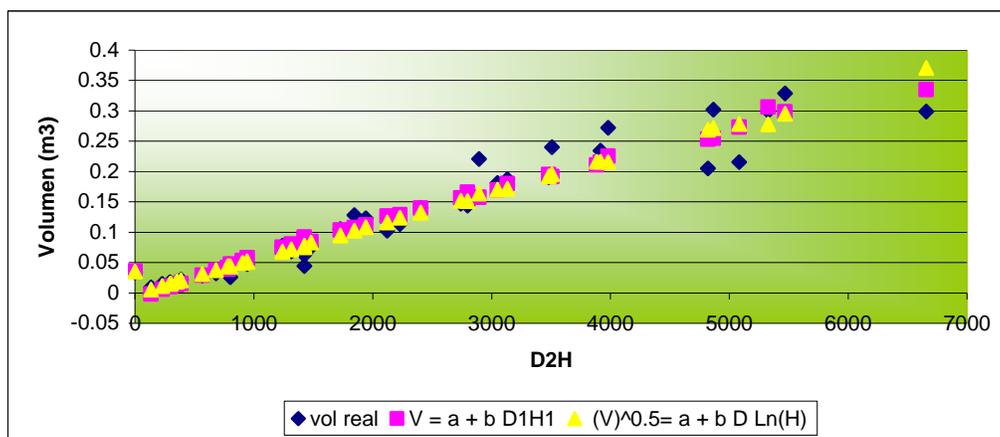


Figura II.35. Gráfica del volumen real y volúmenes ajustados de los modelos seleccionados para estimar el volumen total en Tectona grandis.

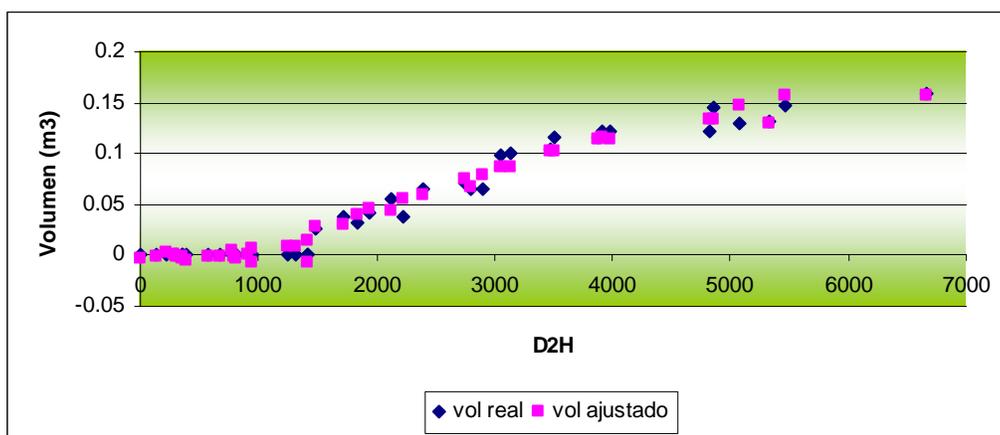


Figura II.36. Gráfica del volumen real y ajustado del modelo seleccionado para estimar el volumen de trocillo en Tectona grandis.

En la Figura II.27 se puede visualizar que existen algunos valores negativos y positivos de volumen para los modelos que estiman el volumen de trocillo, en las clases diamétricas menores, por esto se recomendaría que el modelo se utilice sólo para las clases diamétricas donde se empieza a encontrar trocillo, según los datos reales tomados, ya que el modelo se ajusta muy bien para los datos reales donde se encuentra trocillo.

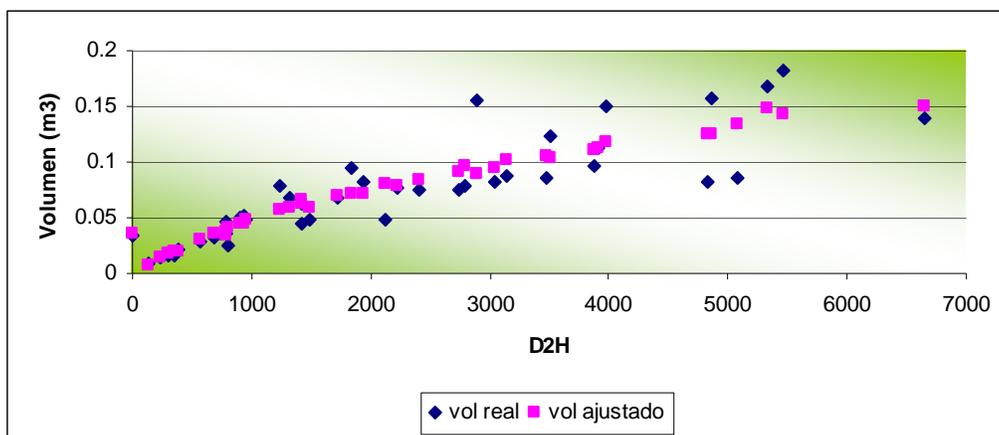


Figura II.37. Gráfica del volumen real y ajustado del modelo seleccionado para estimar el volumen de leña en *Tectona grandis*.

Cuadro II.28. Modelos matemáticos seleccionados para elaborar las Tablas de Volumen para plantaciones de *Tectona grandis* en Izabal.

Producto	Modelo Matemático seleccionado
Volumen Total CC	$V = -0.01185926 + (0.00011417 * (D^{1.5588}) * (H^{1.2103}))$
Volumen de trocillo	$V = 0.02029998 + (-0.00323026 * D^2 * \text{Ln}(D)) + (-0.000231 * D^2 * H) + (0.00576549 * D^2 * \text{Ln}(H)) + (-0.01287974 * (\text{Ln}(D))^2 * (\text{Ln}(H))^2)$
Volumen de leña	$V = -0.00547873 + (0.00049907 * D * H)$

Donde:

V = Volumen m³

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm

H = Altura en metros

En el Cuadro II.20 se presentan finalmente los modelos seleccionados para elaborar las tablas de volumen para plantaciones de Teca, éstas tablas se elaboraron de doble entrada, donde el diámetro y la altura son las variables independientes y el volumen la variable dependiente.

Cuadro II.29. Tabla de Volumen total (m³) para plantaciones de *Tectona grandis* para Izabal.

DAP (cm)	Altura total en metros													
	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	
5	0.000412	0.002929	0.005523											
6	0.004446	0.00779	0.011237											
7	0.008875	0.013128	0.017511	0.02201	0.026617	0.031321								
8		0.01891	0.024307	0.029848	0.03552	0.041313	0.047218							
9			0.031595	0.038253	0.045069	0.052029	0.059124							
10			0.039352	0.047198	0.05523	0.063433	0.071794	0.080304						
11				0.056657	0.065976	0.075493	0.085194	0.095066						
12					0.077282	0.088182	0.099292	0.110598	0.122089					
13						0.101476	0.114062	0.126871	0.13989	0.153105				
14							0.115354	0.129482	0.14386	0.158472	0.173306			
15								0.14553	0.161541	0.177812	0.19433	0.211081		
16								0.162188	0.179893	0.197886	0.216153	0.234677		
17									0.198897	0.218675	0.238751	0.259111	0.279741	
18									0.218538	0.240158	0.262105	0.284363	0.306915	
19									0.238797	0.262318	0.286196	0.31041	0.334946	
20										0.285141	0.311006	0.337236	0.363814	0.390722

Modelo utilizado:

$$V = -0.01185926 + (0.00011417 * (D^{1.5588}) * (H^{1.2103}))$$

Cuadro II.30. Tabla de Distribución del Volumen por producto en porcentaje de *Tectona grandis* para Izabal.

DAP cm cc	Tipo de producto	Altura Total del Fuste en metros												
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18
		Porcentaje de productos (%)												
5	TRO	0	0	0										
	LE	100	100	100										
6	TRO	0	0	0										
	LE	100	100	100										
7	TRO	0	0	0	0	0	0							
	LE	100	100	100	100	100	100							
8	TRO		0	0	0	0	0	0						
	LE		100	100	100	100	100	100						
9	TRO			0	0	0	0	0						
	LE			100	100	100	100	100						
10	TRO			0	0	0	0	0	0					
	LE			100	100	100	100	100	100					
11	TRO				13	25.58	28.91	28.09	24.63					
	LE				87	74.42	71.09	71.91	75.37					
12	TRO					28.36	34.46	35.74	34.39	31.18				
	LE					71.64	65.54	64.26	65.61	68.82				
13	TRO						37.5	40.49	40.61	38.93	35.84			
	LE						62.5	59.51	59.39	61.07	64.16			
14	TRO						38.66	43.33	44.63	44.03	42.1			
	LE						61.34	56.67	55.37	55.97	57.9			
15	TRO							44.73	47.15	47.44	46.35	44.22		
	LE							55.27	52.85	52.56	53.65	55.78		
16	TRO							44.95	48.53	49.63	49.25	47.8		
	LE							55.05	51.47	50.37	50.75	52.2		
17	TRO								48.99	50.91	51.15	50.28	48.53	
	LE								51.01	49.09	48.85	49.72	51.47	
18	TRO								48.61	51.42	52.29	51.92	50.65	
	LE								51.39	48.58	47.71	48.08	49.35	
19	TRO								47.38	51.26	52.77	52.9	52.05	
	LE								52.62	48.74	47.23	47.1	47.95	
20	TRO									50.42	52.68	53.31	52.87	51.6
	LE									49.58	47.32	46.69	47.13	48.4

TRO = Trocillo %

LE = Leña %

7. CONCLUSIONES

1. La distribución del volumen por producto para *Pinus caribaea* y *Tectona grandis* se determinó mediante el análisis de regresión lineal múltiple realizado a los datos reales de volumen total y por producto de las especies en mención, seleccionando de esta manera los modelos matemáticos que representen satisfactoriamente la distribución y tendencias proyectadas por los datos reales tomados en campo.
2. El volumen real total para *Pinus caribaea* presenta una distribución exponencial con respecto al diámetro del árbol, y el porcentaje de trocillo en esta especie muestra presencia a partir de diámetros ≥ 9 centímetros. Con respecto a *Tectona grandis* el volumen real total presenta la misma tendencia que en *Pinus caribaea* y el porcentaje de trocillo muestra presencia a partir de diámetros ≥ 11 centímetros. Para el producto leña en Pino y Teca se establece que su distribución por volumen corresponde al 100% en diámetros menores a 11 y 9 centímetros respectivamente.
3. Los modelos matemáticos para estimar la distribución del volumen por producto con corteza, para árboles individuales de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis* en plantaciones forestales que posean árboles de fuste recto y buen estado fitosanitario; en el departamento de Izabal son los siguientes:

Para *Pinus caribaea*:

Producto	Modelo Matemático seleccionado
Volumen de trocillo	$V = -0.00830764 + (0.00059962 * (\ln(D))^2 (\ln(H))^2) + (0.00000717 * D^3 H)$
Volumen de leña	$V = 0.00786682 + (0.00007188 * D^2 \ln(D))$

Para *Tectona grandis*:

Producto	Modelo Matemático seleccionado
Volumen de trocillo	$V = 0.02029998 + (-0.00323026 * D^2 * \text{Ln}(D)) + (-0.000231 * D^2 * H) + (0.00576549 * D^2 * \text{Ln}(H)) + (-0.01287974 * (\text{Ln}(D))^2 * (\text{Ln}(H))^2)$
Volumen de leña	$V = -0.00547873 + (0.00049907 * D * H)$

Donde:

V = Volumen m³

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm

H = Altura en metros

4. Los modelos matemáticos para estimar el volumen total (incluyendo fuste y ramas) con corteza y sin corteza, para árboles individuales de *Pinus caribaea* y *Tectona grandis*; en plantaciones forestales que posean árboles de fuste recto y buen estado fitosanitario; en el departamento de Izabal, son los siguientes:

Para *Pinus caribaea*:

Producto	Modelo Matemático seleccionado
Volumen Total CC	$V = -0.00361482 + (0.00014193 * D^2 * \text{Ln}(D)) + (0.00001821 * D^2 * H)$
Volumen total SC	$V = -0.00424806 + (0.00016380 * D^2 * \text{Ln}(D))$

Para *Tectona grandis*:

Producto	Modelo Matemático seleccionado
Volumen Total CC	$V = -0.01185926 + (0.00011417 * (D^{1.5588}) * (H^{1.2103}))$

Donde:

V = Volumen m³

D = Diámetro a la altura del pecho (DAP) en cm

H = Altura en metros

5. Con base en los indicadores estadísticos, Error estándar de estimación, Diferencia Agregada, Desviación Media, Coeficiente de Determinación, prueba de F, análisis de residuales y comparación de valores reales con los estimados, se puede concluir que los modelos seleccionados y las tablas de volumen generadas son confiables y pueden ser utilizados satisfactoriamente en las áreas donde fueron estimados y bajo condiciones ecológicas y silvícolas similares.

8. RECOMENDACIONES

1. Utilizar las tablas de Distribución del volumen por producto, y volumen total en el departamento de Izabal y áreas bajo condiciones ecológicas y silvícolas similares, al momento de determinar los productos forestales a extraer derivados de la aplicación del primer raleo. Para estimar así directamente en el campo la cantidad y tipo de producto a obtener.
2. Se recomienda la elaboración de Tablas de volumen y de productos forestales tomando como base la calidad del fuste, es decir, tomando en cuenta características fisiológicas del árbol, como bifurcaciones o eje torcido, ya que al momento de realizar raleos los individuos mal formados son los de mayor preferencia para ser eliminados. Y debido a que en este estudio sólo se tomaron en cuenta árboles con buenas características fisiológicas, el uso de las tablas elaboradas en este estudio puede sobreestimar el volumen al momento de la planificación de los raleos en plantaciones que contengan árboles defectuosos o mal formados.
3. Realizar un estudio similar al presenta en un lapso de 5 a 10 años en plantaciones de mayor tamaño para completar la distribución diamétrica de las tablas de volumen elaboradas para plantaciones de Teca y Pino caribe y contar con tablas de volumen para todas las clases diamétricas en las que se pueda obtener productos maderables comerciales.

9. BIBLIOGRAFÍA

1. Aldana, M. 2005. Diagnóstico en industrias de aserrío con relación al procesamiento de diámetros menores de madera proveniente de plantaciones establecidas bajo el PINFOR, en la región nororiente de Guatemala. Tesis. Inga. Agr. Guatemala. USAC. 60 p. (sin publicar)
2. Alfaro Argueta, MR. 1999. Evaluación inicial del efecto de tres intensidades de raleo y tres de poda en el crecimiento de una plantación de *Pinus caribaea* Morelet var. *Hondurensis*, Livingston, Izabal. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 83 p.
3. Alvarado Barrientos, S. 2003. Caracterización de las plantaciones de *Tectona grandis* y *Gmelina arborea* establecidas con el Programa de Incentivos Forestales (PINFOR). Informe de Investigación. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Facultad de Ciencias y Humanidades / Instituto Nacional de Bosques. 108 p.
4. Alvarado Jerónimo, WVO. 2004. Factores edáficos y fisiográficos que afectan el crecimiento inicial de *Pinus maximinoi* H.E. Moore. en plantaciones establecidas dentro del Programa de Incentivos Forestales en las Verapaces. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 119 p.
5. Arriola Menéndez, DJ. 2002. Evaluación general del Programa de Incentivos Fiscales para la reforestación en Guatemala. Tesis Inga. Agr. Guatemala, USAC. 81 p.
6. Barrena, V; Dance, J; Sáenz, D. 1986. Metodología para la selección de ecuaciones de volumen. Revista Forestal del Perú 13(2):3-12.
7. Barrett et Golf. 1962. *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Sénécl.) W.H.G. (en línea). Caribbean Forester 23(2):65. México, CONABIO. Consultado 11 set 2005. Disponible en http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/55-pinac2m.pdf
8. Bernal, L. 1975. Ordenación forestal. Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. p 10-20.
9. Caillez, F. 1980. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento con referencia especial a los trópicos: estimación del volumen. Roma. Italia, FAO. v. 1, 91 p. (Centre Technique Forestier Tropical, Estudio FAO:Montes).
10. Castañeda S, C; Alvarado B, S; Zamora C, R. 2003. Caracterización técnica de las plantaciones establecidas con el Programa de Incentivos Forestales de Guatemala. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala / Instituto Nacional de Bosques. 138 p.
11. Cháves, E; Fonseca, W. 1991. Teca, *Tectona grandis* L.f., especie de árbol de uso múltiple en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 47 p. (Informe Técnico 179).
12. Congreso de la República de Guatemala, GT. 1997. Ley forestal; decreto legislativo 101-96. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. p. 5.
13. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala, según es sistema Holdridge. Guatemala. Instituto Nacional Forestal. 42 p.
14. FAO, IT. 1974. Manual de inventarios forestales con especial referencia a los bosques mixtos tropicales. Roma, FAO. 195 p.

15. Ferreira Rojas, O. 1990. Manual de inventarios forestales. Siguatepeque, Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales. 99 p.
16. Francis, JK. 1992. *Pinus caribaea* Morelet. caribbean pine. SO-ITF-SM-53. New Orleans, LA, US, Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 10 p.
17. Giron Hernández, JL. 1998. Distribución del volumen por producto para *Pinus maximinoi* H. E. Moore, en los departamentos de Alta y Baja Verapaz. Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 57 p.
18. Gómez, M; Mora, F. 2003. Comparación de modelos y unificación de ecuaciones de volumen para árboles individuales en plantaciones de teca (*Tectona grandis* Linn) en Costa Rica. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional, Instituto de Investigación y Servicios Forestales. 24 p.
19. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Pino caribe. Ficha técnica de especies 1(2):1-2.
20. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Teca. Ficha técnica de especies 1(4):1-2.
21. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 96 p.
22. Machado, C; Gualvis, E; Pereira, A; Ríos, NA. 2003. Tabla de volumen para *Buchenavia capitata*, Vahl. Quebracho. 10:76-82.
23. Nufio Reyes, HA. 2002. Elaboración de tablas de volumen para huite (*Quercus sapotaefolia* Liebm) dentro de la zona de vida bosque muy húmedo sub-tropical frío, en el departamento de Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 61p.
24. Quintana Roca, WA: 1999. Elaboración de Tablas de Volumen para Aliso (*Agnus jorullensis* ssp. *Jorullensis* Furlow) dentro de la zona de vida bosque muy húmedo montano bajo sub-tropical, en el departamento de Chimaltenango, Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 73 p.
25. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación, GT). 2003. Estrategia de reducción de la pobreza departamental de Izabal. Guatemala. 94 p.
26. Turtianen, M; Barahona, G. 1995. Manual de formulación de planes de manejo, para bosques pinares, mixtos y plantaciones. Honduras, Centro de Manejo, Aprovechamiento y Pequeña Industria Forestal. 46 p.
27. Ugalde, Arias. 2003. Advancements on management and teak productivity in Central America. Paper presented at the international Conference Quality Timber Productions of Teak from Sustainable Forest Management. Peechi, Kerala, India. 2-5 December 2003. (in press)
28. Vaidés López, EE. 2005. Documento técnico no.1, selección de sitios para establecimiento de teca en Guatemala. Guatemala, Instituto Nacional de Bosques, Programa de Extensión Forestal, Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal, 24 p.

29. Weaver, PL.; Francis, J.K. 1990. The performance of *Tectona grandis* in Puerto Rico. *Commonwealth Forestry Review* 69(4):313-323.
30. Zamora C, R. 2003. Caracterización de las plantaciones de *Pinus maximinoi* y *Pinus caribaea* establecidas en el Programa de Incentivos Forestales. Guatemala, Universidad del Valle de Guatemala, Instituto Nacional de Bosques. 81 p.

10. APÉNDICE

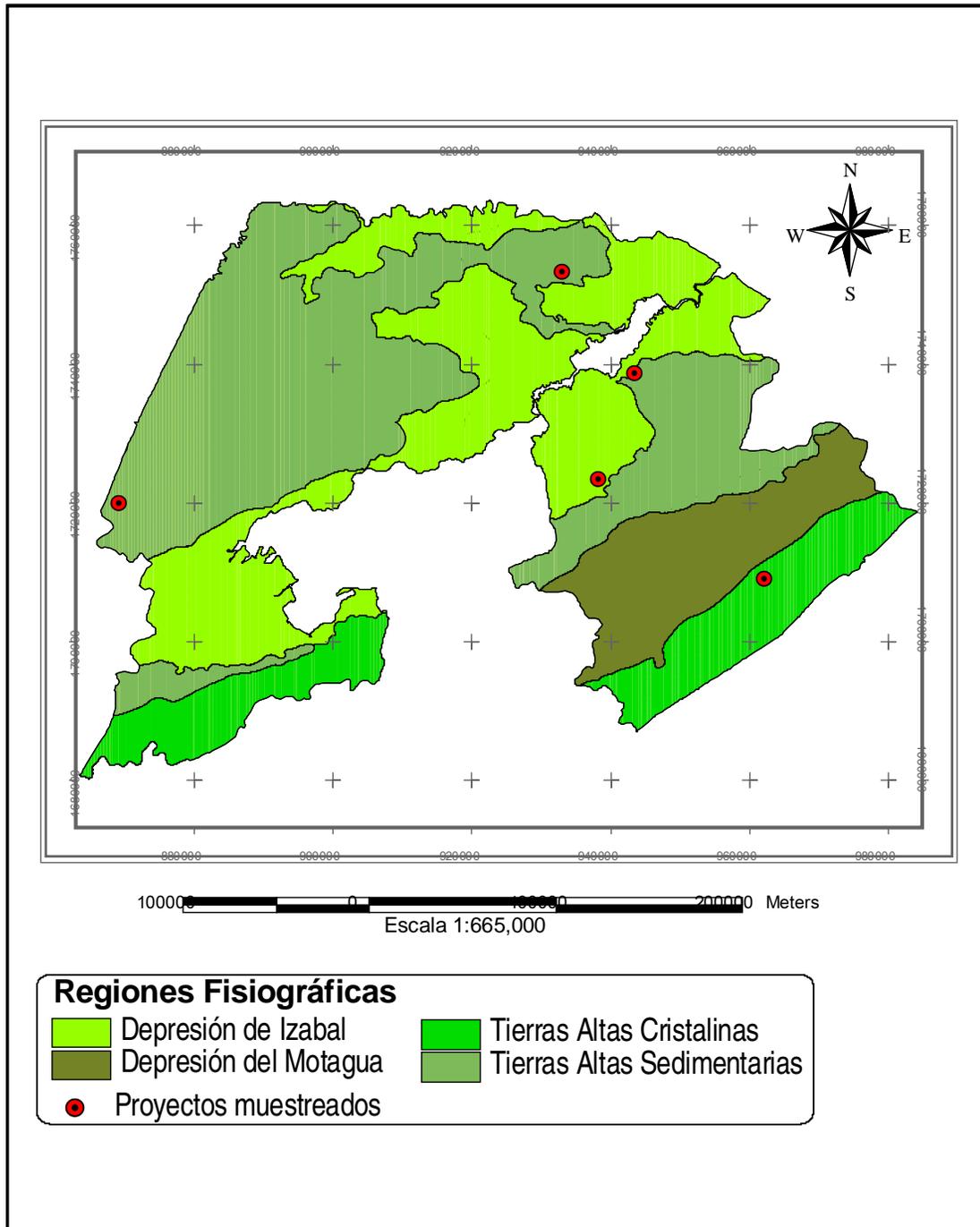


Figura II.38A. Regiones fisiográficas del área de estudio, en el departamento de Izabal.

Cuadro II.31A. Tabla de volumen por Producto de *Pinus caribaea* para Izabal

DAP cm cc	Tipo de producto	Altura Total en Metros									
		3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
		Volumen por producto (m ³)									
5	TR	0	0	0							
	LE	0.0108	0.0108	0.0108							
6	TR		0	0	0						
	LE		0.0125	0.0125	0.0125						
7	TR			0	0	0					
	LE			0.0147	0.0147	0.0147					
8	TR			0	0	0					
	LE			0.0174	0.0174	0.0174					
9	TR			0.0253	0.0323	0.0392	0.0460				
	LE			0.0207	0.0207	0.0207	0.0207				
10	TR			0.0358	0.0449	0.0539	0.0628	0.0716			
	LE			0.0244	0.0244	0.0244	0.0244	0.0244			
11	TR			0.0483	0.0600	0.0716	0.0829	0.0942			
	LE			0.0287	0.0287	0.0287	0.0287	0.0287			
12	TR				0.0779	0.0924	0.1068	0.1211			
	LE				0.0336	0.0336	0.0336	0.0336			
13	TR					0.1169	0.1348	0.1525	0.1701	0.1877	
	LE					0.0390	0.0390	0.0390	0.0390	0.0390	
14	TR						0.1671	0.1889	0.2106	0.2321	
	LE						0.0450	0.0450	0.0450	0.0450	
15	TR						0.2043	0.2307	0.2570	0.2832	
	LE						0.0517	0.0517	0.0517	0.0517	
16	TR						0.2466	0.2783	0.3098	0.3412	
	LE						0.0589	0.0589	0.0589	0.0589	
17	TR						0.2943	0.3320	0.3695	0.4069	
	LE						0.0667	0.0667	0.0667	0.0667	
18	TR						0.3479	0.3922	0.4364	0.4805	0.5244
	LE						0.0752	0.0752	0.0752	0.0752	0.0752
19	TR						0.4594	0.5110	0.5626	0.6139	
	LE						0.0843	0.0843	0.0843	0.0843	
20	TR						0.5339	0.5938	0.6536	0.7132	
	LE						0.0940	0.0940	0.0940	0.0940	

Modelos utilizados:

TR (Trocillo m³) = -0.00830764 + (0.00059962 * (Ln(D))² * (Ln(H))²) + (0.00000717 * D² * Ln(H))LE (Leña m³) = 0.00786682 + (0.00007188 * D² * Ln(D))

* Válido para árboles ≥ 9 cm de DAP

Cuadro II.32A. Tabla de Volumen por producto (m³) de Tectona grandis para Izabal.

DAP cm cc		Altura total en metros																
		6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18				
		Volumen de producto (m ³)																
5	TR	0	0	0														
	LE	0.009	0.012	0.014														
6	TR	0	0	0														
	LE	0.012	0.015	0.018														
7	TR	0	0	0	0	0	0											
	LE	0.015	0.019	0.022	0.026	0.029	0.033											
8	TR		0	0	0	0	0	0										
	LE		0.022	0.026	0.03	0.034	0.038	0.0424										
9	TR			0	0	0	0	0										
	LE			0.03	0.035	0.039	0.044	0.0484										
10	TR			0	0	0	0	0	0									
	LE			0.034	0.039	0.044	0.049	0.0544	0.0594									
11	TR				0.007	0.017	0.022	0.0236	0.0215									
	LE				0.044	0.049	0.055	0.0604	0.0659									
12	TR					0.022	0.032	0.0369	0.0379	0.0355								
	LE					0.054	0.06	0.0664	0.0724	0.0784								
13	TR						0.04	0.0492	0.0539	0.0544	0.0513							
	LE						0.066	0.0724	0.0789	0.0854	0.0918							
14	TR							0.045	0.0599	0.0688	0.0727	0.0722						
	LE							0.071	0.0784	0.0854	0.0923	0.0993						
15	TR								0.0683	0.0819	0.0896	0.0923	0.0906					
	LE								0.0844	0.0918	0.0993	0.1068	0.1143					
16	TR									0.0738	0.0927	0.1048	0.1109	0.112				
	LE									0.0903	0.0983	0.1063	0.1143	0.1223				
17	TR										0.1007	0.1175	0.1275	0.1317	0.1308			
	LE										0.1048	0.1133	0.1218	0.1303	0.1388			
18	TR											0.1053	0.1273	0.1417	0.1493	0.1511		
	LE											0.1113	0.1203	0.1293	0.1383	0.1472		
19	TR												0.1061	0.1338	0.1528	0.1642	0.169	
	LE												0.1178	0.1273	0.1368	0.1462	0.1557	
20	TR													0.1365	0.1606	0.1761	0.1842	0.1858
	LE													0.1343	0.1442	0.1542	0.1642	0.1742

Modelos utilizados:

$$\text{TR (Trocillo m}^3) = 0.02029998 + (-0.00323026 * D^2 * \ln(D)) + (-0.000231 * D^2 * H) + (0.00576549 * D^2 * \ln(H)) + (0.01287974 * (\ln(D))^2 * (\ln(H))^2)$$

$$\text{LE (Leña m}^3) = -0.00547873 + (0.00049907 * D * H)$$

* Válido para árboles ≥ 11 cm de DAP

CAPÍTULO III

SERVICIOS REALIZADOS

**INFORME DE SERVICIOS REALIZADOS EN EL INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES –
INAB- EN LAS SUBREGIONES III-1 Y III-2, IZABAL Y ZACAPA.**

1. PRESENTACIÓN

El Programa de Incentivos Forestales –PINFOR- fomenta la creación de núcleos de producción forestal regional de alta productividad, para impulsar la oferta de productos forestales competitivos, reducir la deforestación, generar servicios ambientales y empleo en el área rural.

En Guatemala la actividad que realiza el PINFOR es fundamental, ya que representa una fuente de desarrollo para el país y el inicio de una nueva forma de captar ingresos económicos para la sociedad guatemalteca, además de proveer conservación y protección a nuestros recursos, no sólo forestales, sino que también hídricos, y edáficos.

Es por ello que se convierte necesaria la realización de actividades que ayuden a fortalecer este programa, ya sea en su parte técnica, o en su metodología analítica; en el manejo de la información, para así agilizar el conjunto de procesos que se llevan a cabo al momento de ejecutar el PINFOR.

A la vez de proporcionar un apoyo general a las actividades planificadas dentro del Plan Operativo Anual –POA- de las subregiones de Zacapa e Izabal.

En este documento se presenta una serie de servicios que tienen como fin complementar las actividades fundamentales del PINFOR, estos servicios se realizaron en la Región III del INAB, en los departamentos de Izabal y Zacapa, los cuales conforman dos subregiones de dicha región.

Para efectos del presente documento se entenderán las siguientes abreviaturas: Instituto Nacional de Bosques –INAB-, Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-, Facultad de Agronomía –FAUSAC-.

2. JUSTIFICACIÓN

Para cumplir con los objetivos del PINFOR, es necesario facilitar información y proporcionar ayuda técnica a los usuarios del programa, para así promover la participación del beneficiario y asimismo generar una masa crítica de bosques productores de materia prima de calidad.

Con este fin, se plantearon los servicios primordiales para complementar algunas de las actividades que se llevan a cabo en el PINFOR, como lo son las asesorías técnicas, evaluaciones de campo, manejo e interpretación de la información subregional de PINFOR, entre otros.

Al realizar estos servicios se pretende contribuir dentro del PINFOR para las subregiones de Zacapa e Izabal, debido a que en estas zonas se reportan una de las mayores actividades forestales a nivel nacional, por lo mismo, existe una carga de trabajo mayor para el personal técnico y administrativo de la región.

3. SERVICIO 1: DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES –PINFOR- EN LA SUBREGIÓN III-2, ZACAPA

3.1 PROBLEMÁTICA

Los proyectos del PINFOR, en la actualidad, representan una fuente importante de materia prima y a la vez de empleo en el área rural, sin embargo no se cuenta con la información requerida para establecer la potencialidad que estas plantaciones puedan representar.

Es importante realizar un análisis exhaustivo en cada subregión sobre los proyectos PINFOR con que se cuentan para poder determinar tanto las deficiencias y problemas como los avances y beneficios que se han alcanzado hasta la fecha con dicho programa.

Además la actualización y ordenación de la información proveniente de los proyectos PINFOR es necesaria para establecer los resultados obtenidos de la actividad de incentivar la reforestación y mantenimiento de los bosques en el país.

Por las causas descritas anteriormente es necesario realizar un diagnóstico de la situación actual de los proyectos PINFOR en la Subregión III-2, Zacapa, lugar donde se realizó parte del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA-, para completar así con esta actividad parte de los servicios asistidos a esta subregión.

3.2 ANTECEDENTES

INAB Región III Nor-Oriente

El INAB divide al país en 9 regiones forestales de acción, cada una subdividida en subregiones las cuales están delimitadas por los departamentos que conforman cada región. La región Nor-oriental está conformada por cuatro subregiones, siendo éstas: El Progreso (III-4), Zacapa (III-2), Chiquimula (III-3) e Izabal (III-1), y tiene a su cargo la coordinación de todas las atribuciones del INAB en esta área.

Subregión III-2, Zacapa

Según la división administrativa del INAB la subregión III-2 forma parte de la región III, Nor-oriental, y su plan de acción se restringe a los límites del departamento de Zacapa.

El personal de trabajo con que cuenta esta subregión está conformado por; el Director Subregional, 2 técnicos forestales, 1 técnico forestal de apoyo a PINFOR, y 1 secretaria subregional, en total 5 personas.

Descripción del Departamento

Localización geográfica y extensión territorial

El departamento de Zacapa está localizado al sureste de Guatemala. Es de forma rectangular y está rodeado al norte por los departamentos de Izabal y Alta Verapaz; al este, por Izabal y la República de Honduras; al sur, por los departamentos de Chiquimula y Jalapa, y al oeste, por el departamento de El Progreso. Es el onceavo en tamaño entre los departamentos y comprende 269,000 hectáreas de extensión, o sea el 2.47 por ciento del área de la República. (10)

Entre las principales carreteras que atraviesan el departamento están la Interoceánica CA-9 así como la CA-10, la ruta nacional 20 y carreteras departamentales que unen a sus poblados y propiedades rurales entre sí y con los municipios vecinos. El departamento cuenta con 10 municipios: Cabañas, Estanzuela, Gualán, Huité, La Unión, Río Hondo, San Diego, Teculután, Usumatlán, y Zacapa. La cabecera departamental es Zacapa. (Ver figura III.1) (4)

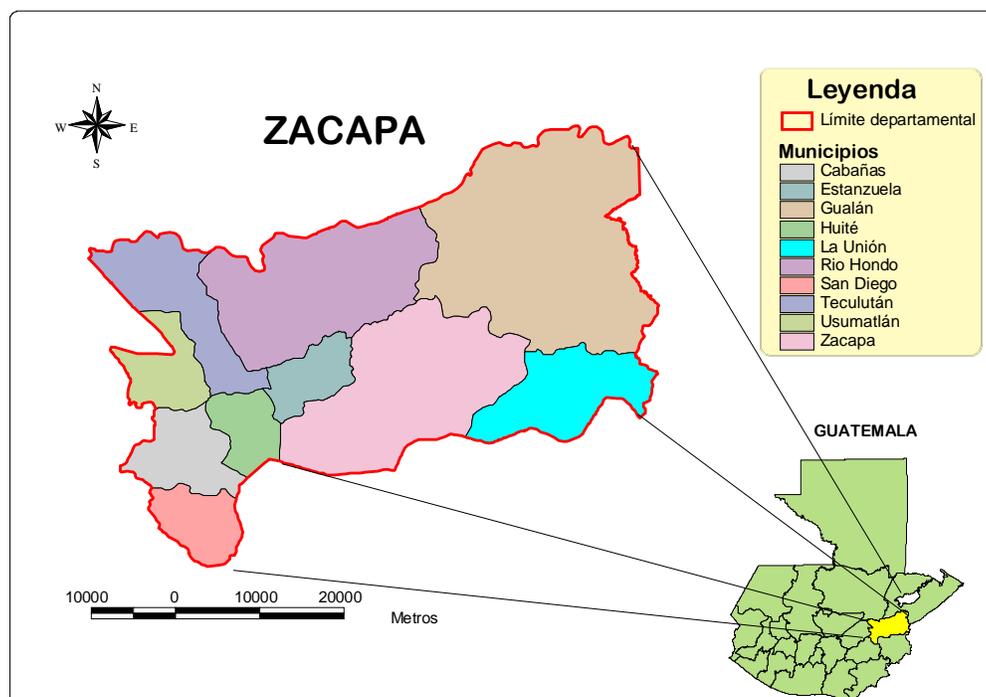


Figura III.39.

Localización geográfica del Departamento de Zacapa, y sus municipios.

Condiciones Climáticas

Zacapa se encuentra en una región de lluvia deficiente y muy variable. A lo largo del río Motagua sólo los meses de junio a octubre inclusive tienen un promedio pluvial de más 50 milímetros, mínimo para el crecimiento de las plantas. Sin embargo, cualquiera de estos meses puede tener menos de esta cantidad. La falta de humedad hace fracasar las cosechas frecuentemente, en las parte altas, al norte y al sur del Motagua, la cantidad de lluvia es mayor, pero en todas partes la estación seca de octubre a abril es severa. La precipitación anual promedio oscila entre los 750 y 1,000 milímetros en la parte sur y es mayor de los 1,000 en la parte norte extrema.

Las temperaturas son altas, particularmente en los valles, donde se alcanzan temperaturas de hasta 45 °C.

Zonas de Vida

De acuerdo al mapa de Zonas de vida de Guatemala, elaborado por De La Cruz J.R., según el sistema de clasificación de Holdridge, el departamento de Zacapa se encuentra dentro de las zonas de vida bosque muy húmedo subtropical cálido (bmh-S (c)), bosque muy húmedo

subtropical frío (bmh-S(f)), bosque pluvial montano bajo subtropical (bp-MB), bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)), bosque seco subtropical (bs-S) y monte espinoso Subtropical (me-S).

Zacapa se destaca por poseer más de 5 zonas de vida bien representadas en superficie, lo que indica una fuerte biodiversidad. (7)

Como una Zona de vida representativa de este departamento podemos mencionar Monte espinoso Subtropical (me-S), ya que corresponde a la zona semiárida de Guatemala, que debido a sus singulares características climáticas la convierten en una zona semiárida única en Centroamérica. (3). En ésta zona de vida, las condiciones climáticas están representadas por días claros en la mayor parte del año y una escasa precipitación anual, de 400 a 600 mm, la humedad relativa entre el 60 y 72% y la evapotranspiración potencial entre 600 a 800 mm anuales. La temperatura promedio varía de los 22 a los 28 °C.

Topografía y relieve:

El departamento es montañoso en su mitad septentrional, que es atravesada de oeste a este por la sierra de las Minas. La parte sur del departamento cuenta en todas direcciones con pequeñas cadenas de montes y cerros aislados, separados por hondonadas más o menos profundas, mientras que la parte central lo forma el cauce del río Motagua, o sea un extenso valle longitudinal que, según la configuración topográfica, se estrecha o ensancha, dando origen a vegas muy fértiles, así como a llanuras tan grandes como los llanos de La Fragua, (4) con cuya irrigación se está proporcionando un gran beneficio al departamento con la cosecha de melón y sandía principalmente.

Las elevaciones SNM oscilan entre 130 hasta 880, entre las cabeceras municipales (4), aunque las elevaciones varían desde menos de 130 metros SNM, donde desemboca el río Motagua, hasta 1,000 metros de altitud en la frontera norte (10).

Según la metodología del USDA las pendientes encontradas en el departamento de Zacapa se clasifican según el cuadro III.1.

Cuadro III.34. Cuantificación de pendientes agrupadas según metodología USDA para el departamento de Zacapa.

Pendiente	Descripción	Área %
< 4%	Plano	15.63
4 a 8 %	Suavemente inclinado	6.24
8 a 16 %	Moderadamente inclinado	8.45
16 a 32 %	Inclinado	35.75
>32 %	Fuertemente inclinado	33.93
Total		100

Fuente: Atlas temático de la República de Guatemala, MAGA, 2002.

Fisiografía:

Según el mapa fisiográfico-Geomorfológico a escala 1:250,000, realizado por Alvarado, G. y Herrera, I., el departamento se encuentra principalmente representado por las regiones fisiográficas de Tierras Altas Cristalinas, Depresión del Motagua y Tierras Altas volcánicas, respectivamente. (7)

Hidrografía:

En base al mapa de Cuencas y Ríos de la República de Guatemala, en el departamento se encuentra la cuenca del Río Motagua y parte de la cuenca del Río Grande de Zacapa, y ubicado con un mínimo porcentaje las cuencas del río Polochic y de Río Dulce. Toda el área está drenada por el río Motagua hacia la vertiente del caribe. (7)

Suelos:

Según la clasificación de Simmons, los suelos del departamento de Zacapa han sido divididos en 22 unidades que consisten de 20 series de suelos y dos clases de terreno misceláneo. Basándose en las diferencias del material madre estos suelos han sido divididos en tres grupos; I. Suelos sobre materiales volcánicos, II. Suelos sobre materiales sedimentarios y metamórficos y III. Las clases misceláneas de Terreno. (10)

Taxonomía de los Suelos:

En base al mapa de Clasificación Taxonómica de los suelos de Guatemala, en el departamento de Zacapa se encuentran los órdenes de Alfisoles, Inceptisoles, Entisoles, Ultisoles y Vertisoles. (7)

Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra:

Según el Mapa de cobertura Vegetal y Uso de la Tierra (CATIE,2001), en el departamento de Zacapa se pueden clasificar las categorías del cuadro III.2.

Cuadro III.35. Cobertura Vegetal y Uso de la Tierra del departamento de Zacapa

Categoría	Área %
Centros poblados	0.15
Agricultura limpia anual	21.52
Café	6.48
Otros cultivos	0.03
Pastos naturales	8.23
Charral y matorral	30.84
Latifoliado	13.81
Coníferas	6.89
Bosque secundario arbustal	11.80
Área de arena y/o playa	0.23
Áreas de extracción de material (canteras, minas)	0.02
Total	100

Fuente: Mapa de cobertura vegetal y Uso de la Tierra, CATIE 2001.

3.3 OBJETIVOS

3.3.1 General:

Evaluar la situación actual del Programa de Incentivos Forestales, en el departamento de Zacapa.

3.3.2 Específicos:

- A. Determinar el estado actual del PINFOR, mediante la clasificación y distribución de los proyectos incentivados en el departamento de Zacapa

- B. Establecer el progreso del PINFOR, en la Sub-región III-2, INAB-ZACAPA

1.4 METODOLOGÍA

3.4.1 Fase de Gabinete

A. Recopilación de Información

Revisión de los documentos legales, los cuales son la base de la Institución: la Ley Forestal, Normativas de la Ley Forestal, Reglamento de Incentivos Forestales.

Recolecta de información mediante entrevistas y referencias del personal técnico y administrativo de la Sub-región III-2.

Revisión de la base de datos de la Subregión III-2, sobre PINFOR.

3.4.2 Fase de Campo

A. Visitas de Campo

Realización de visitas, a los proyectos que sea posibles, en conjunto con el equipo técnico de la Sub-región III-2.

Colaboración con el equipo técnico para la toma de datos o procedimientos a seguir, según sea el caso.

Verificación y corroboración de los datos recopilados anteriormente.

3.4.3 Fase de Gabinete

A. Análisis de Información

Unión y complementación de la información recopilada, tanto en campo como en gabinete.

Analizar y clasificar la información recavada.

Ordenar lógicamente según; tipo de usuario, tipo de proyecto, área utilizada, año de aprobación, etapa del proyecto, etc.

Determinar los datos prioritarios o de relevancia encontrados.

Los recursos como equipo técnico, boletas de campo, material de oficina, computador y Programas a utilizar fue proporcionado por el INAB Sub región III –2.

1.5 ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN

3.5.1 Distribución del Área ingresada a PINFOR por año

Desde 1997 inició el ingreso de proyectos PINFOR al INAB, y por con siguiente a la Subregión III-2, Zacapa, tanto en Proyectos de Reforestación como de Manejo de Bosque Naturales de Protección y de Manejo de Bosque Naturales de Producción, los cuales son los diferentes tipos de Proyectos con los cual cuenta la subregión de Zacapa.

El proceso para incentivar un proyecto PINFOR, se compone de varios pasos, que se pueden resumir así:

Ingreso de la papelería requerida (con todos los requisitos necesarios) a la región, por parte del usuario

Revisión jurídica y técnica de la papelería de cada proyecto (Región y subregión)

Verificación de campo de cada proyecto (subregión)

Petición de enmiendas si es necesario

Revisión de enmiendas (si se solicitaron)

Aprobación o Denegación del proyecto

Certificación e Incentivo

Según los pasos descritos anteriormente cada proyecto PINFOR que ingresa al INAB, pasa por diversas evaluaciones para verificar si es apto de incentivarse, por lo mismo no todos los proyectos que ingresan se pueden certificar ya que en algún proceso de su evaluación no cumplieron con algún requisito o simplemente no llenan con los requerimientos necesarios.

Con lo que respecta a la Subregión III-2, Zacapa, todos los proyectos que han ingresado desde 1997 hasta el 2005, son 177, representando un área de 14, 581. 496 hectáreas, como se puede ver en la Figura III.2 y cuadro III.3.

Según la figura III.2, se puede observar que en el año 2003 ingresó la mayor cantidad de área con respecto a los demás años con 5,824.75 has. representadas por 25 proyectos, y el año 2005 lo segunda con 3,397.816 has. representadas por 51 proyectos. Es importante mencionar que el ingreso de proyectos PINFOR ha ido aumentando paulatinamente, en el transcurso de los años, y

esto se puede ejemplificar drásticamente según los datos de la Figura III.2 y Cuadro III.3, los cuales muestran las áreas ingresadas desde 1997 hasta el 2005.

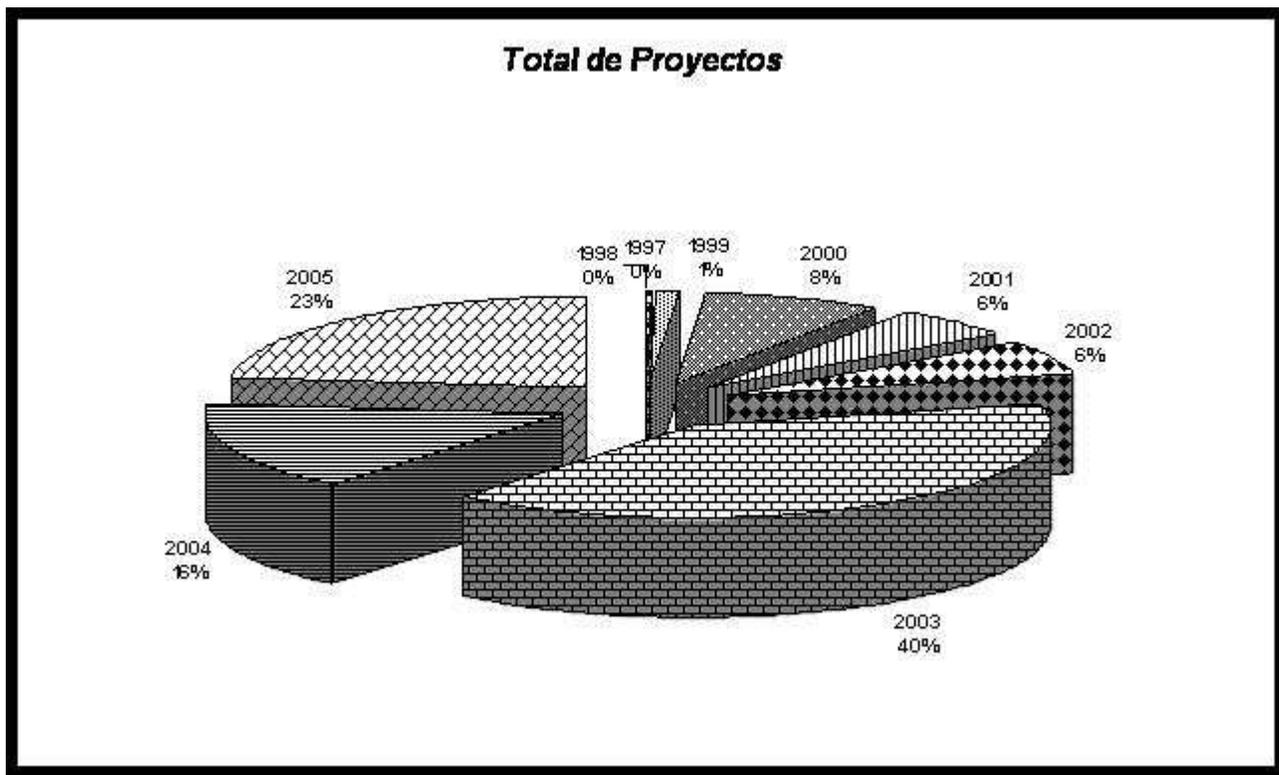


Figura III.40. Distribución del área del total de proyectos ingresados al PINFOR por año, en la subregión III-2, Zacapa.

Cuadro III.36. Área del total de proyectos ingresados al PINFOR por año y número de proyectos ingresados por año, en la subregión III-2, Zacapa

Año	Área (Has.)	No. de proyectos
1997	19.59	3
1998	35.73	5
1999	135.53	3
2000	1187.98	22
2001	826.4	23
2002	886.81	23
2003	5824.75	25
2004	2266.89	22
2005	3397.816	51
Total general	14581.496	177

Flores, A. 2006.

3.5.2 Distribución del área incentivada por año

Del total de proyectos ingresados a cada subregión, sólo se incentivan los que cumplen con todos los requisitos necesarios, en Zacapa el número de proyectos incentivados hasta el 2005 son 129, representado un área de 11,559.986 has.

Como se puede observar en la figura III.3 y cuadro III.4, se mantiene la línea de mayor representación para el año 2003, en lo que respecta tanto para el área ingresada como para el área incentivada, en este caso del área incentivada en el año 2003 se incentivaron 5,334.11 has. representadas en 10 proyectos, en comparación a los 25 proyectos que habían ingresado. Mientras que el año 2004 representa el segundo año que contiene mayor cantidad de área incentivada, con 2,266.89 has. figurada por 22 proyectos. Los años 1997, 1998 y 1999 constituyen los años donde se ha incentivado la menor cantidad área, respectivamente, sumando entre los 3 años 190.85 has, distribuidas en 11 proyectos. Los datos anteriores se pueden verificar en la Figura III.3 y Cuadro III.4.

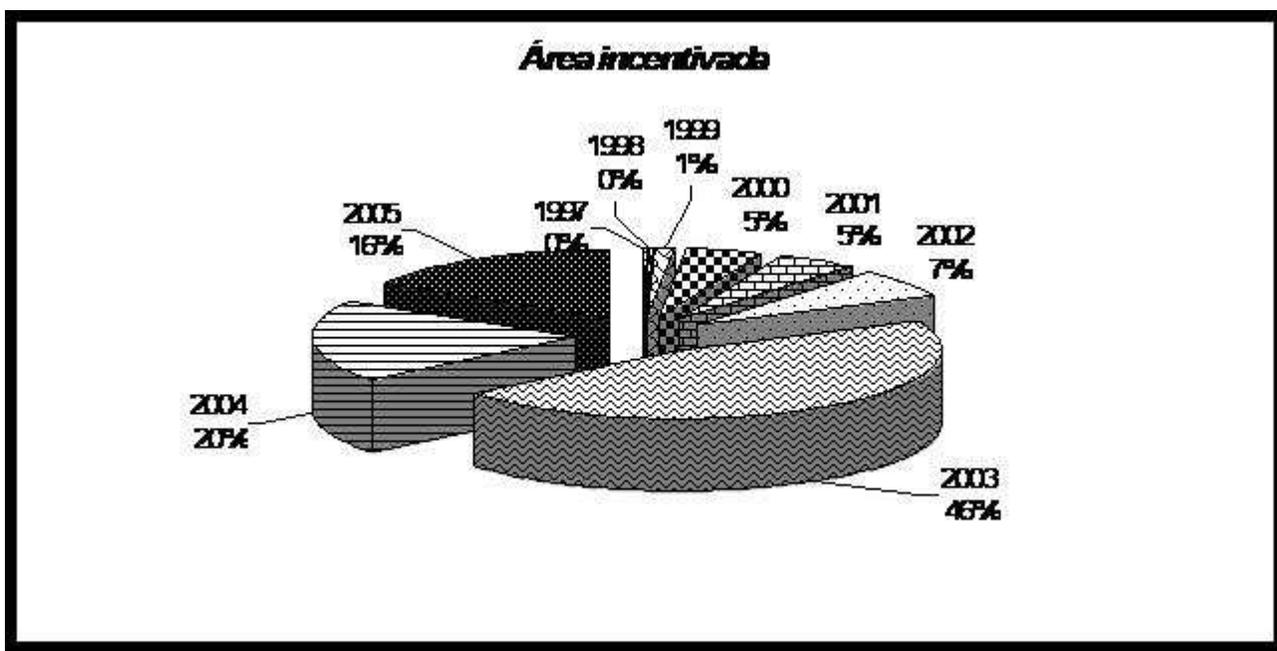


Figura III.41. Distribución del área incentivada del PINFOR por año, en la subregión III-2, Zacapa.

Cuadro III.37. Área incentivada del PINFOR y número de proyectos incentivados, por año, en la subregión III-2, Zacapa.

Año	Área (has)	No. de proyectos
1997	19.59	3
1998	35.73	5
1999	135.53	3
2000	545.48	14
2001	575.17	18
2002	765.53	18
2003	5334.11	10
2004	2266.89	22
2005	1881.956	36
Total general	11559.986	129

Flores, A. 2006.

3.5.3 Distribución del área no incentivada de los proyectos PINFOR

Los proyectos no incentivados son los que por alguna circunstancia no llenaron los requisitos necesarios para ingresar al PINFOR, y en algunos casos, los que no siguieron cumpliendo con los requisitos mínimos que exige el PINFOR para poder ser incentivados, es por esto la importancia de las evaluaciones y monitoreo que realiza cada subregión en los proyectos, ya que con esto lo que se busca es verificar que la plantación o bosque esté bien manejado y cumpla con el plan de manejo aprobado, para así asegurar el éxito de la plantación o bosque, según los objetivos planificados.

Los motivos para no incentivar un proyecto son variados, a continuación se resumen en algunos parámetros las causas por las cuales no se incentiva un proyecto, las cuales son las siguientes:

1. Cancelación; esto ocurre principalmente por incumplimiento del Plan de manejo, o por petición del usuario,

2. No procedió; ya sea por petición del usuario, falta de papelería, no entregar enmiendas a tiempo, etc.
3. En fase de espera: ya sea por estar en revisión de enmiendas o espera de las mismas.

Del total de proyectos ingresados en la subregión de Zacapa, que constituyen **14,581.496** has. sólo se incentivaron **11,559.986 has.** lo que significa que el resto (**3,021.5 has**) no se incentivó, ésta área no incentivada responde a diferentes razones por las cuales no recibió este beneficio, dentro las principales se encuentra que No procedió el expediente, esto debido a la falta de entrega de enmiendas, lo cual bloquea el trámite y no puede seguir su curso normal.

Cuando un expediente PINFOR no procede significa que no se aprueba, por lo cual no recibe ningún incentivo en ningún momento, ahora si un proyecto PINFOR es cancelado, quiere decir que sí se aprobó en su momento, pero no siguió cumpliendo con los requerimientos necesarios del PINFOR, por lo que pudo ser incentivado en algún momento, aunque pueda que se cancele cuando aún no ha recibido algún incentivo.

Al momento de realizar este informe existían expedientes PINFOR ingresados en el 2005 suspendidos por espera de enmiendas o revisión de enmiendas, por lo que se cuenta ésta categoría como causa del área no incentivada, ya que estos proyectos aún no han sido aprobados y por lo mismo no se pueden contar como proyectos que serán incentivados.

En la Figura III.4 y Cuadro III.5 se describen las áreas no incentivadas, por año y por el motivo del no recibir el incentivo, aquí podemos observar que desde el año 2000 no se incentivaron proyectos, esto debido principalmente a que los proyectos no procedieron, como se había mencionado anteriormente, y que en la actualidad de los proyectos que ingresaron en el 2005 2 de ellos están en espera de enmiendas y otros 2 en revisión de enmiendas. En total son 48 proyectos los que no se han incentivado, como se puede observar en el Cuadro III.6, equivalentes a **3,021.5 has.**

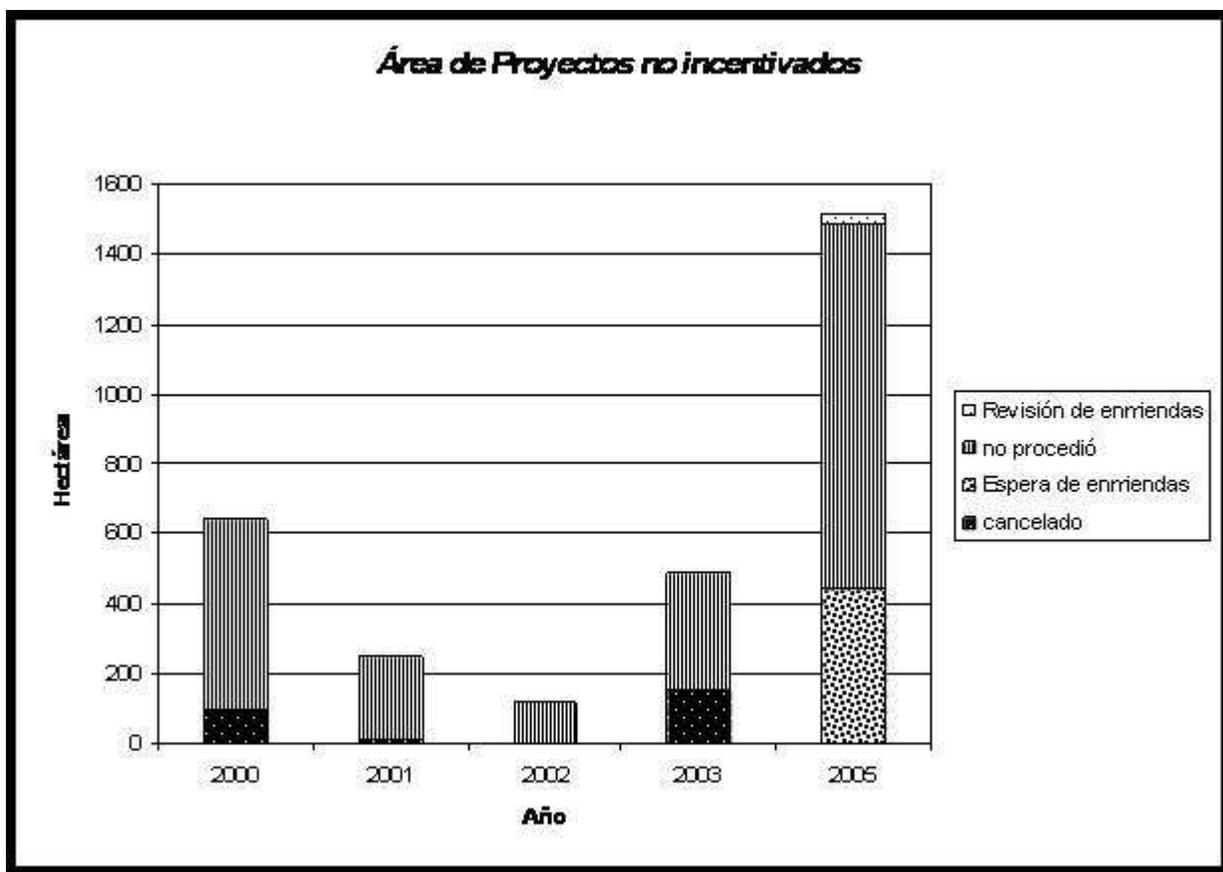


Figura III.42. Distribución del área de los proyectos no incentivados, clasificados por el motivo de la denegación del incentivo, en la subregión III-2, Zacapa.

Cuadro III.38. Distribución del área No Incentivada, por año y por Causa de la denegación del incentivo, en la subregión III-2, Zacapa.

Año	Hectáreas no incentivadas				Total
	Cancelado	Espera de enmiendas	No procedió	Revisión de enmiendas	
2000	99.1		543.4		642.5
2001	9.31		241.92		251.23
2002			121.28		121.28
2003	154.85		335.79		490.64
2005		443.13	1042.7	30	1515.9
Total general	263.26	443.13	2285.1	30	3021.5

Flores, A. 2006.

Cuadro III.39. Distribución del número de proyectos PINFOR no incentivados por año y por motivo, en la subregión III-2, Zacapa.

Año	No. de Proyectos				Total
	cancelado	Espera de enmiendas	no procedió	Revisión de enmiendas	
2000	3		5		8
2001	1		4		5
2002			5		5
2003	11		4		15
2005		2	11	2	15
Total	15	2	29	2	48

3.5.4 Distribución del área de los Proyectos Activos

Del total de proyectos incentivados, existe una cierta parte que ya finalizó su período de vida, teóricamente los proyectos ingresados en los años 1997, 1998 y 1999 ya habrían finalizado su período de vida, pero debido a atrasos o postergaciones que se han dado en el proceso del proyecto no se cuenta con esto.

En total se cuentan con 117 proyectos activos, contando con Proyectos de Reforestación y de Manejo de Bosques Naturales para Protección principalmente, se realizó una clasificación por la fase en que se encuentran, para concebir el estado en el que se hallan actualmente (año 2005) los proyectos activos PINFOR de la subregión de Zacapa.

En la Figura III.5, se visualiza la distribución de los proyectos por Fase de Mantenimiento; para los proyectos de Reforestación se cuenta con las Fases de aprobación, Establecimiento, Mantel, Mante II, Mante III, Mante IV y Mante V, los diferentes Mante significan Mantenimiento desde el primer año simbolizado por I hasta el quinto (V), y el año 0 es el Establecimiento.

Para los Proyectos de Manejo de Bosques Naturales de Protección, las fases de mantenimiento se ejemplifican en la Figura 5 como Aprobación, Año 1, Año 2, Año 3, Año 4 y Año 5, refiriéndose a

los Mantenimientos desde el primer año hasta el quinto año. En la fase de Aprobación no se paga ningún incentivo, pero es parte fundamental del proceso de certificación de los proyectos PINFOR, y debido a que todos los proyectos pasan por esta etapa es que se toma en cuenta dentro de esta clasificación, los proyectos que se encuentran en esta etapa, pasaran el próximo año al primer año de manejo ya sea en para los proyectos de reforestación o de protección.

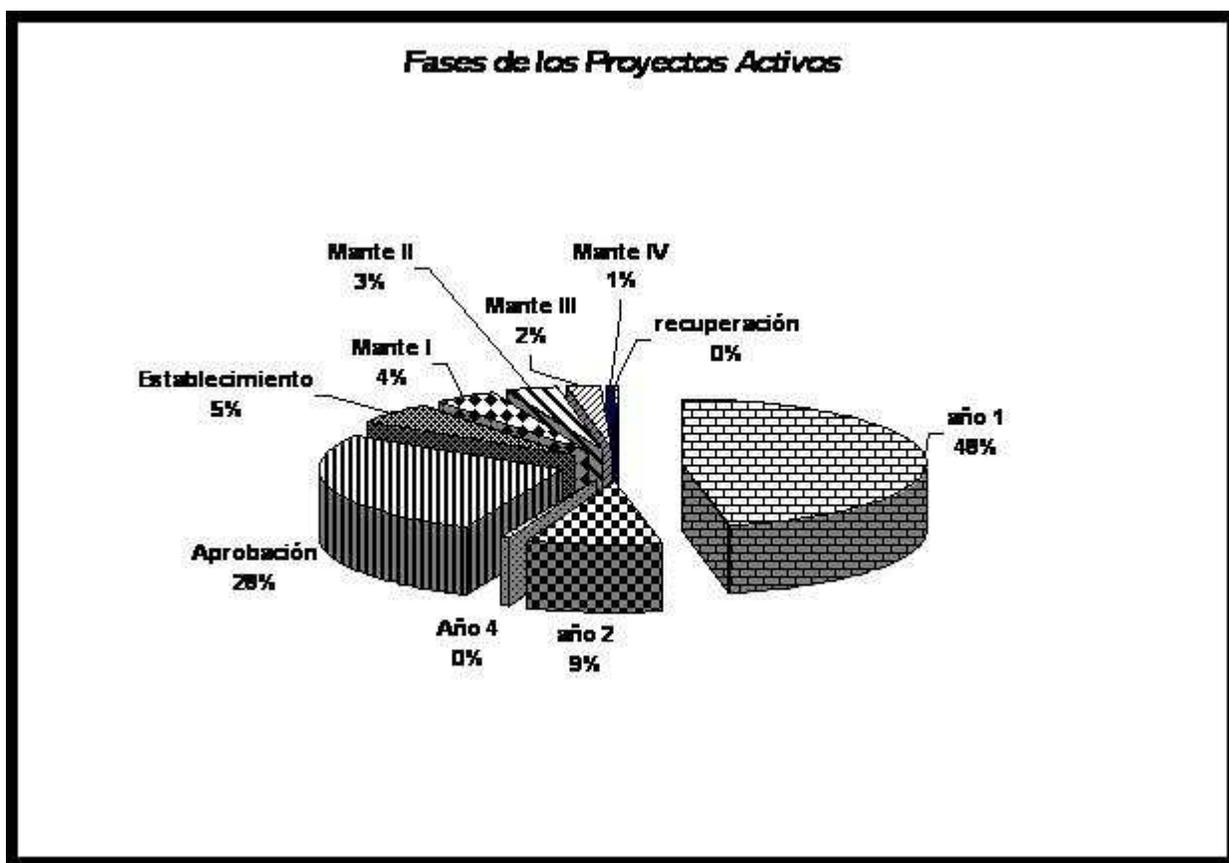


Figura III.43. Distribución del área de los proyectos PINFOR activos por Fase de Mantenimiento en la que se encuentran en el año 2005, subregión III-2 Zacapa.

Cuadro III.40. Distribución del área y número de proyectos PINFOR activos por Fase de Mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.

Fase	Área (has)	No. de proyectos
Año 1	5253.256	11
año 2	990.98	3
Año 4	45	1
Aprobación	3070.84	38
Establecimiento	614.04	20
Mante I	489.29	19
Mante II	356.31	12
Mante III	261.2	10
Mante IV	70.24	2
recuperación	17.17	1
Total	11168.326	117

Flores, A. 2006.

Los 117 proyectos activos suman un área de 11,168.326 has., contando con un proyecto que tiene un compromiso de recuperar área, por haber sido incentivado y no cumplir con lo establecido en el plan de manejo de la plantación.

Dentro de los Proyectos de Manejo de Bosque Naturales para Protección, se cuenta con 9,120.736 has que constituyen 43 proyectos, y la mayor parte de ésta, 57 % de área se encuentra en al Año 1 de Manejo del bosque, mientras que el 31 % se encuentra aprobada, como se puede observar en la Figura III.6 y Cuadro III.8. Las fases de manejo presentes para este tipo de proyecto no se encuentran en un ciclo completo, ya que el ingreso de este tipo de proyecto inició hasta el 2000, por lo cual es ciclo no se ha completado.

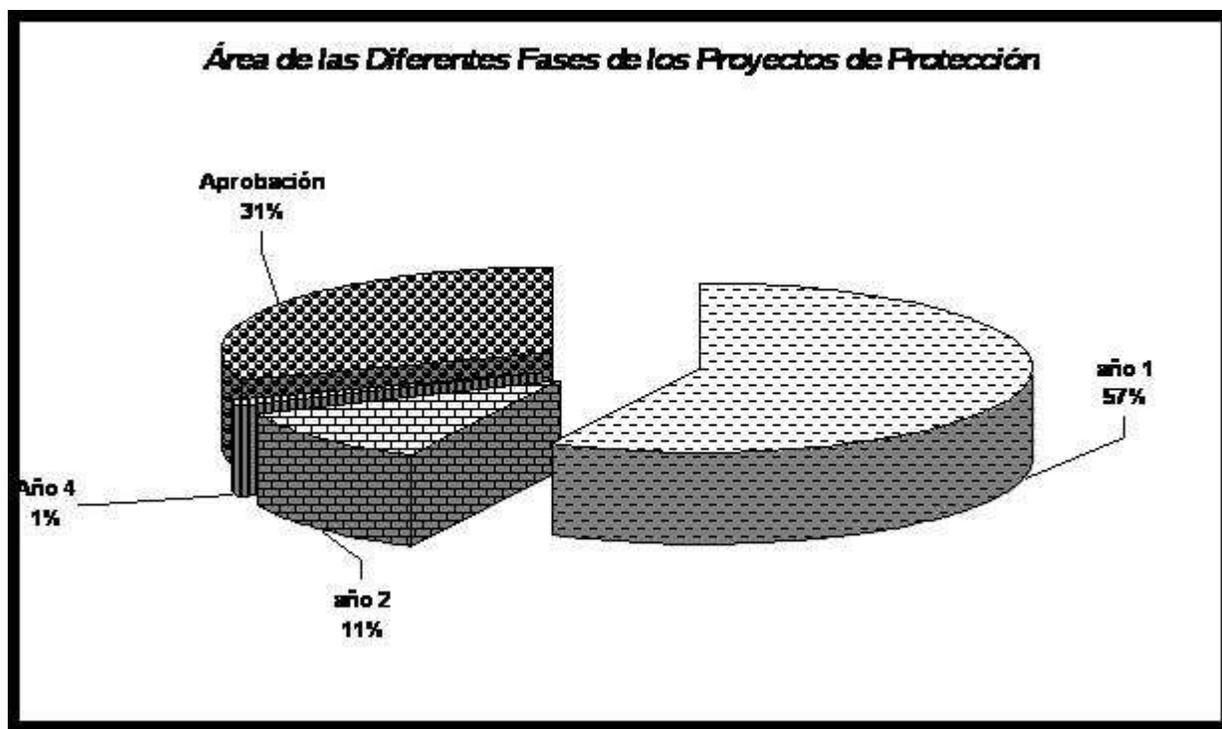


Figura III.44. Distribución del área de los proyectos PINFOR de Manejo de Bosques Naturales de Protección por Fases de Mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.

Cuadro III.41. Área y número de proyectos PINFOR de Manejo de Bosques Naturales de Protección por fases de mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.

Fase	Proyectos de Protección	
	Área (has)	No de proyectos.
año 1	5248.756	10
año 2	990.98	3
Año 4	90	2
Aprobación	2791	28
Total	9120.736	43

Flores, A. 2006

Para los proyectos de Reforestación se puede observar que la mayor cantidad de área 30%, se encuentra en la fase de establecimiento, lo cual constituye un área de 614.04 has representadas por 20 proyectos. En total se cuenta con un área en proyectos de reforestación activos de 2,043.09 has, constituidos en 73 proyectos PINFOR, como se puede observar en la Figura III.7 y cuadro III.9.

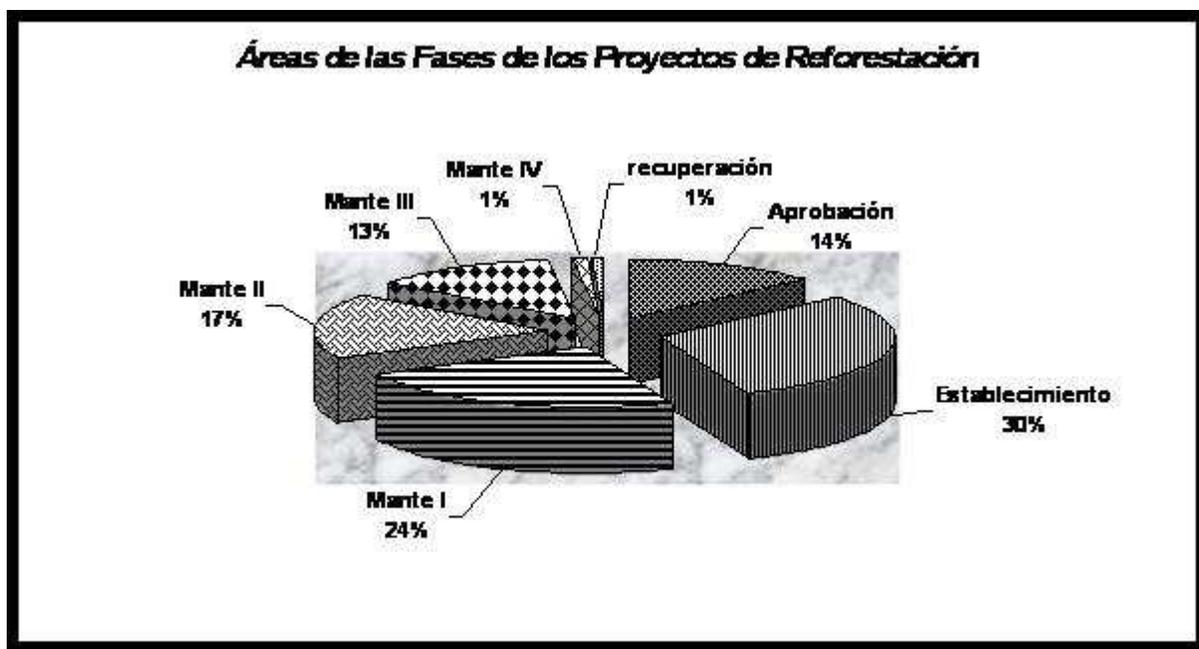


Figura III.45. Distribución del área de los proyectos PINFOR activos de Reforestación por Fase de mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.

Cuadro III.42. Área y número de proyectos activos de PINFOR de Reforestación clasificados por fase de mantenimiento, subregión III-2 Zacapa.

Fase	Proyectos de Reforestación	
	Área (has)	No. de proyectos
Aprobación	279.84	10
Establecimiento	614.04	20
Mante I	489.29	19
Mante II	356.31	12
Mante III	261.2	10
Mante IV	25.24	1
recuperación	17.17	1
Total	2043.09	73

Flores, A. 2006.

3.5.5 Distribución del área incentivada por Municipio

Del total del área incentivada, en este apartado se clasificarán los proyectos PINFOR por la ubicación en que se encuentran dentro del departamento de Zacapa, como se ilustra en la Figura III.8, la mayor cantidad de área se encuentra localizada en el municipio de La Unión, con un 40 %, lo cual representa 4,585.52 has, constituidas en 9 proyectos, continua Gualán con una representación del 24 % del área total incentivada, que constituye 2,775.42 has sin embargo ésta área está conformada por 62 proyectos PINFOR.

Dentro de los municipios donde ejerce una menor influencia el PINFOR encontramos a Estanduela, San Diego y Teculután, que comparados con el resto de municipios tienen una significancia incalculable por la poca área que representan, como se puede observar en la Figura III.8.

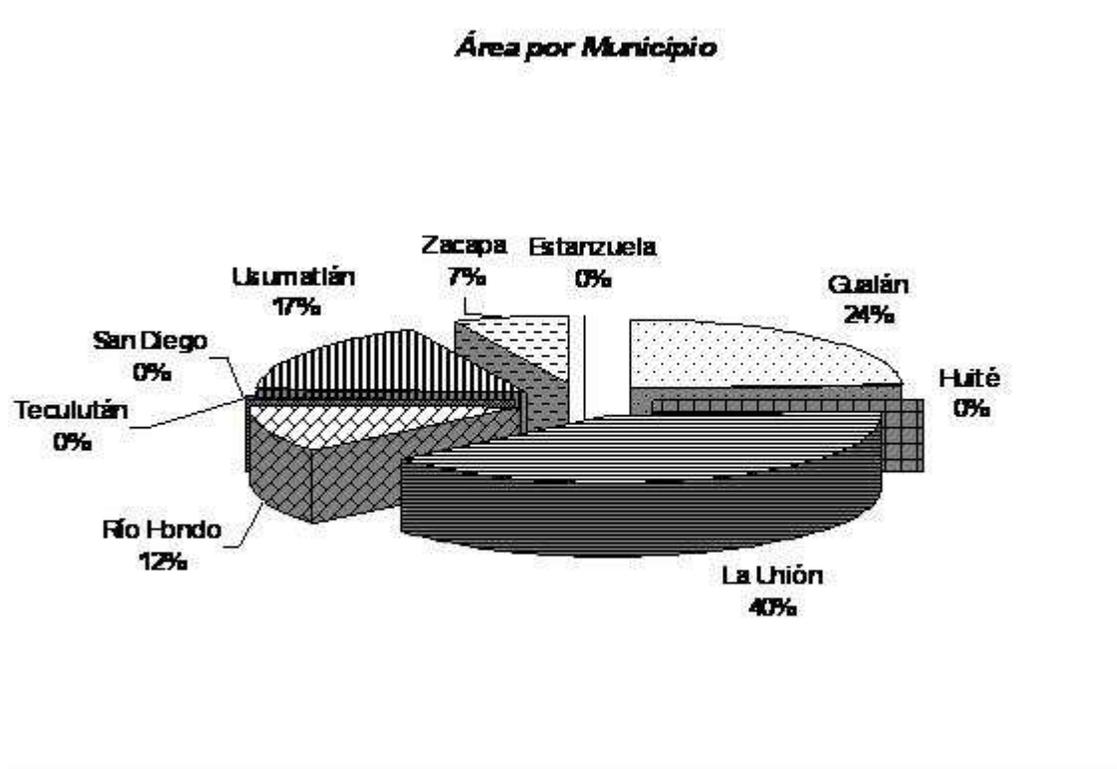


Figura III.46. Distribución del área incentivada de proyectos PINFOR por municipio, subregión III-2, Zacapa.

Cuadro III.43. Clasificación de área y número de proyectos PINFOR incentivados por municipio, subregión III-2 Zacapa.

Municipio	Área (has)	No. de proyectos
Estanzuela	5.56	1
Gualán	2775.42	62
Huité	16.18	3
La Unión	4585.52	9
Río Hondo	1350.556	11
San Diego	4.5	1
Teculután	43.35	1
Usumatlán	1979.29	16
Zacapa	799.61	25
Total	11,559.986	129

Flores, A. 2006.

En el Cuadro III.11 se clasifican las áreas incentivadas de PINFOR por municipio y por año de ingreso de cada proyecto, mientras que en el cuadro III.12 de clasifican los números de proyectos bajo las mismas categorías. Según estos cuadros podemos observar que desde el año 1998 han ingresado proyectos de la jurisdicción de Gualán y las áreas han ido aumentando paulatinamente en el transcurso de los años, sólo existe un descenso en el año 2005 a comparación con el 2004, el siguiente municipio que muestra una participación constante en el transcurso de los años es Zacapa, con proyectos desde el 2000 hasta la fecha, pero representando áreas menores el igual un menor número de proyectos, no obstante el municipio que representa la mayor cantidad de área incentivada, La Unión, constituye una participación constante desde el 2001, con áreas irregulares desde el primer año que participó. Es importante mencionar que de los 10 municipios que conforman el departamento de Zacapa sólo 9 cuentan con proyectos PINFOR, aunque sea con el mínimo de un proyecto por municipio, como es el caso de Estanzuela, San Diego y Teculután. El municipio que no cuenta con proyectos PINFOR es Cabañas. Como se puede ejemplificar en los siguientes cuadros.

Cuadro III.44. Distribución de las áreas incentivadas de PINFOR por Municipio y Año, subregión III-2, Zacapa.

Municipio	Año									Total (has)
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Estanzuela	5.56									5.56
Gualán		33.58	131.03	195.29	432.62	201.79	333.61	985.91	461.59	2775.42
Huité	14.03	2.15								16.18
La Unión					67.84	14.86	3649.9	30	822.92	4585.52
Río Hondo						467.66		644.4	238.496	1350.556
San Diego			4.5							4.5
Teculután									43.35	43.35
Usumatlán					52.75	70.26	1292.1	280.76	283.43	1979.29
Zacapa				350.19	21.96	10.96	58.51	325.82	32.17	799.61
Total	19.59	35.73	135.53	545.48	575.17	765.53	5334.1	2266.9	1881.956	11559.99

Flores, A. 2006.

Cuadro III.45. Distribución del número de proyectos PINFOR incentivados por municipio y por año, subregión III-2 Zacapa

Municipio	Año									Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
Estanzuela	1									1
Gualán		4	2	7	13	8	2	9	17	62
Huité	2	1								3
La Unión					1	1	2	3	2	9
Río Hondo						3		3	5	11
San Diego			1							1
Teculután									1	1
Usumatlán					3	5	4	1	3	16
Zacapa				7	1	1	2	6	8	25
Total	3	5	3	14	18	18	10	22	36	129

Flores, A. 2006.

3.5.6 Distribución del área incentivada por Tipo de usuario

Dentro de los tipos de usuarios con los que cuenta un proyecto PINFOR podemos describir los siguientes:

Persona individual

Comunidades

Empresa privada

ONG's

Municipalidades

Con un total de 129 proyectos incentivados, constituyendo un total de área de 11,559.986 has. el propietario que representa la mayor cantidad de ésta área incentivada con un 34 % son las municipalidades, lo que equivale a 3,997.3 has distribuidas en 6 proyectos, la empresa privada le sigue con una representación del 30%, equivalente a 3,459.876 has constituidas por 50 proyectos. El usuario representado por personas individuales constituye el tercero en cantidad de área incentivada con el 27%, que equivale a 3,065.94 has, constituidas por 64 proyectos, como se puede ver el mayor número de proyectos están representados por propietarios individuales pero en área las proporciones son inversas para estos 3 tipos de propietarios los cuales representan la mayor cantidad de área y proyectos PINFOR incentivados.

Finalizan la clasificación por usuario las ONG's y las comunidades, con un 6 y 3 % respectivamente, cabe mencionar que dentro de las comunidades se cuenta únicamente con la participación de la Asociación de Desarrollo Integral de la Parte Alta de Zacapa –ADIPAZ-.

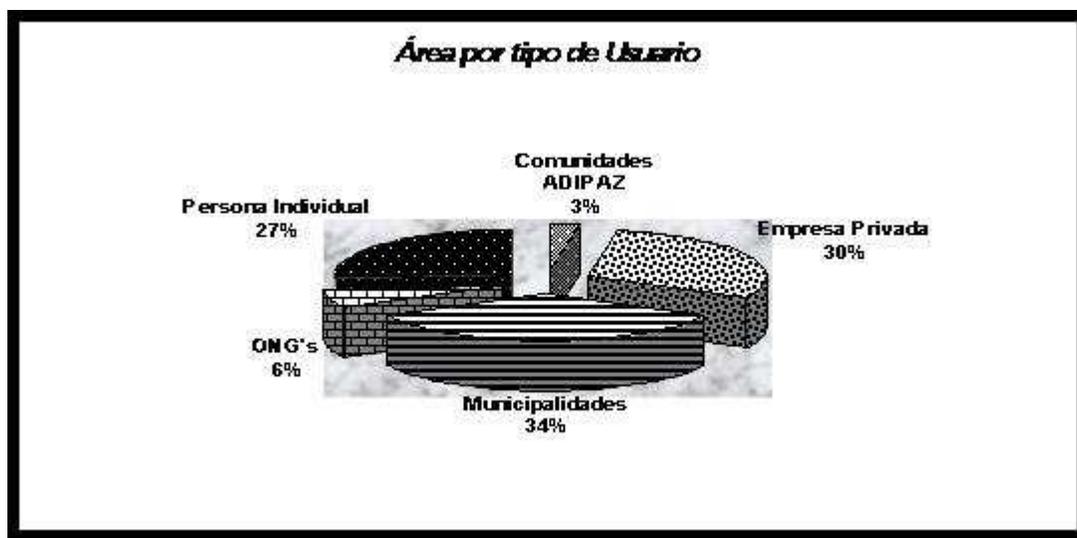


Figura III.47. Distribución del área incentivada de PINFOR por tipo de usuario, subregión III-2 Zacapa
Cuadro III.46. Clasificación del área incentivada y número de proyectos incentivados del PINFOR por tipo de usuario, subregión III-2 Zacapa.

Tipo Propietario	Área (has)	No. de proyectos
Comunidades	317.92	7
Empresa Privada	3459.876	50
Municipalidades	3997.3	6
ONG's	718.95	2
Persona Individual	3065.94	64
Total	11559.986	129

Para representar gráficamente la cantidad de área incentivada por año clasificado según el tipo de usuario se elaboró la Figura III.10, donde se visualiza que en el año 2003 se obtiene la mayor participación respecto a área por parte de las municipalidades, en este caso nos referimos a la municipalidad de la Unión quien ingresó con un área de 3,627 has, constituyendo el proyecto con mayor cantidad de área incentivada dentro de los proyectos PINFOR de la subregión de Zacapa. Para abreviar los tipos de usuarios en las Figura III.10 y cuadros III.14 y III.15, se utilizó la siguiente simbología.

C = comunidades

EP = Empresa privada

M = Municipalidades

O = ONG's

PI = Persona individual

Área Incentivada por Tipo de Usuario

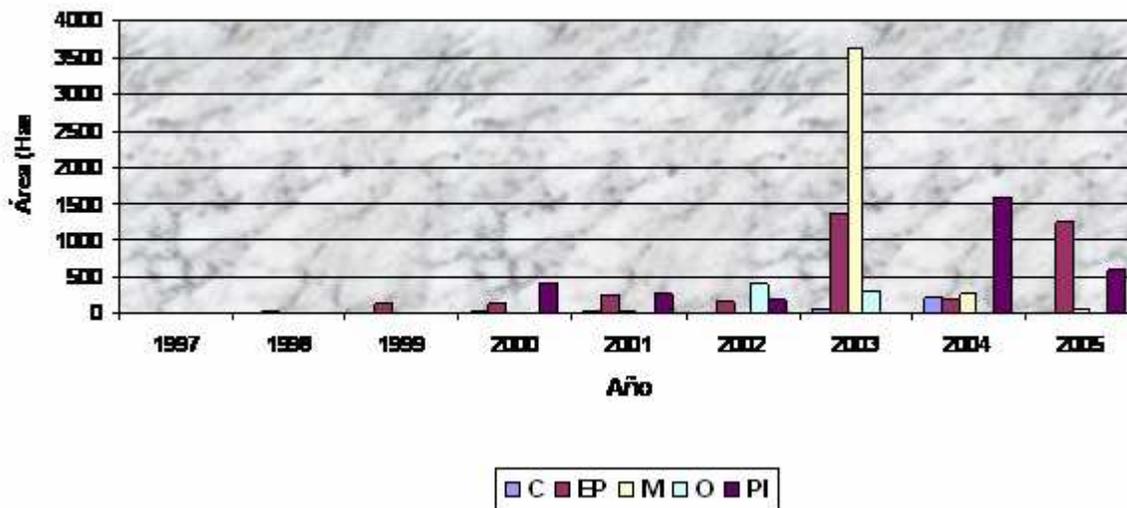


Figura III.48. Clasificación del área incentivada de los proyectos PINFOR por año y por tipo de usuario.

Cuadro III.47. Distribución del área incentivada de los proyectos PINFOR por año y pro tipo de usuario, subregión III-2 Zacapa

Tipo Propietario	Año									Total (has)
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
C				23.59	21.96		58.51	213.86		317.92
EP	5.56	23.41	131.03	123.84	244.79	163.68	1339.7	180.87	1247.046	3459.876
M	6.69				39.5		3627	280.76	43.35	3997.3
O						410	308.95			718.95
PI	7.34	12.32	4.5	398.05	268.92	191.85		1591.4	591.56	3065.94
Total	19.59	35.73	135.53	545.48	575.17	765.53	5334.1	2266.9	1881.956	11559.99

Flores, A. 2006.

Cuadro III.48. Distribución del número de proyectos incentivados de PINFOR por año y por tipo de propietario, subregión III-2 Zacapa.

Tipo Propietario	Año									Total
	1997	1998	1999	2000	2001	2002	2003	2004	2005	
C				2	1		2	2		7
EP	1	2	2	4	8	10	6	6	11	50
M	1				2		1	1	1	6
O						1	1			2
PI	1	3	1	8	7	7		13	24	64
Total	3	5	3	14	18	18	10	22	36	129

Flores, A. 2006.

3.5.7 Distribución del área incentivada por Tipo de Proyecto

Según los tipos de proyectos que pueden existir en el PINFOR, en la Subregión de Zacapa se cuentan principalmente con 2; Proyectos de Reforestación y Proyectos de Manejo de Bosque Naturales de Protección. Como se puede observar en la Figura 11, la mayor cantidad de área incentivada la representan los proyectos de Protección, con un 82%, equivalente a 9,470.926 has constituida por 50 proyectos, y los proyectos de Reforestación constituyen el 18% restante, el área de los proyectos de Manejo de Bosques Naturales para Producción resulta insignificante al momento de graficar sus datos, por la pequeña cantidad de área que representa. En la Figura III.11 y Cuadro III.16 se pueden comprobar los valores antes descritos.

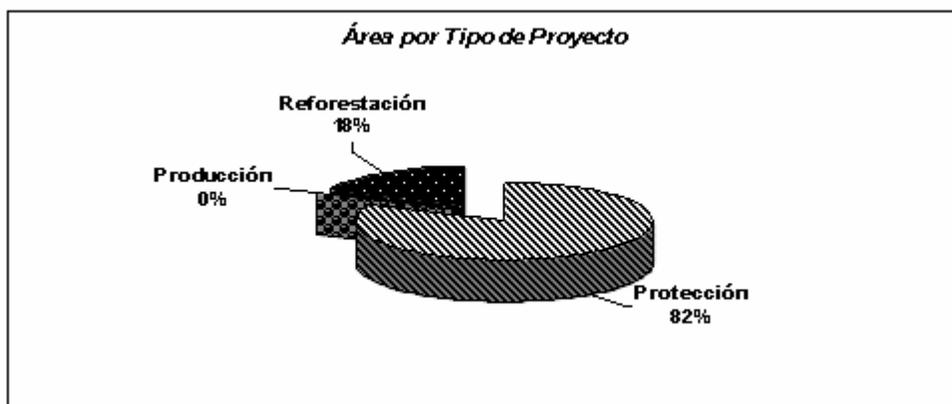


Figura III.49. Distribución del área incentivada en proyectos PINFOR por tipo de Proyectos, subregión III-2 Zacapa.

Cuadro III.49. Clasificación del área y número de proyectos incentivados de PINFOR por Tipo de proyecto, subregión III-2, Zacapa.

Tipo	Área	No. de proyectos
Protección	9470.926	50
Producción	4.5	1
Reforestación	2084.56	78
Total	11559.986	129

Según la distribución de los proyectos por año y por tipo de proyecto, como se puede ver en la Figura III.12, la cantidad de proyectos de Reforestación (representado por una R en la gráfica) supera en número a los proyectos de Protección (representado por una P en la gráfica) salvo en el año 2005, no obstante cuando nos referimos a área podemos observar en la figura III.13 que los proyectos de protección superan notablemente a los proyectos de reforestación, principalmente en el año 2003. En la Figura III.13 también se puede observar que los proyectos de Reforestación son los únicos que se encuentran presentes en todos los años, de una forma más o menos constante, en el transcurso de los años.

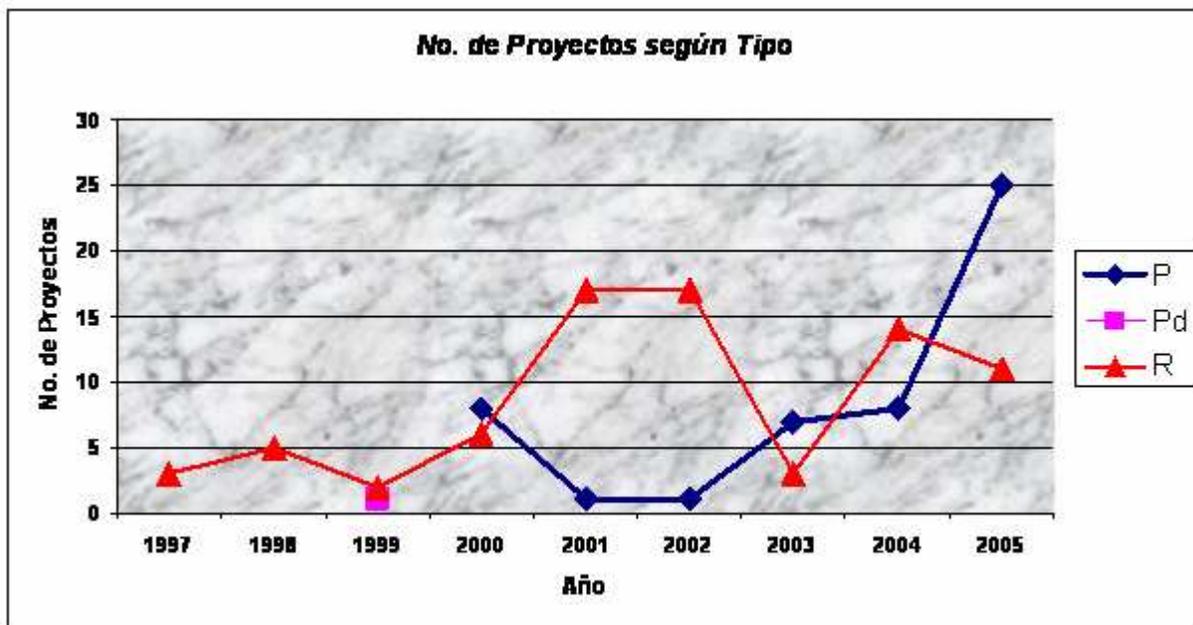


Figura III.50. Distribución del número de proyectos PINFOR incentivados por año y por tipo de Proyecto, subregión III-2 Zacapa

Cuadro III.50. Clasificación por año y por tipo de proyecto, del número de proyectos PINFOR incentivados, subregión III-2 Zacapa.

Año	Protección	Producción	Reforestación	Total
1997			3	3
1998			5	5
1999		1	2	3
2000	8		6	14
2001	1		17	18
2002	1		17	18
2003	7		3	10
2004	8		14	22
2005	25		11	36
Total	50	1	78	129

Flores, A. 2006.

En las figuras III.12, III.13 y III.14 se abrevian los tipos de proyectos con “P” para los de Protección, “Pd” para los de Producción y “R” para los de Reforestación.

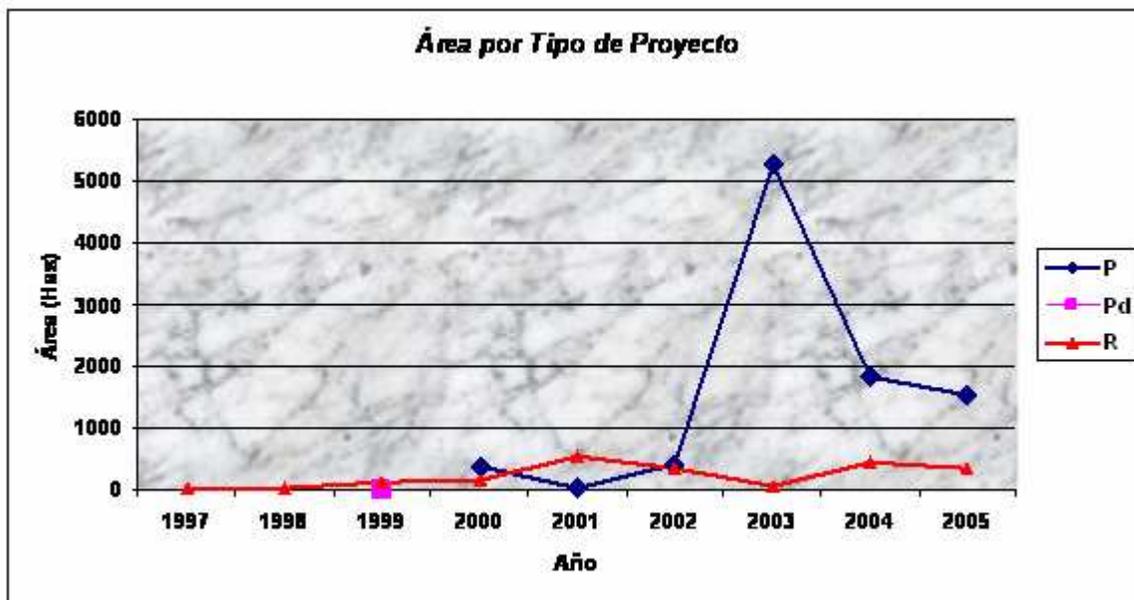


Figura III.51. Distribución del área incentivada de PINFOR por año y por tipo de Proyecto, subregión II-2 Zacapa.

Cuadro III.51. Clasificación de las áreas incentivada de PINFOR por año y por Tipo de Proyecto, subregión III-2 Zacapa.

Año	Protección	Producción	Reforestación	Total (has)
1997			19.59	19.59
1998			35.73	35.73
1999		4.5	131.03	135.53
2000	395.19		150.29	545.48
2001	45		530.17	575.17
2002	410		355.53	765.53
2003	5263.62		70.49	5334.11
2004	1824.44		442.45	2266.89
2005	1532.676		349.28	1881.956
Total	9470.926	4.5	2084.56	11559.986

Flores, A. 2006.

También se realizó una clasificación de proyectos por tipo de Proyecto y tipo de usuario, la cual se representa en la Figura III.14, donde se puede observar que los proyectos de protección están integrados por todos los tipos de usuarios que existen, mientras que en los de Reforestación no se cuenta con la participación de las ONG's ni de las Municipalidades. En el cuadro III.19 y III.20 se

puede ver que por parte de las municipalidades se cuenta con 3 proyectos de reforestación los cuales equivalen a 46.19 has. las cuales no se representan significativamente en la figura III.14, por ser una cantidad mínima en comparación con los datos de los otros tipos de usuarios.

El tipo de usuario que representa una menor cantidad de área tanto para los proyectos de reforestación como para los de protección son la Comunidades con 317.92 has incentivadas solamente.

Tipo de Proyecto por Tipo de Usuario

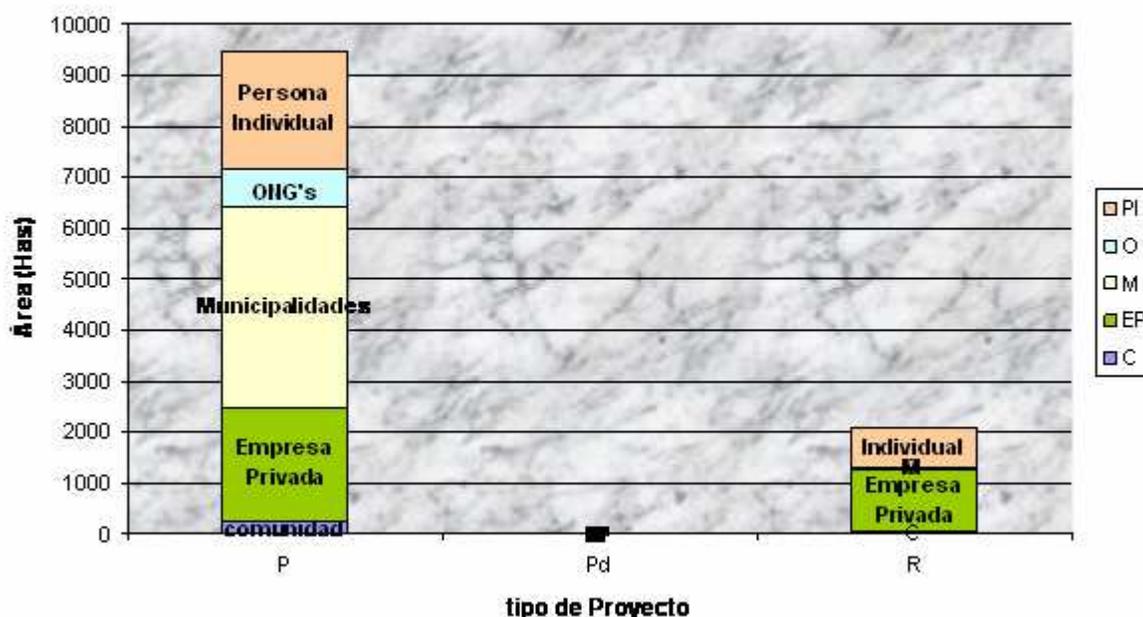


Figura III.52. Clasificación del área de los proyectos PINFOR por Tipo de proyecto y Tipo de propietario, subregión III-2 Zacapa.

Cuadro III.52. Clasificación del área incentivada de PINFOR por Tipo de Proyecto y Tipo de propietario, subregión III-2 Zacapa.

Tipo proyecto	Tipo Propietario					Total (has)
	Comunidades	Empresa Privada	Municipalidades	ONG's	Persona Individual	
Protección	273.03	2224.9	3951.1	718.95	2303	9470.9
Producción					4.5	4.5
Reforestación	44.89	1235	46.19		758.46	2084.6
Total	317.92	3459.9	3997.3	718.95	3065.9	11560

Flores, A. 2006.

Cuadro III.53. Clasificación del número de proyectos incentivados de PINFOR por Tipo de Proyecto y Tipo de Propietario.

Tipo de Proyecto	Tipo Propietario					Total
	Comunidades	Empresa Privada	Municipalidades	ONG's	Persona individual	
Protección	5	7	3	2	33	50
Producción					1	1
Reforestación	2	43	3		30	78
Total	7	50	6	2	64	129

Flores, A. 2006.

3.5.8 Distribución del área incentivada por Especie

Ya que existen dos tipos de proyectos en la subregión de Zacapa principalmente, los de Reforestación y los de Manejo de Bosques Naturales para Protección, se dividió la clasificación de especies para cada uno de estos proyectos, debido a que los proyectos de protección representan una mayor área que no permitiría visualizar las especies con las cuales se ha reforestado, los bosques naturales muestran una diversidad de especies que no se puede ejemplificar para efectos de este estudio.

Para los proyectos de Reforestación se cuenta con un total de 2,084.56 has, de las cuales 1,551.8 has. corresponden a especies de coníferas, representando la mayor cantidad de área para este tipo de proyecto, las latifoliadas ocupan el segundo lugar en el tipo de planta utilizada para reforestar y también se cuenta con proyectos Mixtos, los cuales cuentan con latifoliadas y coníferas a la vez, esto se puede ilustrar en la Figura III.15 y Cuadro III.21.

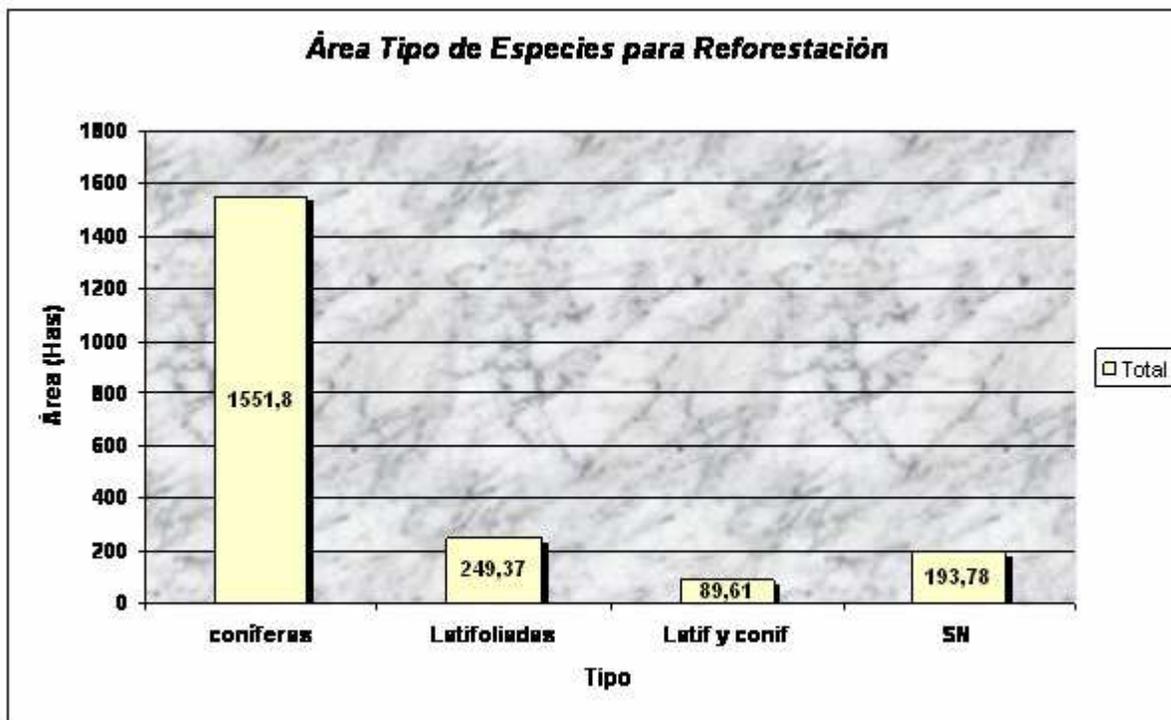


Figura III.53. Distribución del área incentivada y número de los proyectos PINFOR de Reforestación por Tipo de especie en la subregión III-2 Zacapa.

Cuadro III.54. clasificación del área incentivada y número de proyectos PINFOR de Reforestación por Tipo de especie en la subregión III-2 Zacapa.

Tipo de Especie	Área (has)	No. de proyectos
Coníferas	1551.8	56
Latifoliadas	249.37	12
Latifoliadas y coníferas	89.61	5
Sin datos	193.78	5
Total	2084.56	78

Dentro de los proyectos de Reforestación las especies de coníferas utilizadas para reforestar se clasifican en la figura 16 según la cantidad de área reforestada. De las 1,551.8 has correspondientes a la reforestación por coníferas, la mayor cantidad de ésta área está representada por la especie *Pinus maximinoii* con un 31%, *Pinus oocarpa* con un 30% y *Pinus caribaea* con un 26%, también existen varias combinaciones entre coníferas donde utilizan como segunda especie el ciprés (*Cupressus lusitánica*), las cuales en su totalidad suman un 10% de área total incentivada por reforestación.

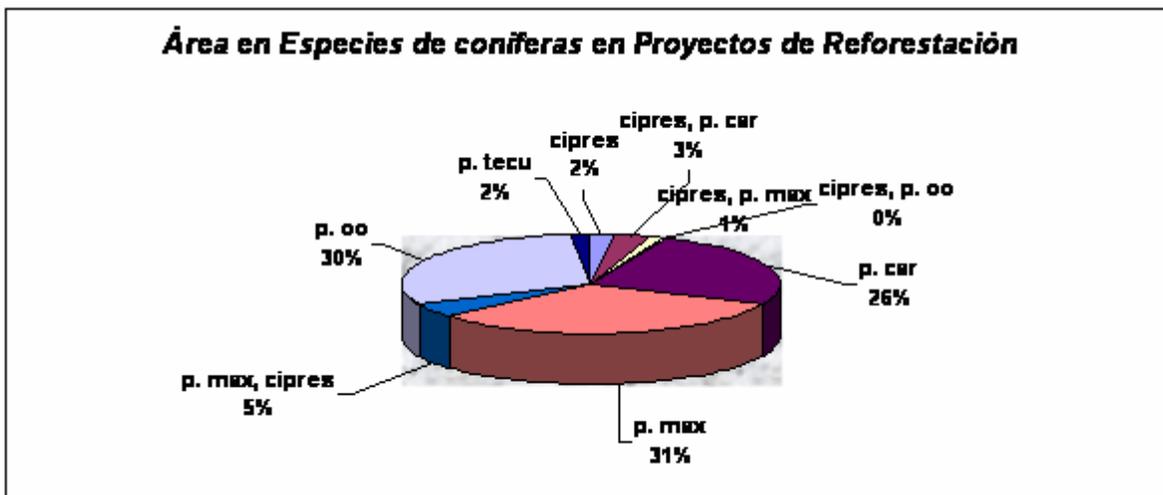


Figura III.54. Distribución de las especies de coníferas utilizadas para reforestar en los Proyectos PINFOR según el área reforestada, subregión III-2. Zacapa.

Cuadro III.55. Descripción de las especies de Coníferas utilizadas en los proyectos de reforestación incentivados por el PINFOR, subregión III-2, Zacapa.

Abreviatura	Código MiraSilv*	Especie (s)	Área (has)	No. de proyectos
cipres	CUPRLU	<i>Cupressus lusitánica</i>	30	2
cipres, p. car	CUPRLU PINUCH	<i>Cupressus lusitánica</i> y <i>Pinus caribaea</i>	49.48	2
cipres, p. max	CUPRLU PINUMX	<i>Cupressus lusitánica</i> y <i>Pinus maximinoii</i>	15	1
cipres, p. oo	CUPRLU PINUOO	<i>Cupressus lusitánica</i> y <i>Pinus oocarpa</i>	4	1
p. car	PINUCH	<i>Pinus caribaea</i>	396.38	12
p. max	PINUMX	<i>Pinus maximinoii</i>	486.79	15
Cipres, p max	CUPRLU PINUMX	<i>Cupressus lusitánica</i> y <i>Pinus maximinoii</i>	74.07	5
p. oo	PINUOO	<i>Pinus oocarpa</i>	471.71	16
p. tecu	PINUTE	<i>Pinus tecunumanii</i>	24.37	2
Total			1551.8	56

Flores, A. 2006.

* Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos, Componente de Silvicultura, MiraSilv © 2003.

Las especies de latifoliadas utilizadas para reforestar los proyectos de PINFOR se describen en la figura III.17 y cuadro III.23, donde podemos resaltar que se han utilizado sistemas de plantación mixtos, ya que no se cuenta con una sola especie sino que de dos especies en adelante, el total del área incentivada para los PINFOR de reforestación por especies de latifoliadas comprende **532.76** has distribuidas en 22 proyectos.

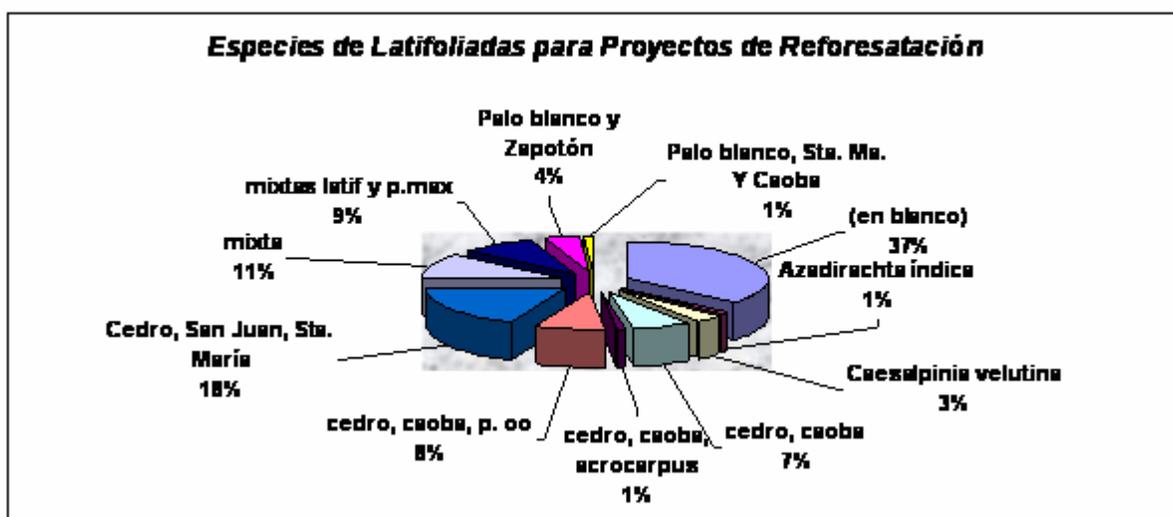


Figura III.55. Distribución de las especies de latifoliadas utilizadas en los proyectos de Reforestación PINFOR, según el área reforestada.

Cuadro III.56. Descripción de las especies latifoliadas utilizadas en los proyectos PINFOR de reforestación, subregión III-2 Zacapa.

Nombre Común	Código MiraSilv*	Especie	Total	No.
(en blanco)			193.78	5
Azadirachta indica	AZADID	<i>Azadirachta indica</i>	5.56	1
Caesalpinia velutina	CAESVE	<i>Caesalpinia velutina</i>	16.18	3
cedro, caoba	CEDLOD SWIEMA	<i>Cedrela odorata</i> , <i>Swietenia macrophylla</i>	36.19	2
cedro, caoba, acrocarpus	CEDLOD SWIEMA ACROFF	<i>Cedrela odorata</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Acrocarpus fraxinifolius</i>	6.45	1
cedro, caoba, p. oo	CEDLOD SWIEMA PINUOO	<i>Cedrela odorata</i> , <i>Swietenia macrophylla</i> y <i>Pinus oocarpa</i>	42.4	2
Cedro, San Juan, Sta. María	CEDLOD VOCHGU CALPBR	<i>Cedrela odorata</i> , <i>Vochysia guatemalensis</i> , <i>Calophyllum brasiliense</i>	98.49	1
mixta		<i>Latifoliadas varias</i>	60	1
mixtas latif y p.max	PINUMX	<i>Latifoliadas varias</i> y <i>Pinus maximinoii</i>	47.21	3
Palo blanco y Zapotón	CIBIDO	<i>Cibistax donnell-smithii</i>	20	2
Palo blanco, Sta. Ma. Y Caoba	CIBIDO VOCHGU SWIEMA	<i>Cibistax donnell-smithii</i> , <i>Vochysia</i> <i>guatemalensis</i> , <i>Swietenia</i> <i>macrophylla</i>	6.5	1
Total			532.76	22

Flores, A. 2006.

* Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos, Componente de Silvicultura, MiraSilv © 2003

Los proyectos incentivados de PINFOR por Manejo de Bosque Natural de Protección constituyen la mayor cantidad de área, pero por ser bosques están compuestos por una diversidad de especies, las cuales se definen mejor en un rango más amplio como lo serían latifoliadas y coníferas.

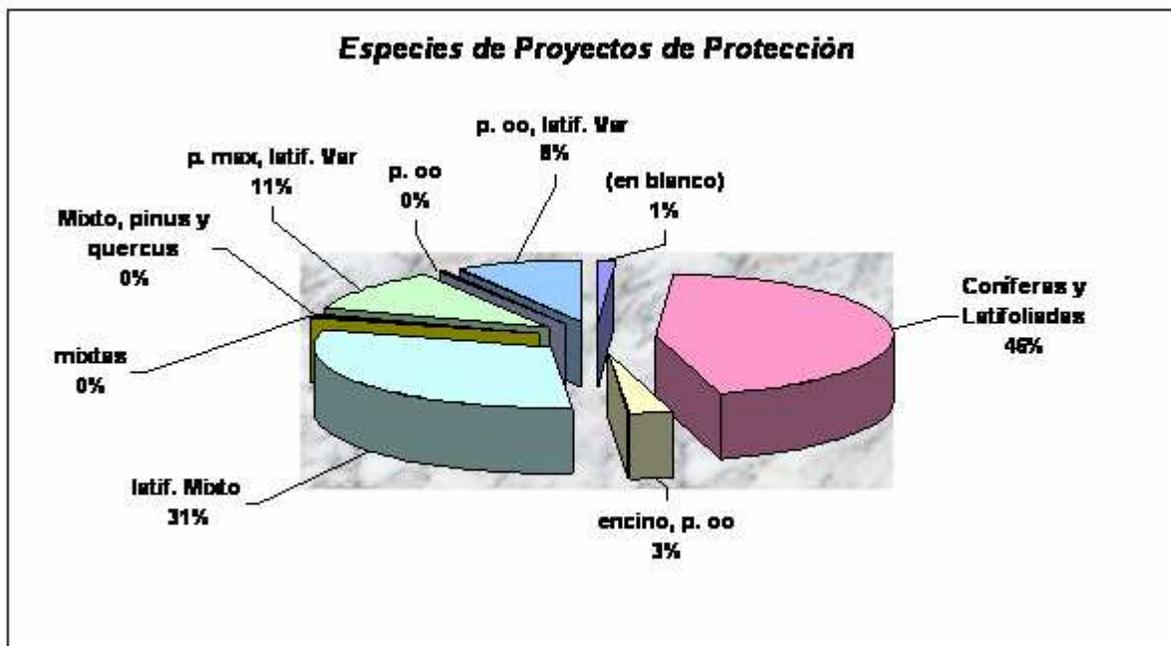


Figura III.56. Distribución de las principales especies utilizadas en los proyectos de Manejo de Bosques naturales de protección, subregión III-2 Zacapa.

Cuadro III.57. Descripción de las principales especies utilizadas en los proyectos de Manejo de Bosques Naturales de Protección, subregión III-2 Zacapa.

Abreviatura	Especies	Área (has)	No. de proyectos
(en blanco)		109.346	2
Coníferas y Latifoliadas	Coníferas y Latifoliadas	4215.67	2
encino, p. oo	Quercus sp., Pinus oocarpa	280.12	2
latif. Mixto	Latifoliadas	2919.06	12
mixtas	Coníferas y Latifoliadas	37.19	5
Mixto, pinus y quercus	Latifoliadas, Pinus sp., Quercus sp.	40	1
p. max, latif. Var	Latifoliadas, Pinus maximinoii	1029.75	13
p. oo	Pinus oocarpa	35.58	1
p. oo, latif. Var	Latifoliadas, Pinus oocarpa	804.21	12
Total general		9470.926	50

Flores, A. 2006.

3.3 CONCLUSIONES

El ingreso de proyectos PINFOR en la subregión III-2, Zacapa, ha aumentado paulatinamente, en el transcurso de los años. En el año 2003 ingresó la mayor cantidad de área con 5,824.75 has, representadas por 25 proyectos.

El número de proyectos incentivados en la subregión III-2 desde 1997 hasta el 2005 son 129, constituyendo un área de 11,559.98 Has. El año 2003 representa el año donde se encuentra la mayor cantidad de área incentivada con 5,334.11 Has., constituidas por 10 proyectos.

Del total de proyectos ingresados en la subregión III-2 hasta el 2005, los cuales constituyen 14,581.496 Has, sólo se incentivaron 11,559.98 Has., dentro de las principales causas por las cuales no se incentivan todos los proyectos ingresados, se debe a que los usuarios no entregan las enmiendas solicitadas por la subregión.

Hasta el 2005 se cuenta con 117 proyectos activos, de los 129 totales incentivados, sumando un área de 11,168.32 Has.

Los Proyectos activos que corresponden a Manejo de Bosques Naturales para Protección representan el 82% del área total de proyectos activos y lo conforman 43 proyectos. Y el 18% restante de área lo conforman los Proyectos de Reforestación, conformados por 73 proyectos.

La mayor cantidad de área incentivada de los proyectos PINFOR, en la subregión III-2, se encuentra en el municipio de La Unión con un 40% del área total incentivada, constituidas en 9 proyectos, le segunda el municipio de Gualán con una representación del 24% en área.

Las Municipalidades constituyen el tipo de propietario con mayor cantidad de área incentivada, con un 34% del total de área incentivada, distribuida en 6 proyectos, el segundo propietario con mayor cantidad de área lo representa la Empresa Privada, con un 30% de área, distribuida en 50 proyectos.

Las especies de coníferas son las de mayor uso para los proyectos de Reforestación en la subregión de Zacapa, dentro de las cuales se encuentran *Pinus maximinoii*, *Pinus oocarpa*, y *Pinus caribaea*, principalmente.

4. SERVICIO 2. CAPACITACIONES Y TALLERES

4.1 TALLER PARA USUARIOS DE PINFOR SOBRE EL MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES DE CONÍFERAS, PRÁCTICAS SILVICULTURALES INTERMEDIAS (PODAS Y RALEOS)

4.1.1 Problemática

Deficiencia de sustentos técnicos a la hora de planificar el establecimiento y manejo de plantaciones. Lo cual impide la aprobación de algunos de los proyectos al programa de incentivos, también es una fuerte causa para la cancelación de varios proyectos que ya han sido aprobados, y que más sin embargo no llenan los requerimientos necesarios para proseguir en el programa; ya sea, por el inadecuado manejo a las plantaciones, o en algunos casos, carencia del manejo mismo.

Una de las principales deficiencias observadas en las plantaciones incentivadas por el PINFOR lo constituye el inadecuado manejo de las mismas, debido al incorrecto concepto que se tiene acerca del PINFOR, donde el mismo no se contempla como un aliciente que contribuye a pagar los costos que generan el establecimiento y manejo de plantaciones forestales, que tienen el fin de proveer materia prima a la industria forestal, generando ingresos para el propietario de la plantación, sino como simplemente un pago de dinero en efectivo que se recibe por sembrar árboles a los cuales no conciben como una plantación y que necesita manejo.

Por los general se maneja el concepto de que una plantación generará ingresos en un futuro, ya que es madera de lo que está constituido, sin embargo se necesita la capacitación necesaria para percibir que si se quiere conseguir madera de buena calidad, la cual alcance buenos precios en el mercado y convierta rentable una plantación forestal, se necesita indiscutiblemente el MANEJO FORESTAL.

4.1.2 Objetivos

Promover el Manejo Forestal en Plantaciones Forestales Incentivadas con el PINFOR, las cuales se encuentran en estados críticos de desarrollo donde se vuelve indispensable la realización de prácticas silviculturales intermedias, específicamente podas y raleos.

Impulsar el Manejo Forestal en plantaciones forestales para alcanzar los objetivos finales de las plantaciones, los cuales son obtener madera para aserrío de buena calidad.

Realizar un taller de extensión, para usuarios de PINFOR, sobre manejo de plantaciones forestales de coníferas

4.1.3 Metodología

Establecer los usuarios de PINFOR que cuentan con plantaciones forestales de coníferas. Clasificarlos y organizarlos en los grupos de trabajo que se van a realizar.

Recopilar información necesaria, mediante revisión de literatura y asesoramiento del personal técnico de la subregión, del Proyecto de Investigación Forestal, Programa de Extensión Forestal y catedráticos de la universidad.

Convocar a los usuarios a un Taller de Extensión Forestal, consensuando el lugar y la fecha a realizarse la actividad.

Realizar la presentación respectiva.

Materiales

Equipo de multimedia: Computadora laptop, Cañonera y extensión.

Folletos de extensión

Literatura de referencia

Material didáctico

Sierras de arco

4.1.4 Resultados

La actividad se llevó a cabo con los socios de la Asociación de Desarrollo Integral de la Parte Alta de Zacapa, -ADIPAZ-.

ADIPAZ cuenta con varios proyectos dentro del PINFOR, tanto en Proyectos de Protección como de Reforestación, dentro de los proyectos de Reforestación con los cuales iniciaron en el

PINFOR, poseen 4 proyectos con un área total entre ellos de 192 hectáreas, esta asociación está conformada por un grupo de personas de las diferentes comunidades y aldeas que se encuentran ubicadas en la Parte Alta de Zacapa, por lo mismo cada proyecto incentivado beneficia a un grupo numeroso de personas de entre 20 a 25 usuarios por proyecto.

Cuadro III.58. Descripción de los beneficiados con el Taller de Manejo de Plantaciones Forestales en número de personas y área de incidencia .

Actividad	No. de personas participantes	Área de del total de proyectos Incentivados	Especies utilizadas en los proyectos
Taller de Manejo de Plantaciones de Coníferas	53	192 has.	<i>Pinus oocarpa</i>

4.1.5 Evaluación

La realización de este taller alcanzó los objetivos propuestos en lo que respecta a promover el Manejo Forestal en Plantaciones Forestales Incentivadas con el PINFOR, dentro del área de incidencia, pero cabe mencionar que se debe impulsar, y organizar a una mayor escala este tipo de actividades a efecto de abarcar a todos los usuarios de PINFOR, presentes y futuros.

Se trabajó en el área rural del municipio de Zacapa, sin embargo dentro de la subregión de Zacapa existen muchos más proyectos que cuentan con plantaciones de coníferas, sin embargo se les debe de dar priorización a los propietarios individuales del área rural, donde se encuentran los casos más evidentes de un deficiente manejo de las plantaciones, lo cual se vuelve indiscutible al visualizar las plantaciones años después de finalizar en el Programa de Incentivos Forestales, o en los últimos años de las certificaciones, cuando las plantaciones alcanzan estados de desarrollo donde se convierten necesarias las prácticas silvícolas intermedias, para alcanzar los objetivos propuestos de las plantaciones.

También cabe mencionar que el INAB cuenta con el Programa de Extensión Forestal, el cual tiene la labor de efectuar este tipo de actividades, y fue precisamente de este programa que se concibió apoyo logístico y técnico, para la realización de la actividad, por lo mismo es que debe

de proveérsele a este Programa de Extensión mayor apoyo para lograr así, contribuir eficazmente a los objetivos del PINFOR, debido a que es un conjunto de aspectos los que se deben de tomar en cuenta para que el PINFOR logre el impacto y los resultados esperados, en fin, que cumpla eficazmente con los objetivos por lo que fue creado.

4.2 CAPACITACIÓN DIRIGIDA A ESTUDIANTES DE PRIMARIA SOBRE LA IMPORTANCIA DEL BOSQUE

4.2.1 Problemática

La educación forestal se debe impartir desde todos los niveles para ir creando paulatinamente una cultura forestal, ya que debido a la carencia de la misma en el país, no contemplamos al bosque como una fuente de recursos renovables, el cual nos provee constantemente de alimentos, agua, productos maderables, medicinales, y oxígeno, entre otros, y que es indispensable para la vida misma y que precisamente tiene un valor incalculable para los guatemaltecos, ya que del mismo podemos obtener los recursos necesarios para elevar nuestros niveles de vida y a la vez conservar el bosque.

Por esto es importante impartir desde el inicio de la formación de la niñez guatemalteca los conocimientos básicos en lo que respecta a lo que consiste un bosque y la importancia del mismo, para que valoremos y cuidemos nuestros recursos forestales nacionales.

4.2.2 Objetivo

Impartir una plática con niños de primaria de la subregión III-2 sobre la importancia del Bosque.

4.2.3 Metodología

Recopilación de información

Elaboración de un documento de apoyo.

Coordinar con el colegio el día y lugar de la actividad

Elaboración de la presentación

Presentación de la plática con los alumnos de la institución.

Materiales

Computadora

Cañonera

Material de oficina.

4.2.4 Resultados

La actividad se llevó a cabo con los alumnos del colegio Oasis, ubicado en el municipio de Zacapa, departamento de Zacapa, y fue impartido a aproximadamente 30 estudiantes de entre 5 a 12 años de edad, para formar un solo grupo por el reducido número de alumnos por grado, se presentaron niños que cursaban preparatoria y primaria juntos. La capacitación se elaboró mediante una presentación interactiva para la cual se contó con el apoyo un técnico forestal de la subregión de Zacapa.

La información recopilada se presenta a continuación:

A. El Bosque

Un bosque está formado por árboles, que son plantas de tallo rígido y duro, es decir, leñoso. Los árboles hacen que su medio ambiente sea diferente a otros lugares, como la costa o el desierto. En el bosque también viven otras plantas y varios animales. Todos estos seres vivos, junto con los árboles, se **relacionan unos con otros**. Por ejemplo, los árboles altos dan sombra a las pequeñas plantas que no soportan el calor del sol. Así como los seres vivos del bosque se relacionan entre sí para darse **protección y refugio**, también se relacionan para **servir de alimento**.

Todos los seres vivos necesitan energía para vivir. Y para esto, se alimentan. La energía que obtenemos al alimentarnos es lo que nos permite realizar todas nuestras labores, Y a las plantas y animales, la energía les permite crecer o moverse, dar frutos o tener crías. En una palabra, vivir.

Las plantas verdes fabrican su propio alimento, a través de un trabajo llamado **fotosíntesis**. Para hacerlo, las plantas utilizan **agua** y un gas llamado **bióxido de carbono**, que encuentran en el medio ambiente. El agua la toman por las raíces y el bióxido de carbono por las hojas. Con todo esto, las plantas fabrican unas sustancias llamadas **azúcares**, que les sirven de alimento. Pero, para realizar este trabajo, necesitan de la **energía del sol**. (8)

Un lugar como el bosque, donde hay plantas y animales que se relacionan unos con otros y con el medio ambiente en el que viven, es un **ecosistema**. El bosque es diferente a otro ecosistema

porque en él abundan los árboles. Además, las otras plantas, los animales, el clima y el tipo de suelo de un bosque son diferentes a los que hay en otros ambientes. (8)

B. ¿Por qué es importante el bosque?

Desde que aparecieron los primeros hombres en el mundo, comenzaron a aprovechar los recursos naturales. Además, desde que inventaron el fuego, comenzaron a usar ramas y troncos secos para cocinar o calentarse. Poco después, también usaron la madera y las piedras para construir sus herramientas y sus casas. (8)

Asimismo, aprovechaban para su alimentación tanto los frutos silvestres que recolectaban en el bosque como algunas hierbas y raíces. Además, otras plantas las utilizaban como medicinas. Y como en el bosque siempre han vivido muchos animales, cazaban algunos para completar su alimentación.

En la actualidad, el bosque sigue siendo un ecosistema importante para todos. De él, continuamos aprovechando la **madera** de los árboles: hacemos leña, instrumentos musicales, muebles, barcos, y hasta papel. Pero no sólo continuamos aprovechando la madera de los árboles. También los **frutos**, la **resina** de los tallos, la cual sirve para hacer barnices, pinturas, y también algunas medicinas.

Cuando llueve, gran parte del agua que cae en el bosque se queda en el suelo por algún tiempo. Eso favorece a las plantas y a los animales que ahí viven. Después, como el suelo del bosque está cubierto por muchas hojas y restos de plantas, el agua de las lluvias pasa a través de esta cubierta. Se filtra como si pasara por una fina coladera, hasta que llega a depósitos subterráneos. Esta misma agua es la que la gente saca de los pozos y, así, la aprovecha. (8)

Como en el bosque hay muchos árboles, producen gran cantidad de **oxígeno**. Al tomar el bióxido de carbono y el agua para realizar la fotosíntesis, los árboles, como todas las plantas verdes, desechan un gas llamado oxígeno. Después, las mismas plantas, los animales y nosotros tomamos este oxígeno para respirar y desechamos bióxido de carbono. (8)

Además, los árboles de un bosque protegen a la tierra de la **erosión**. Si no existieran los árboles, como en muchos sitios donde han sido talados los bosques, el suelo sería arrastrado por la lluvia y el viento. Y sólo quedarían grandes zanjas y rocas descubiertas. La tierra arrastrada iría a parar al

fondo de los ríos, lagos y lagunas, que es a donde llega el agua de lluvia. Al juntarse ahí la tierra, es seguro que los seres vivos que habitan en el agua saldrían perjudicados. (8)

Los árboles también tienen que ver con el **clima**. El follaje de los árboles retiene la humedad del medio ambiente. Por eso, el bosque está siempre fresco. De otra manera, si se cortan muchos árboles, el sol calentará demasiado el suelo. Y el clima será seco y caluroso, como el de los desiertos.

C. IMPORTANCIA del Bosque:

Muchas criaturas vivientes dependen de los árboles por lo que, cuando desaparecen los árboles, igualmente desaparecen los animales (**biodiversidad disminuida**). Se pierden medicinas y materiales potencialmente valiosos, lo mismo que el agua y el aire limpios. Sufren las personas indígenas y, eventualmente, también las economías nacionales. El futuro de las personas y de los bosques está interconectado. (8). Los motivos por los cuales son importantes los bosques se describen a continuación:

- a. La tala total (= "tala rasa"), provoca la desfragmentación del bosque y conduce a la pérdida de **biodiversidad**. Otro resultado es la **degradación del suelo**, pero en algunas áreas los suelos pueden recuperarse luego de varios siglos mientras que la pérdida de diversidad genética es permanente. Mientras más fragmentado sea el bosque, más difícil se le hace a algunas especies para moverse entre una zona y otra.
- b. Los árboles también **almacenan agua** y luego la liberan hacia la atmósfera (este proceso es llamado **transpiración**). Este ciclo del agua es parte importante del ecosistema debido a que muchas plantas y animales dependen del agua que los árboles ayudan a almacenar. Cuando se cortan los árboles, nada puede retener el agua, lo que conduce a un clima más seco.
- c. **La humedad**, que se quedaría atrapada en forma subterránea si no fuera por los árboles, es liberada a través de sus hojas hacia el aire, donde luego se condensa formando nubes y cae de nuevo en forma de lluvia. Sin árboles que **distribuyan esta agua**, el **clima** en muchas regiones sería mucho más seco. Esta reserva subterránea y constante de agua es liberada lenta y gradualmente por los árboles, ayudando a evitar las inundaciones y sequías estacionales.
- d. **Los bosques filtran y limpian el agua**, amortiguan las lluvias fuertes que de otra manera erosionarían los suelos, y mantienen en su lugar los bancos de los ríos. El dosel del bosque

intercepta una gran parte de la precipitación que cae sobre él. De no ser así, esta lluvia caería directamente sobre el suelo, erosionándolo gradualmente.

- e. Los bosques actúan como "**esponjas**", **capaces de recoger y almacenar grandes cantidades del agua de lluvia**. Los suelos forestales absorben cuatro veces más agua de lluvia que los suelos cubiertos por pastos, y 18 veces más que el suelo desnudo.
- f. La pérdida de árboles también causa **erosión debido a que no hay raíces que retengan el suelo**, y las partículas de suelo entonces son arrastradas hacia los lagos y ríos, matando los animales en el agua.
- g. La deforestación lleva a un incremento del **dióxido de carbono (CO₂)** en el aire debido a que **los árboles vivos almacenan** dicho compuesto químico en sus fibras, pero cuando son cortados, el carbono es liberado de nuevo hacia la atmósfera. El CO₂ es uno de los principales gases "invernadero", por lo que el corte de árboles contribuye al peligro del cambio climático.
- h. Las zonas ribereñas (= hábitats que rodean los ríos, lagunas y otros cuerpos de agua) son especialmente sensibles a los efectos de la deforestación. Los caminos y las áreas limpias interceptan o desvían el flujo natural del agua, y pueden provocar inundaciones, deslizamientos de tierra y solvatación. Esto conduce a una pérdida en la calidad de agua y una pérdida de hábitat para los peces y de áreas de reproducción.
- i. Si un bosque se encuentra fragmentado, En lugar de distribuirse uniformemente por todo el suelo, el agua se acumula a la orilla del obstáculo o corre a lo largo de él, y pocos nutrientes de las partes altas llegan a los árboles localizados más abajo de la interrupción. El agua también puede transportar productos tóxicos y materiales de desecho aguas abajo. Los efectos de cualquier trastorno a lo largo de las corrientes localizadas en los bosques finalmente afectará a todos los hábitats encontrados entre su fuente y el océano

Los bosques dedicados a la silvicultura por "tala rasa" también eliminan las fuentes alternativas de ingresos, como el turismo por ejemplo.

4.2.5 Evaluación

La plática fue elaborada para estudiantes de primaria de tercero a sexto grado respectivamente, por lo que algunos conceptos y temas se tuvieron que abordar lo más general posible para hacerla comprensible a todo el grupo presente, más sin embargo lo recomendable es que se dirija a estudiantes de los grados mencionados anteriormente, ya que para ese tipo de nivel fue elaborada la presentación.

Es importante incentivar este tipo de actividades con más frecuencia, prestando los servicios y apoyo necesario a las instituciones educativas para así contribuir a la formación de una cultura forestal en nuestro país. Y cumplir así con uno de los objetivos planteados por el INAB en su plan estratégico, que es el de contribuir a formar una cultura forestal en la población guatemalteca, incorporando la temática forestal en los centros educativos.

4.3 CAPACITACIÓN Y PRÁCTICA DE CONOCIMIENTO Y UTILIZACIÓN DEL ARC-VIEW, DIRIGIDA A PERSONAL TÉCNICO DE LA SUBREGIÓN III-2

4.3.1 Problemática

El manejo de la información de áreas reforestadas, áreas protegidas, especies utilizadas, etc. es difícil de manejar ya que se va acumulando paulatinamente dentro de cada subregión del INAB, toda esta información es de importancia para el INAB, ya que corresponde a los registros del impacto que la institución ha tenido en el campo forestal nacional, por lo que para poder manejarla e interpretarla se necesita de un programa que permita ejecutar estas acciones.

La utilización de Sistemas de Información Geográfica permite realizar todo tipo de acciones respectiva a áreas ubicándolas geográficamente, de una manera fácil y eficiente, por lo que el manejo de este tipo de programas ayudaría a organizar y analizar la información que se maneja en la subregión III-2.

4.3.2 Objetivo

Desarrollar un taller sobre introducción a los sistemas de Información Geográfica a técnicos de la Subregión III-2, Zacapa.

4.3.3 Metodología

Coordinar lugar y fecha de la actividad.

Presentación y práctica del Programa Arc-View

Materiales

Computador

Cañonera

4.3.4 Resultados

El taller fue impartido a 2 técnicos de la subregión de Zacapa, director técnico de la región III, y director subregional III-2. En el cual se dio una explicación de introducción a los Sistemas de Información Geográfica y se procedió a realizar una práctica con el programa Arc-View.

4.3.5 Evaluación

El desarrollo de esta actividad contribuyó a que el equipo técnico de la subregión se inicie en la utilización del Arc-View, y comience a manejar los datos de la subregión en este programa.

Sin embargo es necesario contar con el equipo necesario para que este programa pueda ser implementado como el nuevo software para manejo de la información, ya que el equipo multimedia con el que cuentan los técnicos no es el adecuado para poder implementar este programa.

5. SERVICIO 3. ELABORACIÓN DE UN FOLLETO SOBRE MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES DE CONÍFERAS, IMPLEMENTACIÓN DE PRÁCTICAS SILVICULTURALES INTERMEDIAS, PARA EXTENSIÓN A USUARIOS DE PINFOR

5.1 Problemática

Uno de los propósitos del Estado en incentivar la reforestación es el de asegurar el abastecimiento de madera para aserrío de buena calidad a la industria forestal y contribuir en el desarrollo de la población, en vista del rápido agotamiento de los bosques naturales del país.

Los usuarios de PINFOR deben contar con un documento de apoyo técnico básico, para la elaboración de sus planes de manejo, en el cual se contemplen las actividades elementales que se deben de realizar, para llenar los requerimientos básicos que exige el PINFOR.

Se debe de proporcionar información actualizada sobre el manejo de plantaciones forestales de coníferas, para que sea tomada en cuenta al momento de realizar el Plan de Manejo de la Plantación, y principalmente que las prácticas silviculturales sean ejecutadas en el momento preciso en que lo necesitan las plantaciones. Pudiendo así convertir este material de extensión en una guía práctica para los usuarios. Debido a los múltiples problemas que se han evidenciado en el campo, por insuficiencia de criterios y bases técnicas.

5.2 Objetivo

Extender al usuario la información necesaria para planificar adecuadamente el Manejo de las plantaciones forestales de coníferas, en lo que respecta a la aplicación de las prácticas silviculturales intermedias.

5.3 Metodología

Revisión y recopilación de literatura.

Asesoramiento por parte del programa de Extensión Forestal e Investigación Forestal.

Realización de folletos de extensión.

Revisión del documento.

Reproducción del documento por parte de la Facultad de Agronomía.

Materiales

Literatura de referencia

Computadora

Material de oficina

5.4 Resultados

Se realizó la edición y reproducción de 75 manuales de extensión titulados. **“Manejo de Plantaciones Forestales, Prácticas Silviculturales Intermedias, Podas y Raleos de Plantaciones de Coníferas”** en el cual se obtuvo el apoyo del Programa de Extensión Forestal – INAB-, Investigación Forestal –INAB- y de la Facultad de Agronomía –FAUSAC-.

De estos manuales 53 fueron repartidos en el Taller de Manejo de Plantaciones Forestales de Coníferas impartido a los socios de ADIPAZ, 15 a la FAUSAC, 3 quedaron en la subregión III-2 de Zacapa y 4 en la Región III, Nor-oriente, como se puede ver en el cuadro III.26.

Cuadro III.59. . Repartición de los manuales de Manejo de Plantaciones Forestales de Coníferas, elaborados dentro de la práctica

	Taller con ADIPAZ	FAUSAC	Subregión III-2 Zacapa	Región III Nor-oriente	Total
No. de manuales	53	15	3	4	75

El documento elaborado se realizó gracias al apoyo de la Facultad de Agronomía y el INAB, se editó en tamaño media carta y cuenta con la siguiente información:

**MANEJO DE PLANTACIONES FORESTALES
PRÁCTICAS SILVICULTURALES INTERMEDIAS
PODAS Y RALEOS EN PLANTACIONES DE CONÍFERAS**

**PRINCIPIOS BÁSICOS PARA LA APLICACIÓN DE PODAS Y RALEOS
APOYO TÉCNICO A USUARIOS DEL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES -PINFOR-**

5.4.1 INTRODUCCIÓN

A partir del inicio del Programa de Reforestación por Incentivos Fiscales –PRIF-, en 1976, y posteriormente del Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-, en 1997, uno de los propósitos del Estado, en incentivar la reforestación es el de asegurar el abastecimiento de madera para aserrío de buena calidad a la industria forestal y contribuir en el desarrollo de la población, en vista del rápido agotamiento de los bosques naturales del país.

De acuerdo a la Política Forestal de Guatemala, se pretende incrementar los beneficios socioeconómicos de los bienes y servicios derivados de los ecosistemas forestales, para lo cual se han establecido áreas de acción, estrategias e instrumentos de política a efecto de alcanzar los objetivos deseados.

Entre las estrategias enunciadas se tiene la de incorporar sistemáticamente prácticas silviculturales para aumentar la calidad de madera, tales como las podas y raleos.

5.4.2 CONCEPTOS BÁSICOS

A. MANEJO FORESTAL

Se refiere a la adecuada administración de un bosque con el fin de optimizar todos aquellos aspectos que permitirán el logro de los objetivos definidos para él. Para este fin se hace valer la aplicación de prácticas silviculturales.

Otros conceptos:

Aprovechamiento sostenible de los productos deseados y de los servicios ambientales que provee el bosque sin reducir su productividad futura.

Planificación y ejecución del aprovechamiento, recuperación y protección del bosque.

En la práctica el Manejo Forestal viene a constituirse en una secuencia de toma de decisiones por parte del administrador forestal.

B. SILVICULTURA

Disciplina que proporciona las técnicas y herramientas necesarias para administrar y controlar la composición, estructura y crecimiento del bosque.

C. PRACTICAS SILVICULTURALES

Todas aquellas requeridas para la siembra, mantenimiento, renovación o erradicación de los árboles. Estas incluyen actividades tales como la renovación, tala, poda, reposición, trasplante, reubicación, raleo o tratamientos químicos o biológicos de especies (incluyendo el fitosanitario, la fertilización y similares).(2)

Dentro de las prácticas silviculturales más comunes, podemos destacar las **podas**, y los **raleos**.

5.4.3 PLANTEAMIENTO DE LOS OBJETIVOS DE LA PLANTACIÓN

Los objetivos de una plantación están intrínsecamente ligados al manejo que debe dársele a la misma.

Los productos esperados en la ejecución de una plantación forestal con fines comerciales incluyen, entre otros, madera para aserrío, pulpa, leña o postes. Estos se convierten en sí en los objetivos de la plantación, **“El Producto Final que se espera de ella”** Cuando el objetivo de una plantación es la producción de madera para aserrío, el manejo resulta indispensable.

Logrado el establecimiento de la masa forestal la silvicultura define actividades orientadas a guiar el crecimiento y desarrollo de las mismas, con base a los objetivos predeterminados. Para este fin se implementan los tratamientos silviculturales denominados intermedios, los cuales son Podas y Raleos.(1)

5.4.4 PODAS Y RALEOS

Las podas y raleos, en plantaciones forestales, son consideradas como actividades importantes en el éxito de este sistema productivo, se consideran como “Tratamientos Silviculturales Intermedios”, debido a que se llevan a cabo en la fase intermedia del cultivo de los árboles.

Según Vaides, 2005 (11), Uno de los objetivos de la ejecución de los tratamientos silviculturales intermedios, es la disminución de riesgos en las plantaciones, principalmente los siguientes:

Riesgos de manejo,
Riesgos biológicos,
Riesgos físicos y
Riesgos de mercado.

A. Riesgos de manejo: Estos se refieren principalmente a la planificación de la plantación, tomando en cuenta la necesidad que estas dos prácticas (podas y raleos) deben de efectuarse de manera paralela. Además es importante mencionar que, postergar la ejecución de un raleo, demoraría y reduciría el desarrollo de los árboles de mejor calidad, debido a que el crecimiento es compartido de igual manera con árboles no deseados dentro de la plantación.

B. Riesgos biológicos: Dentro de estos riesgos, los más importantes son al momento de no ejecutarlos a tiempo, postergando el turno o el período de aprovechamiento de la plantación, obteniendo árboles con tamaños comerciales a mayor tiempo. Algo importante es también que la falta de estas prácticas, conlleva a que las plantaciones se vuelven más susceptibles a presencia de plagas y enfermedades.

También se puede agregar que en plantaciones con falta de raleos existe una mayor recesión de copas, entendiéndose esto, como la muerte de las ramas basales de la copa, y por consiguiente, disminuyendo el área foliar, encargada de la alimentación de los árboles.

C. Riesgos físicos: Estos hacen referencia, principalmente, al período no adecuado de ejecución de los raleos, principalmente si estos se hacen demasiado tarde, donde se tienen árboles demasiados delgados, que al momento de ser entresacados, los remanentes se vuelven susceptibles a ser derribados por el viento.

También existe mucho material combustible en la parte baja y media del piso del bosque, conformado por las ramas basales que se secan de la copa, lo cual los hace muy susceptibles a los incendios de copa.

D. Riesgos económicos: Lo principal de resaltar, es que en una plantación sin manejo, los productos que se obtienen son de mala calidad, primero por falta de raleo son de dimensiones pequeñas, debido a la competencia que hay por agua y nutrientes en el suelo y segundo estos productos se alcanzan a mayor tiempo, sin que exista una selección de individuos remanentes.

Por otra parte la madera es de mala calidad, por que al no efectuar las podas, quedan dentro de la madera los denominados nudos muertos, que son variables que disminuyen la calidad no solo visual, sino por la pérdida en calidad de sus propiedades mecánicas y físicas, en los productos finales obtenidos.

A consecuencia de lo anterior se logran productos de bajo precio en los mercados, y productos de baja calidad como lo son leña, postes, madera aserrada, entre algunos pocos.

5.4.5 RALEO

Es una práctica silvicultural, que consiste en reducir el número de árboles en una plantación forestal, con el objetivo de concentrar el mayor crecimiento en los mejores individuos, los cuales no presentan defectos de forma, enfermedades, crecimientos bajos, entre otros.

La cantidad de raleos que se lleven a cabo en una plantación dependerá del objetivo final de esta, basados en el tipo de producto a obtener. Como ejemplo podemos mencionar, si nuestro objetivo es la producción de biomasa, requeriremos de pocos raleos, por que lo que necesitamos es cantidad de volumen sin ninguna dimensión prevista.

Por el contrario si necesitamos producir madera de calidad, tendremos que programar un número de raleos que nos permita llegar a la corta final, con el número ideal de árboles, con las dimensiones necesaria para la producción. En algunos casos para la producción de madera, se recomienda dejar en buenos sitios, hasta un máximo de 250 árboles por hectárea en la cosecha final.

Nos podemos hacer una pregunta: ¿Porque es necesario realizar el raleo de plantaciones forestales destinadas a producir madera para aserrío?

La decisión a la hora de definir los raleos se fundamenta en que un sitio forestal tiene la capacidad de soportar cierta cantidad de árboles o cierta cantidad de volumen. Por esto hay que tomar la decisión en producir una gran cantidad de árboles de diámetros pequeños o unos pocos árboles de diámetros grandes.

Cuando tenemos a una gran cantidad de árboles conviviendo en un pequeño espacio, tenemos como resultado árboles de diámetros pequeños, no deseables para la producción de madera, debido a que todos están compartiendo el mismo alimento presente en el suelo, la misma cantidad de agua en el suelo y en la atmósfera y casi la misma cantidad de luz y oxígeno del ambiente.

En una plantación bien manejada, se designa eliminar individuos no deseados, dejando únicamente árboles que se desarrollan bien, con diámetros grandes y que son ideales para la industria de aserrío.

Es importante mencionar que los árboles con mejor crecimiento, requieren de copas medianas o grandes, que les permite tener el suficiente follaje para obtener su energía y por ende su alimento. En plantaciones no raleadas, las copas se reducen por el espacio, teniendo como resultado árboles con copas pequeñas, donde la cantidad de follaje es pequeña que no permite una adecuada absorción de energía y alimento.

El raleo es importante de efectuarlo, debido a la gran variabilidad genética de los árboles plantados, que presentan características como:

Ejes dobles: esto es común y estos árboles son no deseables por que el crecimiento esta compartido en más de un eje, por lo que tendrán los fustes dimensiones pequeñas, a estos árboles se les conoce como bifurcados cuando tienen dos ejes.

Cola de zorro: se le conoce a esto cuando el eje principal muestra una dominancia apical en el crecimiento primario, conocidas también como elongaciones escapadas del fuste. El producto de estos individuos no es deseable, debido a que presenta características físicas y mecánicas no adecuadas para la industria, disminuyendo la calidad de la madera, por la poca densidad obtenida, en los productos de estos árboles.

Ejes deformados: se refiere a árboles con ejes torcidos, sinuosos o con otro defecto que disminuye la calidad del producto final, debido a que el rendimiento en la producción de madera es pequeño, además de que se pueden ver afectadas algunas propiedades físicas y mecánicas de la madera.

Árboles suprimidos: estos individuos son los que presentan los crecimientos mas bajos y no son deseables, por que alcanzarán las dimensiones deseables a un mayor tiempo

Árboles plagados o enfermos: estos árboles deben de eliminarse de la plantación, debido a que los individuos mas débiles son los primeros en sufrir daños y pueden ser un foco o punto de partida para la propagación de una plaga o enfermedad dentro de la plantación, lo que redundaría en la perdida total de esta.

A. CUANDO Y CON QUÉ INTENSIDAD HAY QUE EFECTUAR EL RALEO:

Es importante mencionar que en esta parte no se puede dejar definidos en que año se debe de efectuar un raleo, debido a que esto depende de la calidad de sitio donde este plantada la reforestación y la especie que se esta trabajando.

Por este motivo es mejor definir el raleo cuando se alcanzan algunos estándares en algunas variables. Como la altura, es la variable, que menos se ve influenciada por el manejo de las plantaciones, es un buen parámetro para predecir cuando ralear.

Algunas experiencias exitosas mencionan dos momentos oportunos para efectuar el primer raleo en plantaciones forestales:

1. En plantaciones que se establecieron inicialmente, a un distanciamiento de (2 x 2) metros (2500árboles/hectárea) se recomienda ralear el 50% de los árboles, cuando la plantación alcance unos 4 a 5 metros de altura total promedio.
2. en plantaciones que se establecieron inicialmente, a un distanciamiento de (3 x 3) metros (1111árboles/hectárea) se recomienda ralear el 50% de la plantación, cuando la plantación alcance los 6 a 8 metros de altura total promedio.

B. CÓMO SE MARCAN LOS ÁRBOLES EN EL PRIMER RALEO:

Es importante marcar los árboles a eliminar del primer raleo en una plantación, con la finalidad de que exista una buena práctica en la tumba de los mismos, por los operarios de la corta de los mismos.

Esta marca en los árboles debe de estar clara y bien definida por los operarios, con la finalidad que no confundan la misma con los árboles que hay que dejar. Esto debido a que se han encontrado casos donde las personas que ejecutan la corta, son ajenas a la finca y están interesados en obtener madera de buenas dimensiones, cortando a propósito, por lo regular, árboles que deben quedar para el futuro de la plantación.

La metodología de cómo iniciar el marcado en una plantación con distribución regular, se muestra en la figura III.19.

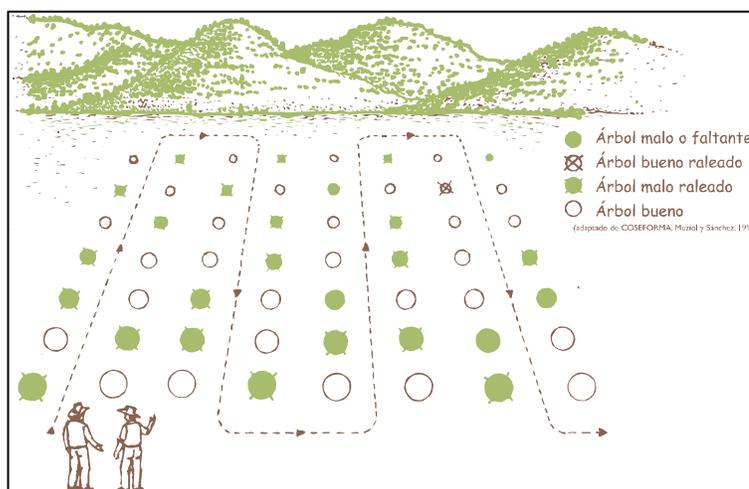


Figura III.57. Diagrama de la forma de marcar el raleo en una plantación forestal. (1)

Como primer paso, hay que ubicarse en una esquina de la plantación, entre las dos primeras hileras de árboles. La persona encargada del marcado se coloca entre el primer cuadro de árboles, conocida como caja de cuatro árboles, eligiendo los dos peores individuos para ser marcados.

La selección de los árboles para ser marcados, se recomienda que lleven la siguiente prioridad:

1. Estado fitosanitario: se eliminan aquellos árboles que tengan problemas de plagas, enfermedades, cola de zorro, descopado por el viento o descortezado por roedores. Esto

debido a que es uno de los problemas mas graves de una plantación y puede ser el inicio de la pérdida total de esta.

2. Rectitud del tronco: si no tuviéramos árboles enfermos o plagados, dentro de los cuatro a elegir, tendríamos que definir, como siguiente criterio, los árboles torcidos o bifurcados, o que presenten cualquier otra deformación que disminuya la calidad general de la plantación.
3. Diámetro: si dentro de los cuatro árboles, no tuviéramos, árboles enfermos, ni mal conformados, la decisión va dirigida a favorecer los árboles de mayor diámetro, marcando los más pequeños del cuadro.
4. Altura: Si hubiera que elegir entre dos árboles de buena forma y similar diámetro, se deja el árbol más alto, debido a su potencial y a la ubicación que este tiene en el dosel general de la plantación.
5. Es importante hacer la aclaración de que los árboles muertos o faltantes se consideran raleados.

Después de marcar los dos árboles a extraer del primer cuadro, avanzar al siguiente y efectuar el mismo proceso del cuadro anterior.

Para esta elección hay que tomar en consideración estas experiencias de algunos silvicultores a la hora de la selección de árboles a ralear.

“Si los árboles de una pareja son muy buenos se pueden dejar los dos, siempre y cuando se marquen los dos árboles siguientes para ser cortados. En igual forma, si los árboles de una pareja son muy malos, se pueden eliminar los dos, si se deja la pareja siguiente. Este sistema permite una reducción adecuada de la densidad y favorece una buena distribución de los árboles después del raleo”.(11)

5.4.6 PODA

Es una práctica silvicultural intermedia, que consiste en la eliminación de cierto número de ramas en los árboles, con el propósito de producir madera limpia. Cuando hablamos de madera limpia, se hace referencia a madera libre de nudos, para que el producto final tenga una mejor calidad.(2)

A. ¿Por qué es necesario podar los árboles destinados a la producción de madera de buena calidad?

Mientras persistan las ramas en el tronco de un árbol, la madera producida va a tener nudos. Los nudos constituyen uno de los defectos más comunes y su presencia disminuye la calidad y el valor de la madera. En coníferas, principalmente, esto reduce el valor de la madera en el mercado, debido a que los nudos alteran algunas características físicas y mecánicas de la madera que la hacen disminuir en calidad para algunos usos.

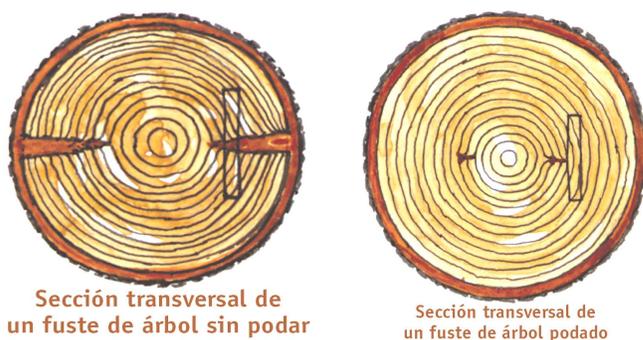


Figura III.58. Corte transversal de dos troncos de árboles, el primero sin podar y el segundo con podar.

(1)

En la figura III.20 se aprecia el daño que hace un nudo al producto final, identificado con el trazo de una supuesta pieza de madera en la parte derecha de la troza.

B. ¿Cuándo se realiza la primera poda de los árboles?

Como regla general se recomienda efectuar la primera poda, en coníferas, después de efectuar el primer raleo, aunque esto depende del crecimiento que tengan las ramas, en el fuste.

Mientras más grandes y gruesas sean las ramas, más trabajo lleva cortarlas, además que dejan una marca más grande dentro del tronco. Además, de acuerdo a las experiencias en el norte del país, los cortes realizados para eliminar ramas más grandes, toman mas tiempo para cicatrizar o curarse, causando generalmente algunas deformaciones en el fuste principal.

C. ¿A qué altura del árbol se recomienda hacer la poda?

Para que un árbol no disminuya en gran cantidad la copa, se recomienda que la poda no exceda las dos terceras partes de la altura total del árbol. Por regla general sería ideal que el árbol se podara hasta la mitad de su altura total, con la finalidad de mantener un equilibrio en el anclaje del árbol, además de dejar el suficiente material vegetativo, para la absorción de energía para su alimentación. En la figura 21 se muestra un diagrama de una poda ideal.

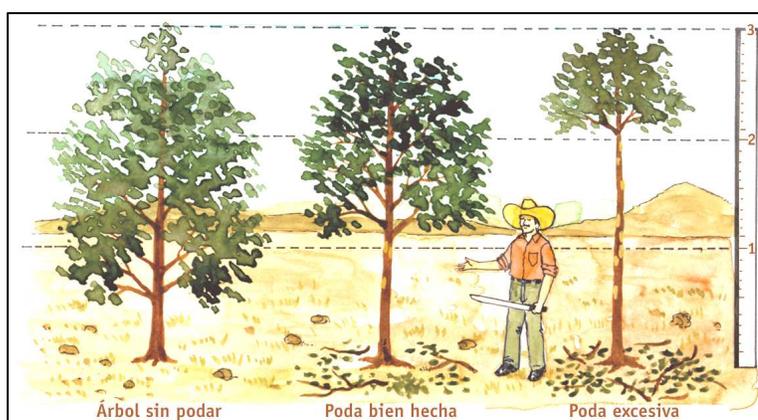


Figura III.59. Altura de poda en un árbol. (1)

D. ¿Cómo hacer el corte de las ramas?

Las ramas se deben de cortar al ras del fuste, sin causar ningún daño a la corteza del árbol, con el fin de que esta cicatriz sea fácil de sanar. Los daños que pudieran producirse, en el fuste del árbol, lo debilitan y pueden hacerlo mas susceptible al ataque de hongos, que luego pueden pudrir la madera. Esto se puede ver de manera gráfica en la figura III.22.

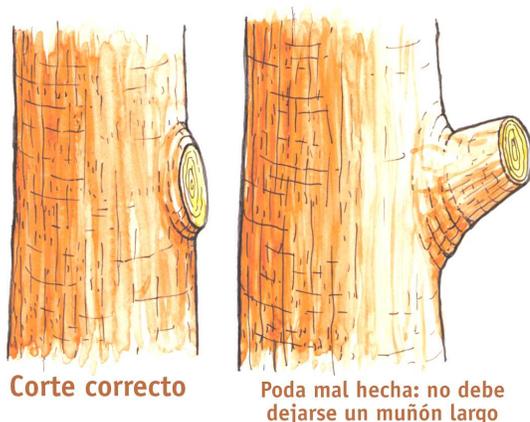


Figura III.60. Diagrama de un corte ideal y un corte mal hecho, en una poda de un árbol. (1)

Además es importante que el corte sea liso y no tenga ninguna irregularidad, que pudiera provocar la acumulación de agua y permitir un ambiente propicio para la proliferación de hongos o el ingreso de alguna plaga al fuste del árbol. (Figura III.23)

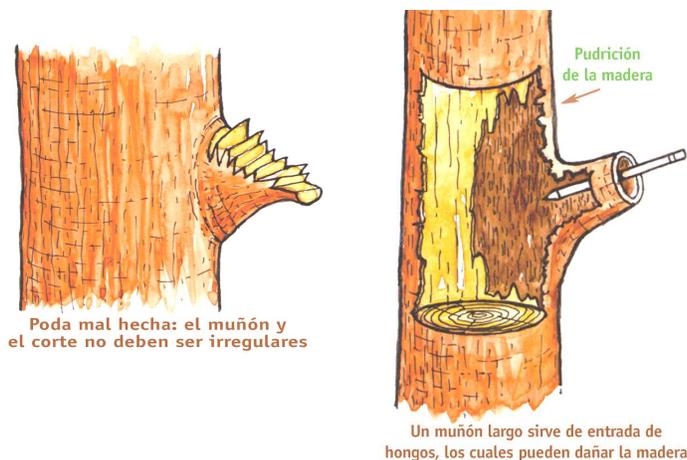


Figura III.61. Tipo de corte ideal en la poda de un árbol. (1)

Las herramientas mas utilizadas para efectuar la poda son:

- La sierra cola de zorro
- La sierra de arco
- El machete

En algunas situaciones se efectúan podas con motosierra, debido a la gran dimensión de las ramas, pero estos casos no se deberían de dar, debido a que con estas dimensiones de las ramas, ya quedó marcado el crecimiento de la rama dentro del fuste del árbol.

E. Poda con sierra

La podas de ramas de hasta 4 ó 5 cm. de diámetro se puede realizar con serrucho, en un solo trazo. Lo importante es evitar que la corteza se raje cuando las ramas caigan. Esta poda es la ideal y la que se debería de ejecutar, con el fin de lograr la menor cantidad de daños al fuste del árbol, como se observa en la figura a la par.

F. Poda con machete

Esta se realiza con dos cortes.

1. El primero se hace de abajo hacia arriba. Este corte previene la rajadura de la corteza cuando cae la rama.
2. El segundo, se hace de arriba hacia abajo, para dejar un corte liso y a ras del fuste.

En la poda con machete, es importante tomar en cuenta que la herramienta se encuentre bien afilada y limpia, para que no cause daños, ni sea un vector transmisor de alguna enfermedad. Algunos de estos daños causados al árbol los podemos observar en la figura 24.

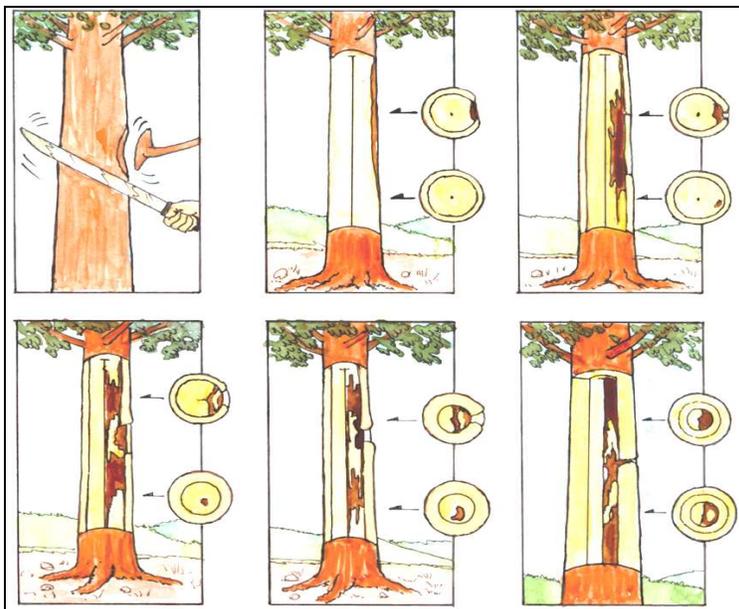


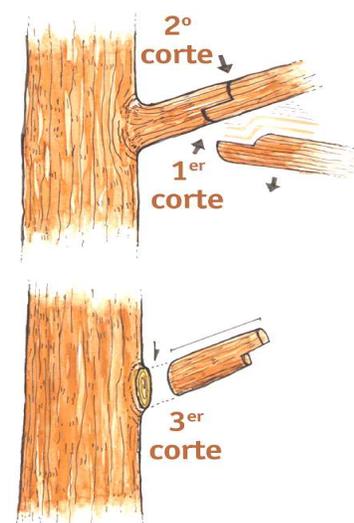
Figura III.62. Daños causados al árbol posterior a una poda con machete mal efectuada. (1)

Cuando una poda se efectúa fuera de tiempo, por diversos factores, se presentan ramas grandes y gruesas, las cuales, a la hora de podar, necesitan un tratamiento diferente, debido a que estas son más pesadas y pueden causar rotura de la corteza en la parte inferior. El corte idealizado para este tipo de ramas se muestra en la figura a continuación.

G. Poda de ramas gruesas

Es importante eliminar la parte más pesada de la rama del árbol, cortando primero a unos 20 cm. del fuste, luego se realiza un tercer corte cerca del fuste.

La poda de ramas grandes debe realizarse con tres cortes, para evitar daños en la corteza del árbol, en la parte inferior a la rama.



REFLEXIÓN FINAL:

“Las practicas silviculturales intermedias, principalmente la poda y el raleo, son esenciales para el éxito de una plantación con fines de producción de materia prima para la industria, debido a que con estas se obtienen productos de calidad en el termino de la cosecha final”. (11)

5.5 Evaluación

La actividad de elaborar un manual de extensión al usuario se llevo conjuntamente con la realización del taller de Manejo de Plantaciones Forestales de Coníferas, por lo mismo la mayor parte de los manuales fue distribuidas entre los participantes del taller, para así complementar la información impartida en el mismo.

Una de las principales limitantes para reproducir más documentos fue el tiempo y el presupuesto, más sin embargo para llegar a lograr el objetivo planificado con este servicio es evidente la reproducción de un mayor número de documentos y distribuirlos entre los usuarios del PINFOR que cuenten con proyectos de reforestación de coníferas. Este seguimiento quedará por iniciativa del INAB para lograr así proveer de un apoyo a los usuarios del PINFOR.

Este manual también puede ser un pequeño documento de apoyo para estudiantes del área forestal, ya que contempla en un sentido práctico alguna de las prácticas silviculturales intermedias (podas y raleos), que se le deben de aplicar a las plantaciones forestales, teniendo en cuenta intensidad y época adecuada para llevarlas a cabo.

6. SERVICIO 4. APOYO EN LAS ACTIVIDADES REALIZADAS EN EL PLAN OPERATIVO ANUAL DE LA SUB-REGIÓN

6.1 Problemática

Las diferentes actividades que se llevan a cabo dentro de las subregiones III-1 y III-2 del INAB, contemplan desde inscripción de motosierras hasta certificaciones de proyectos para ser incentivados por el PINFOR, y debido a la creciente actividad forestal en la región el trabajo se ha incrementado considerablemente, por lo que el apoyo técnico y logístico se hace necesario para completar eficazmente todas las atribuciones de las que está encargado el INAB.

6.2 Objetivo

Apoyar en las actividades establecidas en el Plan Operativo Anual de la Subregión III-1 Y III-2, Izabal y Zacapa, respectivamente.

6.3 Metodología

Coordinar con los técnicos del Instituto las visitas de campo.

Toma de datos; área, altura, diámetro, fitosanidad, etc, según sea el caso.

Materiales

Cinta métrica

Hipsómetro

Libreta de Apuntes

GPS

6.4 Resultados

Dentro de las actividades que se pueden contabilizar podemos resumir las que se presentan en el cuadro III.27, en todas estas actividades el servicio corresponde a un apoyo para los técnicos para poder llevarlas a cabo, en las visitas de campo realizadas a los proyectos PINFOR el apoyo podía consistir en el levantamiento de parcelas, en la medición del área o en ambas, en la elaboración de los mapas de los proyectos visitados se levantaron datos propios así como los de los técnicos.

En el cuadro III.27 no se toman en cuenta algunas actividades de apoyo que se realizaron en la subregión de Zacapa, como lo son el apoyo en la oficina de la subregión para, Inscripción de

Motosierras, Ingreso de papelería para Consumos familiares, Venta de Notas de Envío, Elaboración de un Plano habitacional para la región, y atención al público para proporcionar información acerca de PINFOR, actividades forestales, información forestal, y consultas generales por parte de estudiantes.

Cuadro III.60. Contabilización de las actividades realizadas dentro del Ejercicio Profesional Supervisado, como apoyo al POA de las subregiones de Izabal y Zacapa del INAB.

Actividad	Subregión	Subregión
	III-1 Izabal	III-2 Zacapa
Apoyo en la Fiscalización de Industrias forestales	1	
Avalúo de denuncias	2	
Medición de parcelas permanentes de muestreo	3	
Verificación de licencia para Consumo Familiar	1	3
Evaluación para Aprobación de Proyecto PINFOR de Protección	2	1
Remediación de Proyectos PINFOR de reforestación	1	19
Evaluaciones de Compromisos de reforestación		8
Elaboración de mapas del área reforestada de los proyectos PINFOR reforestados		Del 1 al 28

6.5 Evaluación

El apoyo a las actividades del Plan Operativo Anual de las subregiones se cumplió dentro de los límites de tiempo que se tenían previstos para el apoyo de las mismas, aunque cabe mencionar que la cantidad de trabajo existente es elevada y el equipo técnico presente no se da ha basto para llevarlo a cabo, no obstante el apoyo generado recientemente a finales de la realización de este EPS, por parte del INAB para cada subregión es de gran importancia al contratar más técnicos para apoyar las actividades de PINFOR principalmente.

Al llevar a cabo todas estas actividades mencionadas anteriormente, es importante mencionar que las visitas de campo se deben de coordinar a tiempo con los usuarios de los proyectos y concretarlas bien, para aclarar las actividades que se llevaran a cabo, como; reconocimiento del terreno, medición del área, levantamiento de parcelas. Para que no hallan imprevistos, como llegadas tarde, falta de personal de campo, proyectos sin prácticas de limpias en los que no se puede ingresar, etc.

7. SERVICIO 5. GENERACIÓN DE UNA BASE DE DATOS DIGITAL SOBRE LOS PROYECTOS DEL PINFOR DE LA SUBREGIÓN III-2, UTILIZANDO ARC VIEW

7.1 Problemática

Es de carácter urgente la actualización del sistema del manejo de la información, para convertir este proceso más eficiente y completo. Donde se contemple la creación de una base de datos digital, que permita el fácil manejo de los datos y establezca las características principales de los proyectos. Ya que se vuelve elemental manejar la información forestal que se crea al momento de que los proyectos ingresan al PINFOR, para llevar así un registro de la cobertura nacional forestal, contemplando; cantidad, tipo de cobertura, calidad de las plantaciones, y edad de las mismas. Al contar con información más específica se pueden realizar análisis más precisos acerca de la situación forestal nacional.

7.2 Objetivo

Generar una base de datos digital sobre PINFOR, en la cual se contengan datos georeferenciados de los proyectos y se establezcan sus características básicas.

7.3 Metodología

Revisión de los expedientes existentes en los archivos del PINFOR de la Subregión III-2, Zacapa.

Ingreso y edición de base de datos digital de PINFOR.

Ingresar la información completa y actualizada al Software Arc View.

Materiales

Informes de los Proyectos PINFOR

Software Arc View

Computador

7.4 Resultados

Cuadro III.61. Listado de Proyectos del PINFOR de la Subregión III-2, Zacapa, con sus respectivas coordenadas geográficas (Datum WGS 84)

No.	No. de Expediente	PROPIETARIO	NOMBRE FINCA	TIPO	Área	Y	X
1	III-2-0001-R-97	Sociedad Agrícola Guatemalteca, Representaciones y otros, S.A.	Motagua	R	5.56	15.0356	-89.5800
2	III-2-0002-R-97	Municipalidad de Huité	Sitio de Huite, Potrero de Huité y Piñuelas	R	6.69	14.9011	-89.6922
3	III-2-0003-R-97	Waldemar Lorenzana	La Calera	R	7.34	14.9333	-89.6961
4	III-2-0001-R-98	Agropecuaria El Capucal, S.A.	Excesos y El	R	18.40	15.0628	-89.2650
5	III-2-0002-R-98	Juan Iten Borner	La Joya	R	3.81	15.1164	-89.2350
6	III-2-0004-R-98	Elfido Mario Alvarez Vasquez	Ojo de Agua	R	2.15	14.9357	-89.6914
7	DSR--III-2-001-MBNP-99	Arturo, Amanda y Ernesto López y López.	El Platanillo	Pd	4.50	14.8030	-89.7106
8	02-99-DSR-III-2	Estructuras de Acero y Aluminio, Ferroalco, S.A.	Managua I	R	110.74	15.2034	-89.1978
9	03-99-DSR-III-2	Estructuras de Acero y Aluminio, Ferroalco, S.A.	La Cuchilla	R	20.29	15.2005	-89.2062
10	01-2000-DSR-III-2-P	Faustina Marilú· Barillas Orellana	Tachoró	P	273.00	14.9472	-89.4400
11	02-2000-DSR-III-2-P	Faustina Marilú· Barillas Orellana	Cerro Grande	P	40.00	14.9528	-89.4483
12	DSR-III-2-003-MBN-00	Mariano Aldana y Aldana	La Lima	P	100.00	15.1847	-89.3347
13	04-2000-DSR-III-2	Elfido Zabaleta y Rogelio Campos	SN	R	4.60	15.1866	-89.2566
14	05-2000-DSR-III-2	Agropecuaria La Estrella, S.A.	La Estrella	R	25.24	15.0806	-89.1458
15	III-2-006-MBNP-2000	Angel de Jesús Salguero y Salguero	SN	P	2.80	14.9703	-89.4122
16	III-2-007-MBNP-2000	Edgar Alfredo Sosa Sosa	SN	P	6.40	15.0100	-89.4200
17	III-2-008-MBNP-2000	Maximiliano Salguero Salguero	SN	P	4.40	14.9703	-89.4122
18	III-2-009-MBNP-2000	Jose María Perdomo Fajardo	SN	P	16.79	14.9861	-89.4394
19	10-2000-DSR-III-2-P	David Osorio Manchame	SN	P	6.80	14.9864	-89.4381
20	12-2000-DSR-III-2	Ferroalco, S.A.	El Potrerón	R	23.34	15.2088	-89.1999
21	13-2000-DSR-III-2	Ferroalco, S.A.	Managuá II	R	31.76	15.2015	-89.1892
22	14-2000-DSR-III-2-R	Ferroalco, S.A.	SN	R	43.50	15.2198	-89.1992
23	12-2000-DSR-III-2	Marco Tulio Mansilla Córdón	SN	R	11.43	15.1029	-89.6543
24	20-2000-DSR-III-2	Juan Erick Muralles Montenegro	El Carmen	R	20.00	15.2403	-89.2306
25	DSR-III-2-017-R-2000	Marta Judith Orellana	La Angostura	R	35.00	15.0689	-89.7414

26	23-2000-DSR-III-2-P	Marco Tulio Mancilla	Sin Nombre	P	67.56	15.1029	-89.6543
27	01-2001-DSR-III-2-P	Federico Sanabria	SN	P	45.00	15.1500	-89.4469
28	02-2001-DSR-III-2	Juan Iten Borner	La Joya	R	6.45	15.0959	-89.2588
29	02-2001-DSR-III-2-R	Municipalidad de San Cristóbal, Acasaguastlán, Progreso	El Alto	R	20.00	15.0600	-89.8246
30	03-2001-DSR-III-2-R	Húctor Rodolfo Sosa León	Sitio de Lobo Doña María y Juan de Paz	R	24.92	15.2268	-89.2318
31	04-2001-DSR-III-2	Agropecuaria La Estrella	Agropecuaria La Estrella II	R	17.16	15.0806	-89.1458
32	06-2001-DSR-III-2-R	Carlos Rafael Valle Leonardo	Santa Beatriz	R	45.00	15.2119	-89.2250
33	07-2001-DSR-III-2-R	Otto René Fernández	Los Bálsamos	R	13.25	15.0467	-89.8898
34	07-2001-DSR-III-2-R	Agropecuaria La Estrella S.A.	La Estrella	R	15.00	15.0733	-89.1611
35	08-2001-DSR-III-2-R	Timoteo Paiz	SN	R	1.75	15.0087	-89.2769
36	09-2001-DSR-III-2	Ferroalco S.A.	La Vega	R	17.17	15.2267	-89.1966
37	10-2001-DSR-III-2-R	La Victoria El Socolo, S.A.	La Victoria	R	75.48	15.2306	-89.3556
38	11-2001-DSR-III-2-R	Agropecuaria Malcotal, S.A.	Malcotal	R	29.98	15.0512	-89.2205
39	13-2001-DSR-III-2-R	David Osorio Manchamé	Shuntuy	R	21.96	14.9641	-89.3741
40	14-2001-DSR-III-2-R	Las Veguitas, S.A.	Las Veguitas	R	30.00	15.0300	-89.2100
41	15-2001-DSR-III-2-R	Mecatales, S.A.	Mecatales	R	30.00	15.0366	-89.1968
42	16-2001-DSR-III-2-R	Cafetales El Carrizal, S.A.	El Carrizal	R	30.00	15.0200	-89.2200
43	17-2001-DSR-III-2-P	Arnulfo Antonio Lemus Figueroa y Guillermo Federico Sandoval Martínez	Las Cañas	R	60.00	15.1108	-89.1733
44	18-2001-DSR-III-2-R	Irma J., Carlos W., Aura V., Nora V., y Jorge D. Castañeda Madrid	La Esperanza, Buena Vista	R	67.84	14.9847	-89.1986
45	19-2001-DSR-III-2-R	Angel Cecilio León Aldana	San Carlos o La Cueva	R	28.11	15.2275	-89.2800
46	20-2001-DSR-III-2-R	Municipalidad de San Cristóbal, Acasaguastlán, Progreso	El Alto	R	19.50	15.0330	-89.8233
47	DSR-III-2-012-R-2001	Elio A. Lorenzana C., Marta J. Lorenzana C., Waldemar Lorenzana	Agua Fría II	R	112.00	15.2597	-89.2481
48	01-2002-DSR-III-2-R	Oscar Humberto Cordón Girón	Quetzal Juyú	R	23.62	15.0584	-89.8686
49	01-2002-DSR-III-2-R	Oscar Humberto Cordón Girón	Quetzal Juyú	R	18.27	15.0584	-89.8686
50	02-2002-DSR-III-2-R	Inversiones Pasabien, S.A.	Santa Rosalía	R	37.10	15.0472	-89.7161
51	03-2002-DSR-III-2-R	Inversiones Pasabien, S.A.	El Mojón	R	27.66	15.0411	-89.7008
52	06-2002-DSR-III-2-R	Gregorio Díaz Chutan	SN	R	4.00	15.0208	-89.8495
53	11-2002-DSR-III-2-R	Las Veguitas, S.A.	Veguitas Fase II	R	14.86	14.9777	-89.1946

54	12-2002-DSR-III-2-R	Agropecuaria Malcotal, S.A.	Malcotal	R	15.00	15.0512	-89.2205
55	13-2002-DSR-III-2-R	Mecatales, S.A.	Mecatales	R	15.00	15.0348	-89.1985
56	14-2002-DSR-III-2-R	Cafetales El Carrizal, S.A.	El Carrizal	R	15.00	15.0363	-89.2120
57	17-2002-DSR-III-2-R	Elder Asdrubal Velásquez Rodríguez y Hermanos	Marsella	R	7.73	14.9400	-89.3000
58	18-2002-DSR-III-2-R	Maderas El Alto, S.A.	Jabalí	R	18.40	15.0344	-89.8028
59	19-2002-DSR-III-2-R	Maderas El Alto, S.A.	Constancia	R	5.97	15.0533	-89.8389
60	20-2002-DSR-III-2-R	Alberto Bader Talgi Yunis	Capucal	R	60.00	15.0628	-89.2650
61	DSR-III-2-008-R-2002	Ferroalco, S.A.	Managua	R	21.84	15.2017	-89.1889
62	DSR-III-2-009-R-2002	Ferroalco, S.A.	La Cuchilla	R	12.35	15.2038	-89.2142
63	DSR-III-2-010-R-2002	Ferroalco, S.A.	Potreron	R	8.76	15.1986	-89.2157
64	DSR-III-2-015-R-2002	Ruben Barillas Cordón	Taxoró	R	10.96	14.9499	-89.4359
65	DSR-III-2-016-R-2002	Agropecuaria La Estrella, S.A.	La Estrella	R	21.19	15.0733	-89.1611
66	DSR-III-2-021-R-2002	Juan Erick Muralles Montenegro	El Carmen	R	20.00	15.2403	-89.2306
67	DSR-III-2-022-P-2002	Fundación Defensores de La Naturaleza	San Isidro, EL Imposible	P	410.00	15.1491	-89.6082
68	DSR-III-2-04-PR-2002	Carlos Alfonso Fanjul Bonifasi	Agua Caliente	R	30.00	15.0182	-89.6769
69	DSR-III-2-07-R-2002	Lloyd eric Jongezoon Martínez	Minas de San Carlos	R	45.00	15.2433	-89.2943
70	DSR-III-2-001-Pr-2003	Juan Iten Borner	La Joya	R	5.00	15.0959	-89.2588
71	DSR-III-2-129-Pr-2003	Las Toyitas, S.A.	El Carrizal, Fase III	R	24.66	15.0369	-89.2148
72	DSR-III-2-132-Pr-2003	Las Veguitas, S.A.	Las Veguitas Fase III	R	22.90	14.9757	-89.2014
73	DSR-III-2-142-Pr-2003	David Osorio Manchame	Shuntuy	R	22.93	14.9675	-89.4325
74	DSR-III-2-151-PMBNPt-2003	Maderas El Alto, S.A.	Las Cruces	P	180.12	15.0667	-89.7917
75	DSR-III-2-151-PMBNPt-2003	David Osorio Manchame	Shuntuy	P	35.58	14.9675	-89.4325
76	DSR-III-2-152-PMBNPt-2003	Maderas El Alto, S.A.	Las Minas	P	588.67	15.0861	-89.8569
77	DSR-III-2-153-PMBNPt-2003	Maderas El Alto, S.A.	Constancia	P	72.10	15.0672	-89.8500
78	DSR-III-2-154-PMBNPt-2003	Maderas El Alto, S.A.	Los Camarones	P	451.20	15.0958	-89.8833
79	DSR-III-2-159-PMBNPt-2003	Fundación Defensores de la Naturaleza	Los Hornos, Lobos, y Doña María	P	308.95	15.2890	-89.2742
80	DSR-III-2-162-PMBNPt-2003	Municipalidad de La Unión	Bosque Municipal La Unión	P	3627	14.9759	-89.2729
81	DR-III-028-PMBNPt-2004	Municipalidad de San Cristóbal A.	El Alto	P	280.76	15.0533	-89.8267

82	DR-III-004-Pr-2004	FERROALCO, S.A.	Plan del Motor	R	12.35	15.2154	-89.1980
83	DR-III-007-Pr-2004	Mercedes Santos Morales	Los Arcos 2	R	4.00	15.2242	-89.2886
84	DR-III-009-PMBNPt-2004	Juan Ramón Paz Ramírez	SN	P	43.40	15.0236	-89.6238
85	DR-III-013-PMBNPt-2004	Vicente Franco Leonardo	SN	P	4.98	14.9194	-89.4242
86	DR-III-014-Pr-2004	La Victoria El Socolo, S.A.	La Victoria	R	58.52	15.2116	-89.3548
87	DR-III-015-Pr-2004	Alberto Bader Talgi Yunis	Capucal	R	25.00	15.0652	-89.2713
88	DR-III-016-PR-2004	Hnos. Castañeda Madrid	La Esperanza Buena Vista	R	5.00	14.9847	-89.1986
89	DR-III-026-PMBNPt-2004	Ángel de Jesús Salguero y Salguero	San Ignacio Teconajá	P	113.86	14.9742	-89.4022
90	DR-III-029-Pr-2004	Las Veguitas, S.A.	Las Veguitas Fase IV	R	15.00	14.9757	-89.2015
91	DR-III-030-Pr-2004	Las Toyitas, S.A.	El Carrizal	R	15.00	15.0322	-89.2008
92	DR-III-032-Pr-2004	El Zarco, S.A.	Mecatales fase III	R	40.00	15.0344	-89.1901
93	DR-III-054-PMBNPt-2004	Bartolome Salguero Barahona	Guadalupe Teconamá	P	100.00	14.9858	-89.4237
94	DR-III-057-PMBNPt-2004	Antonio Córdón Salguero	Tanusté	P	12.89	14.9675	-89.4325
95	DR-III-060-Pr-2004	Bartolome Salguero Barahona	SN	R	34.09	15.0079	-89.4116
96	DR-III-063-Pr-2004	Ramon Alberto Salguero Pineda	Joya Grande	R	60.00	14.9694	-89.4417
97	DR-III-065-PMBNPt-2004	José Ismael Roldán Aldana	El Palmar	P	576.00	15.0689	-89.7271
98	DR-III-066-Pr-2004	José Ismael Roldán Aldana	El Palmar	R	25.00	15.0629	-89.7360
99	DR-III-067-Pr-2004	Hnos. Lorenzana Córdón	Agua Fría	R	98.49	15.2661	-89.2661
100	DR-III-069-PMBNPt-2004	Hnos. Lorenzana Córdón	Agua Fría	P	692.55	15.2661	-89.2661
101	DR-III-31-Pr-2004	El Planon, S.A.	Malcotal Fase III	R	40.00	15.0496	-89.2159
102	DSR-III-2-070-Pr-2004	Abel de Jes-s Morales Carrera	La Perseverancia	R	10.00	14.9478	-89.3075
103	DR-III-001-PMBNPt-2005	Oscar Humberto Córdón Girón	Quetzal Juyú	P	41.13	15.0563	-89.8598
104	DR-III-002-Pr-2005	Inversiones Pasabién, S.A.	Santa Rosalía	R	8.00	15.0549	-89.7055
105	DR-III-003-Pr-2005	Inversiones Pasabién, S.A.	El Mojón	R	33.00	15.0411	-89.7008
106	DR-III-015-PMBNPt-2005	Cesar Sosa y Sosa	Tanusté Naranjo	P	4.90	14.9921	-89.4281
107	DR-III-016-PMBNPt-2005	Edgar Alfredo Sosa Sosa	Tanusté Naranjo	P	3.87	15.0055	-89.4186
108	DR-III-017-PMBNPt-2005	Edgar Alfredo Sosa Sosa	Shuntuy	P	3.30	15.0009	-89.4151
109	DR-III-019-PMBNPt-2005	Emilio de Jesús Sosa Salguero	La Colmena	P	3.84	15.0061	-89.4427
110	DR-III-020-PMBNPt-2005	Elías Vargas Galdámez	Shuntuy	P	4.54	14.9841	-89.4264
111	DR-III-023-Pr-2005	Maderas El Alto, S.A.	El Sapote	R	30.00	15.1106	-89.8792
112	DR-III-028-PMBNPt-2005	Alvaro Elixalen Portillo Chacón	SN	P	25.75	15.0920	-89.4661
113	DR-III-029-Pr-2005	Agropecuaria El Capucal, S.A.	Piedra Blanca	R	100.00	15.0923	-89.2517
114	DR-III-038-Pr-2005	Otto Leonel Portillo Sosa	SN	R	44.00	15.1308	-89.6194

115	DR-III-048-PMBNPt-2005	Vicente Franco Leonardo	Bella Vista	P	5.00	14.9196	-89.4211
116	DR-III-059-PMBNPt-2005	Otto René Fernández	Los Bálsamos	P	221.09	15.0551	-89.9011
117	DR-III-060-PMBNPt-2005	Lloyd Eric Jogenzoon Martínez	Minas de San Carlos	P	652.50	15.2334	-89.2763
118	DR-III-061-Pr-2005	Agropecuaria La Estrella, S.A.	La Estrella	R	6.50	15.0736	-89.1487
119	DR-III-075-Pr-2005	Maderas El Alto, S.A.	La Constancia	R	47.34	15.0604	-89.8628
120	DR-III-077-Pr-2005	Otto René Fernández	Los Bálsamos	R	15.00	15.0511	-89.8989
121	DR-III-080-PMBNPt-2005	Presentación Reyes Tabique	SN	P	18.00	15.1886	-89.4136
122	DR-III-082-PMBNPt-2005	Guadalupe Reyes Tabique	SN	P	34.27	15.1931	-89.4177
123	DR-III-086-PMBNPt-2005	Pricila Aldana y Aldana	SN	P	37.69	15.1931	-89.4177
124	DR-III-08-PMBNPt-2005	Emilio de Jesús Sosa Salguero	Tanusté Naranjo	P	3.22	14.9826	-89.3974
125	DR-III-095-PMBNPt-2005	Vicenta Beltetón Guzmán	SN	P	39.77	15.1938	-89.4098
126	DR-III-096-PMBNPt-2005	Bonifacia Guevara	SN	P	37.62	15.1934	-89.4137
127	DR-III-085-PMBNPt-2005	Juan de Dios Reyes Tabique	SN	P	6.21	15.1911	-89.4077
128	DR-III-099-PMBNPt-2005	Enoes Zacarías Sosa	SN	P	37.18	15.1944	-89.4053
129	DR-III-102-PMBNPt-2005	Gregorio Díaz Chutan	Lote Oriental de la Montaña Teocinte y Jute	P	4.00	15.0203	-89.8401
130	DR-III-106-Pr-2005	Maderas El Alto, S.A.	La Virgen	R	65.00	15.2043	-89.4422
131	DR-III-107-Pr-2005	Maderas El Alto, S.A.	Los Achiotes	R	70.00	15.1909	-89.4433
132	DR-III-108-PMBNPt-2005	Roselia Paiz	SN	P	11.42	15.2022	-89.4025
133	DR-III-109-PMBNPt	Izabel Aldana Barrientos	SN	P	30.25	15.2019	-89.4068
134	DR-III-110-PMBNPt-2005	Everardo Reyes Tabique	SN	P	2.49	15.1944	-89.4053
135	DR-III-11-PMBNPt-2005	Felipe Augusto Castañeda Paz	La Coyotera	P	6.05	15.0058	-89.7249
136	DR-III-124-Pr-2005	Municipalidad de Teculután	SN	R	10.00	15.0173	-89.7305
137	DR-III-125-PMBNPt-2005	Municipalidad de Teculután	SN	P	43.35	14.9956	-89.7374
138	DR-III-160-Pr-2005	Agroforestal Piedra Blanca S.A.	El Pacayal	R	135.00	15.0683	-89.2326
139	DR-III-161-Pr-2005	El Zarco, S.A.	Mecatales fase IV	R	15.00	15.0344	-89.1900
140	DR-III-162-MBNPt-2005	Las Veguitas, S.A.	Las Veguitas	P	800.27	14.9756	-89.2014
141	DR-III-163-Pr-2005	El Planón, S.A.	Malcotal fase IV	R	15.00	15.0468	-89.2207
142	DR-III-164-Pr-2005	Empresa Las Toyitas, S.A.	El Carrizal, fase V	R	15.00	15.0343	-89.2131
143	DR-III-169-PMBNPt-2005	Elías Vargas Galdámez	San Ignacio Teconajá	P	3.50	14.9856	-89.4262
144	DR-III-199-PMBNPt-2005	El Guamo, S.A.	Bejucón	P	402.00	15.0324	-89.2136
145	DR-III-201-Pr-2005	Luis Alfonso Orellana Chacón	SN	R	51.00	15.1333	-89.6326
146	DR-III-202-Pr-2005	Pablo RenÚ Aldana Chacón	El Jicaral	R	10.00	15.0973	-89.4660
147	DR-III-203-Pr-2005	Juan Francisco Aldana Chacón	El Jicaral	R	10.00	15.1001	-89.4638

148	DR-III-204-PMBNPt-2005	Manuel de la Cruz Cint.	SN	P	2.00	15.0293	-89.8525
149	DR-III-213-PMBNPt-2005	Manuel de la Cruz Cint.	SN	P	8.18	15.0022	-89.8319
150	DR-III-4-PMBNPt-2005	Hnos. Castañeda Madrid y Hnos. León Castañeda	La Esperanza Buena Vista	P	22.65	14.9841	-89.1970
151	DR-III-66-PMBNPt-2005	Inversiones Pasabién, S.A.	Santa Rosalía	P	68.15	15.0544	-89.7015

En la tabla anterior se utilizaron las siguientes abreviaturas para referirse a los tipos de proyectos en la columna de Tipo:

P = Manejo de Bosque natural para Protección

Pd= Manejo de Bosque natural para Producción

R = Reforestación

Existen proyectos que se encuentran ubicados fuera la jurisdicción del departamento de Zacapa, como lo son los de la Municipalidad de San Cristóbal Acasaguastlán, algunos de Maderas El Alto y de un usuario, los cuales se encuentran en el municipio de San Cristóbal Acasaguastlán, departamento de El Progreso, esto se debe a que por aspectos administrativos resulta más eficiente el manejo de los proyectos por parte de la subregión de Zacapa, ya que el acceso y la supervisión de dichos proyectos se puede operar mejor desde la subregión III-2.

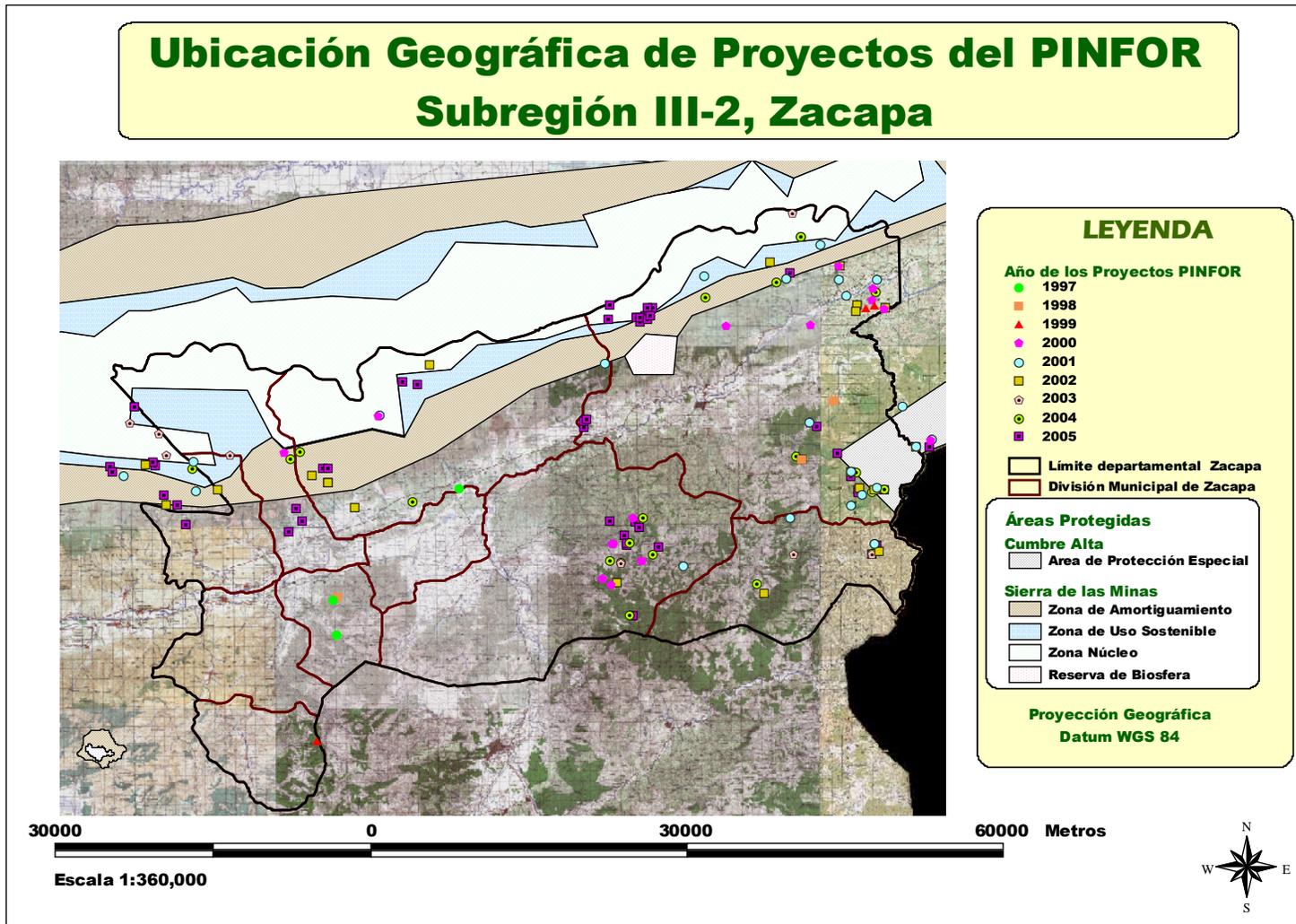


Figura III.63. Mapa de la Ubicación geográfica de los proyectos PINFOR de la Subregión III-2, Zacapa, por año, localizando los proyectos que están dentro de área protegidas

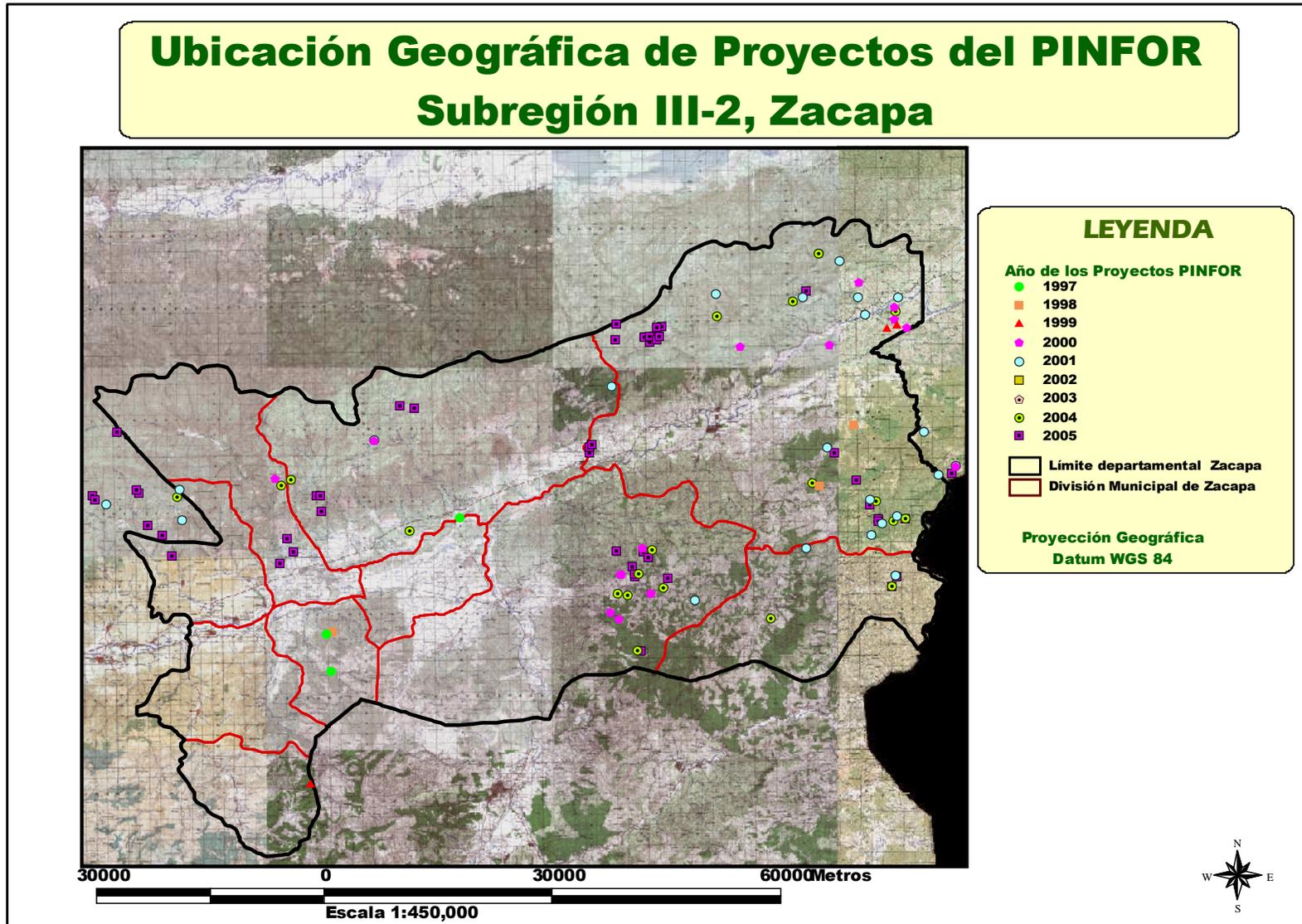


Figura III.64. Mapa de Ubicación geográfica de los proyectos PINFOR de la Subregión III-2, Zacapa, por año.

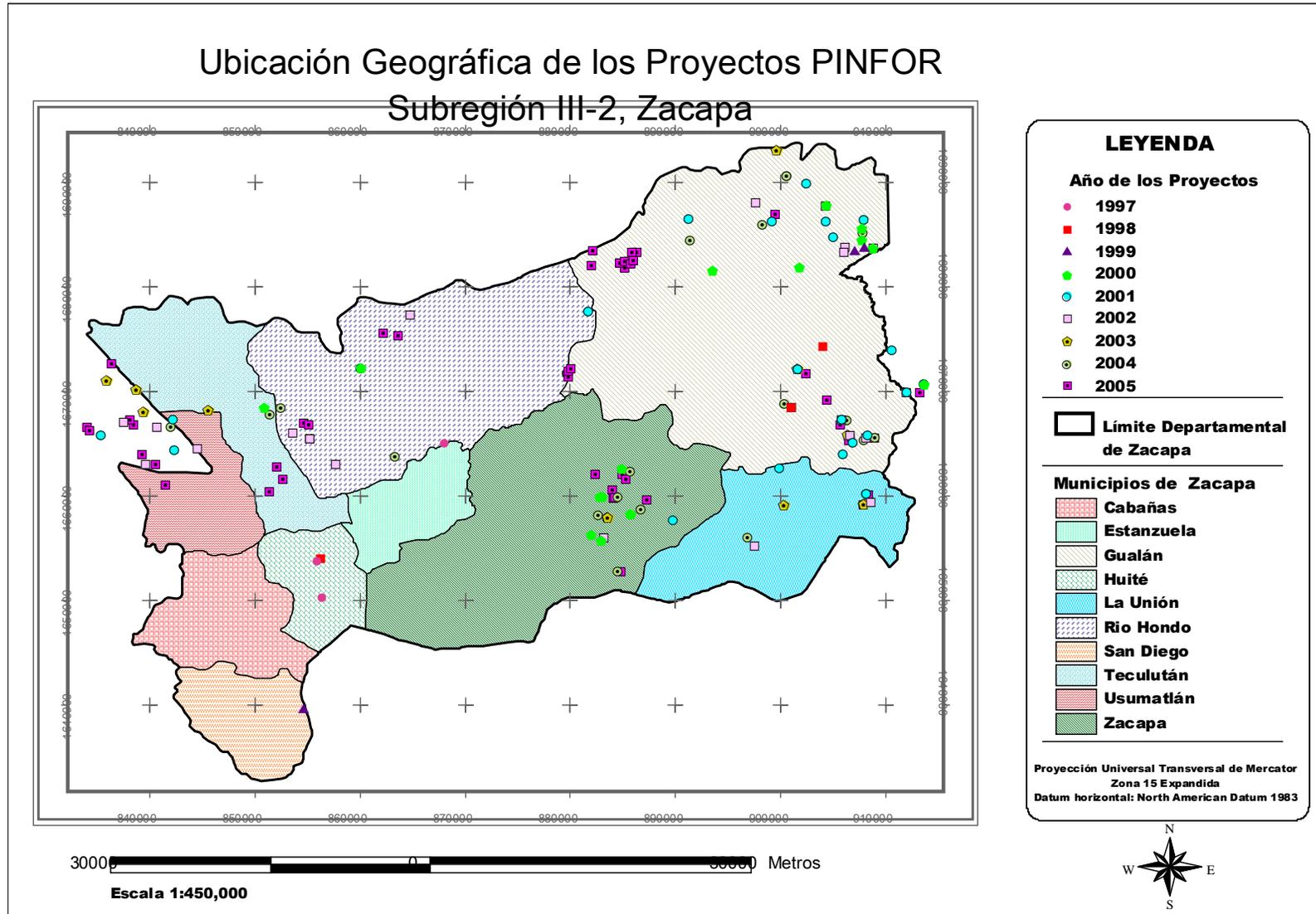


Figura III.65. Mapa de Ubicación Geográfica de los proyectos del PINFOR en la Subregión III-2, Zacapa, por año y su localización en cada municipio.

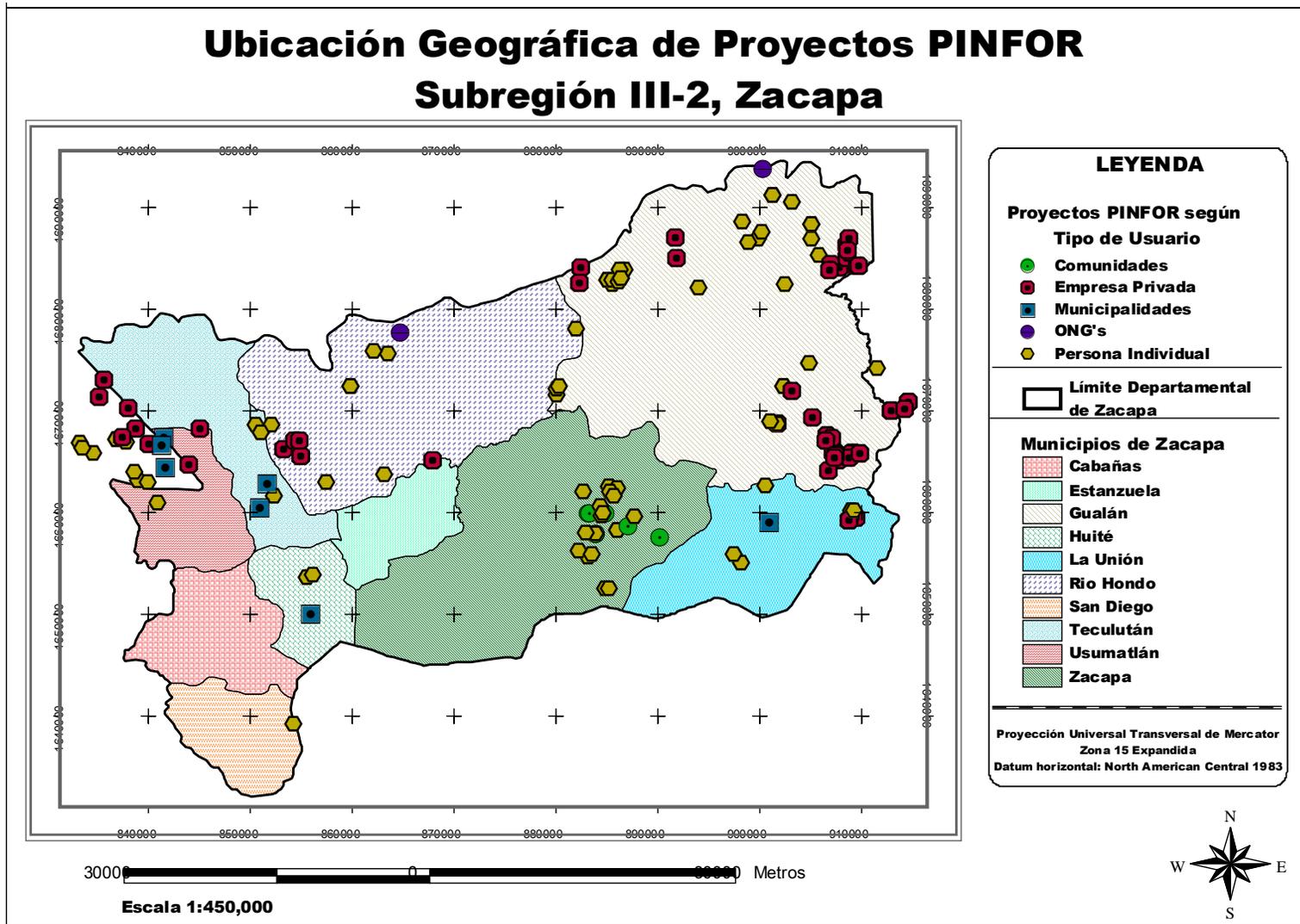


Figura III.66. Mapa de Ubicación Geográfica de los proyectos del PINFOR por Tipo de Usuario, de la Subregión III-2, Zacapa

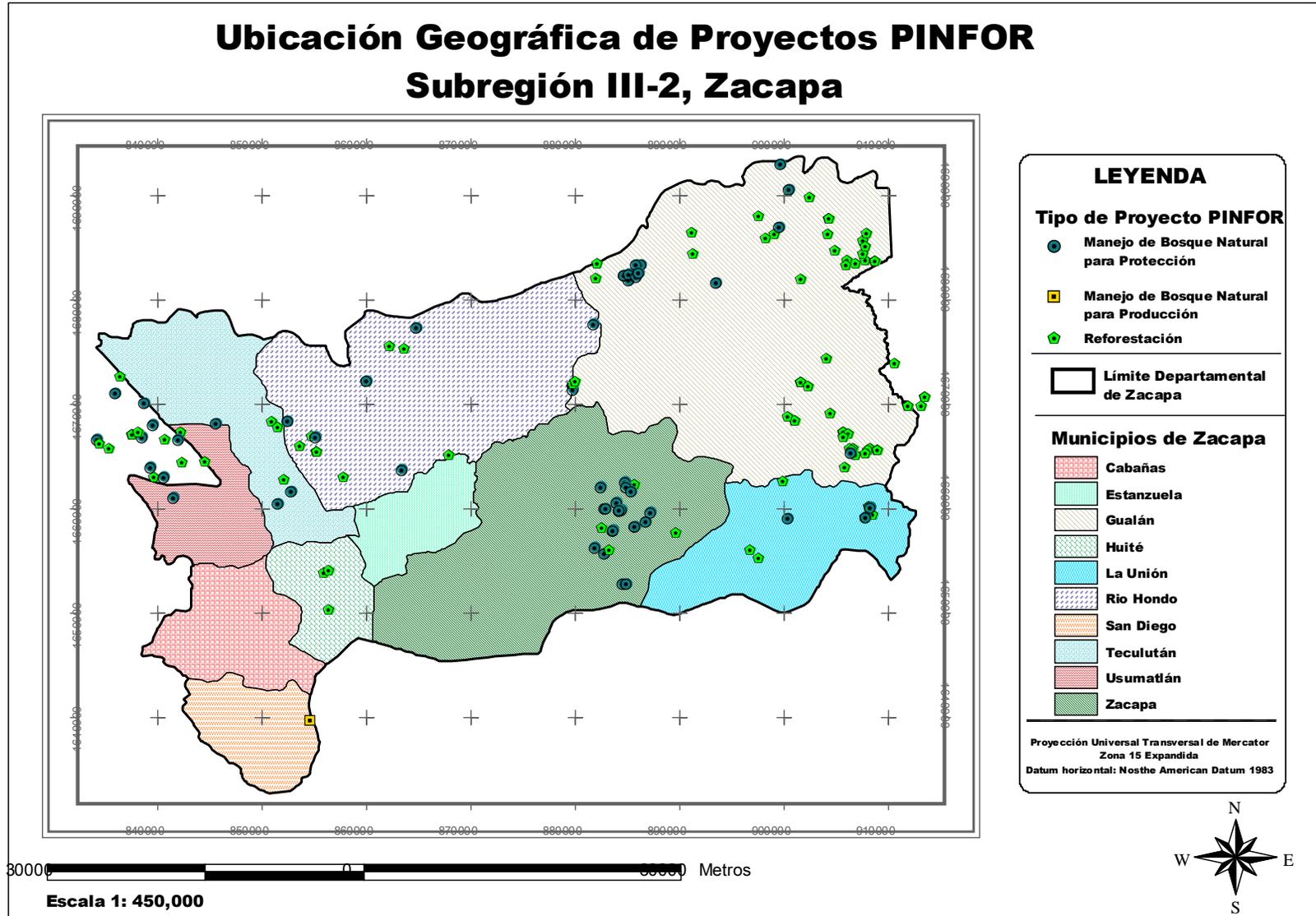


Figura III.67. Mapa de Ubicación Geográfica de los proyectos del PINFOR por Tipo de proyecto, de la Subregión III-2, Zacapa.

8. CONCLUSIONES

- Según el diagnóstico realizado a los proyectos del PINFOR que se encuentran en el departamento de Zacapa se puede concluir que la participación por parte de la población ha ido aumentando paulatinamente con el transcurso de los años, considerando que el número de proyectos ingresados cada año ha ido aumentando, más sin embargo esto no se refleja en la cantidad de área incentivada, ya que los proyectos que aumentan la balanza en este aspecto son los de Manejo de Bosques Naturales de Protección, donde podemos encontrar proyectos que cuentan con una gran cantidad de área incentivada..
- La actualización y capacitación técnica es una herramienta clave para el progreso fructífero de las actividades que se llevan a cabo dentro de cada subregión, por lo mismo es algo inevitable para el personal de trabajo del INAB, pero también se tiene la responsabilidad de reproducir este conocimiento tanto con los usuarios de los proyectos del PINFOR como con la población en general, por lo que se convierte necesario la promoción de talleres y capacitaciones para la población en la medida de lo posible y de los recursos disponibles.
- La extensión de material didáctico es una buena herramienta para alcanzar los objetivos estratégicos planificados por el INAB como lo sería generar una cultura forestal interviniendo desde la formación educativa de los niños hasta el aprendizaje de las personas mayores, es por esto necesario la generación de material educativo para todos los niveles de enseñanza.
- Dentro de las actividades que se llevan a cabo dentro de la subregión de Zacapa se puede determinar que la mayor cantidad de trabajo lo representan los proyectos del PINFOR, principalmente los proyectos que están compuestos por diversos polígonos y dentro de esta subregión se encuentran varios proyectos con esta característica.
- La generación de una base digital georeferenciada de los proyectos PINFOR es necesaria para contar con un registro actualizado de los proyectos del PINFOR, más sin embargo esta base tiene que ser complementada con más información y actualizada cada año para contar con información relevante y certera.

9. RECOMENDACIONES

- Se recomienda ingresar los polígonos que conforman cada proyecto del PINFOR para complementar la base digital georeferenciada, y evaluar el progreso y desarrollo de las plantaciones utilizando como herramienta el Arc-View ó ArcGis, con esto se contemplaría con una base completa la cual puede servir de base informativa para investigaciones, diagnósticos, evaluaciones, entre otros., todo lo relevante a plantaciones establecidas y Manejo de bosques naturales incentivados mediante el PINFOR.
- Se recomienda un mejor ordenamiento de la información dentro de cada expediente que conforme un proyecto del PINFOR, ya que se encontraron dificultades tanto en las subregiones de Izabal como la de Zacapa, para entender el proceso evolutivo de cada proyecto, por lo que no se comprendía si el proyecto había finalizado, si se había incentivado, o simplemente se quedo en espera sin un documento que respalde lo que había sucedido en cada proyecto, sin contar con las modificaciones que se le realizan a cada expediente con respecto a área, especie, etc. . Como mínimo se debe contar con la certificación anual de cada proyecto y si no se realizó en el año respectivo explicar el motivo.
- La numeración de cada expediente debe ser correlativa para cada año ya que se encontraron simbologías muy diferentes dentro de cada año de ingreso de documentación, esto dificulta el manejo de la información y conlleva con más facilidad al error en el manejo de la misma, ya que no se puede contar con el número del expediente como referencia principal y general del proyecto, cada proyecto debe tener un número único, legible, y correlativo con respecto a los de su mismo año de ingreso, y este número de expediente debe ser el que se utilice como referencia para el proyecto.
- Es importante proveer un apoyo constante al Programa de Extensión Forestal para persistir en la elaboración de Talleres de Manejo de Plantaciones Forestales, tanto para coníferas como para latifoliadas, para poder abarcar todas las subregiones del país, dándole prioridad a las regiones de mayor actividad del PINFOR, y en los proyectos donde las evaluaciones de campo han demostrado un deficiente manejo forestal, para esto se necesita una eficiente coordinación con cada subregión.

- La realización de un nuevo tiraje del folleto sobre “Manejo de Plantaciones Forestales de Coníferas, Prácticas Silviculturales Intermedias”, que contemple un mayor número de ejemplares para que sean repartidos a todos los usuarios de PINFOR y que se utilice al momento de realizar los Talleres de Manejo de Plantaciones, para que se convierta en un manual guía para los usuarios de PINFOR.

- En la subregión III-2 se contó con la dificultad de no poseer el equipo de computo actualizado y en buenas condiciones que permitiera utilizar programas de Sistemas de Información Geográfica para ordenar y analizar la información de la subregión, por lo mismo es indispensable actualizar el equipo de computo para utilizar este tipo de programas y agilizar el proceso de ordenación de la información y generación de mapas georeferenciados de los proyectos PINFOR, compromisos de reforestación, consumos familiares, entre otros, y actualizar así eficazmente el mapa de cobertura forestal nacional.

- El equipo de medición utilizado en las subregiones del INAB para evaluar PINFOR, compromisos de reforestación, avalúo de denuncias, etc, todas las actividades donde sea necesario medir áreas de terreno, es el GPS Garmin III, y es importante mencionar que estas mediciones no son precisas ni exactas, ya que el GPS utilizado es un aparato de referencia únicamente, por lo que las mediciones no se pueden tomar como legales, para poder manejar estas mediciones como legales se debe de utilizar un aparato más preciso como lo sería el GPS geodésico, donde el error es mínimo, ya que con la utilización del otro GPS se puede contar con diferentes medidas en una misma área, dependiendo de las diferentes condiciones en que se realice la medida, clima, o disposición de los satélites.

10. BIBLIOGRAFÍA

9. CATIE (Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza). 2003. Árboles de Centro América, manual para extensionistas. Costa Rica. 1 CD.
10. Escalante, D. 2004. Manejo Forestal, la poda. Unidad de Fomento y Desarrollo Forestal. INAB. Guatemala. 9 p.
11. FAUSAC (Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos). 1996. Vida en la zona semiárida de Guatemala. Cuadernos Chac. Guatemala. 36 p.
12. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1983. Diccionario geográfico de Guatemala. Comp. Francis Gall. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 4 tomos.
13. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT); PROCAFOR (Programa Centroamericano Forestal, GT). 2002. Software forestal. Guatemala. 1 CD.
14. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2004. Número de fincas censales, superficie cultivada y producción obtenida de cultivos permanentes y semipermanentes. Guatemala. 1 CD.
15. MAGA (Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación, GT). 2000. Mapas temáticos digitales de la república de Guatemala. Guatemala. 1 CD.
16. Matices del verde, los bosques. (en línea). <http://www.jmarcano.com/bosques/index.html>
17. SEGEPLAN (Secretaría de Planificación y Programación, GT). 2003. Estrategia de reducción de la pobreza departamental (en línea). Guatemala. 100 p. Consultado 13 sep 2005. Disponible en http://www.segeplan.gob.gt/docs/ERP/ERP_REG_DEPTOS/departamental/ERPizabal301003.pdf
18. Simmons, C; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trd. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1,000 p.
19. Vaides López, EE. 2005. Podas y raleos en plantaciones de coníferas, algunas ideas generales. Programa de Extensión Forestal. INAB. Guatemala.