

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROCEDENCIAS DE PROGENIE DE  
SEGUNDA GENERACIÓN DE DOS ESPECIES DE *Pinus* EN SU PRIMER AÑO DE  
CRECIMIENTO Y ESTUDIOS PARA EL MANEJO Y USO DEL RECURSO HÍDRICO Y  
FORESTAL DE LA FINCA SACOYOU, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ Y LA  
EMPRESA GEORECURSOS, S. A.**

JENIFFER ADELA CAROLINA SILVA YAT

Guatemala, octubre de 2009



UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA  
ÁREA INTEGRADA

**TRABAJO DE GRADUACIÓN**

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROCEDENCIAS DE PROGENIE DE  
SEGUNDA GENERACIÓN DE DOS ESPECIES DE *Pinus* EN SU PRIMER AÑO DE  
CRECIMIENTO Y ESTUDIOS PARA EL MANEJO Y USO DEL RECURSO HÍDRICO Y  
FORESTAL DE LA FINCA SACOYOU, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ Y LA  
EMPRESA GEORECURSOS, S. A.**

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

POR

JENIFFER ADELA CAROLINA SILVA YAT

EN EL ACTO DE INVESTIDURA COMO  
INGENIERA AGRÓNOMA EN  
RECURSOS NATURALES RENOVABLES  
EN EL GRADO ACADÉMICO DE

LICENCIADA

Guatemala, octubre de 2009





UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA  
FACULTAD DE AGRONOMÍA

RECTOR

Lic. Carlos Estuardo Gálvez Barrios

JUNTA DIRECTIVA DE LA FACULTAD DE AGRONOMÍA

DECANO

MSc. Francisco Javier Vásquez Vásquez

VOCAL PRIMERO

Ing. Agr. Waldemar Nufio Reyes

VOCAL SEGUNDO

Ing. Agr. Walter Arnoldo Reyes Sanabria

VOCAL TERCERO

MSc. Danilo Ernesto Dardón Ávila

VOCAL CUARTO

P. Forestal Axel Esaú Cuma

VOCAL QUINTO

P. Contador Carlos Alberto Monterroso Gonzáles

SECRETARIO

MSc. Edwin Enrique Cano Morales

Guatemala, octubre de 2009



Guatemala, octubre de 2009

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 “Evaluación del comportamiento de procedencias de progenie de segunda generación de dos especies de *Pinus* en su primer año de crecimiento y estudios para el manejo y uso del recurso hídrico y forestal de la Finca Sacoyou, San Pedro Carchá, Alta Verapaz y la Empresa Georecursos, S. A.”, 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”

Jeniffer Adela Carolina Silva Yat



## **ACTO QUE DEDICO A:**

Dios, porque ha sido escudo alrededor de mi, mi gloria y el que levanta mi cabeza (Sal. 3, 3), que me ha mostrado su infinito amor a través de pruebas que han fortalecido mi fe.

Mis padres, Luis Armando Silva Muñoz y Aura Marina Maribel Yat Barrios, quienes han sido mi ejemplo en la vida, que me han apoyado hasta el final con lo poco y con lo mucho, y sobre todo con su amor y fe.

Mis abuelos, Julio Enrique Silva Obregón, Adela de Silva, José Edgar Yat Caal y Victoria Barrios, porque con su sabia experiencia me han motivado a descubrir y disfrutar las aventuras de la vida y a enfrentar las pruebas que vienen en el camino con fe y humildad.

Mis hermanos, Jaqueline Andrea Maribel Silva Yat quien con su inocencia me ha enseñado a madurar y a luchar por un futuro prometedor; Julio Armando Silva Yat quien con su nobleza me ha enseñado que las cosas se deben hacer con perfección de forma práctica; y Karin Victoria Yat, por quien a través de su vida aprendí que las pruebas de Dios traen consigo una bendición.

Mis primos, Julio Enrique Silva, Javier Silva, Allison Silva, David Eduardo Blanco, Lucía Blanco, Diego Blanco, Vicky Escobar, Gerardo Yat (QEPD), Erick Alejandro García, Jason Yat, Juan José Yat, Lucía Velásquez, Carlos Velásquez, Carlos De León, Jaqueline De León, Jasmín De León, Leslie De León, Julie Zelidón, Susan Zelidón, Katherine Yat, José Edgar Yat y Fabián Yat, cuya alegría e inocente amor han bastado para luchar por ser un ejemplo de superación. A mis sobrinos, Estephanie Coque, cuya existencia me mostró que siempre hay una razón para sonreír, José Julián Yat, el ángel en mi familia que confirmó que las bendiciones son tangibles, Andrés Juárez, cuya presencia trae consigo alegría, Raquel Maldonado, Katherine Yat y Ada Victoria Yat, cuya existencia me compromete a trabajar por un mejor futuro.

Mis tíos favoritos Julio Enrique Silva Muñoz, Susy Silva de Blanco, Marcos David Blanco Súchite y Lesbia Ninnette Yat de García que me han brindado su apoyo, consejos y amor incondicional en todo momento.



## **TRABAJO DE GRADUACIÓN QUE DEDICO A:**

Dios, en quien me encomiendo cada día para vivir una vida llena de amor, paciencia, sabiduría y alegría.

Guatemala, mi país, razón suficiente para trabajar con todo orgullo por su naturaleza, que muestra la belleza de cada elemento de la vida en colores bellos que motivan a dar gracias a Dios por la magnificencia de la que somos parte.

La Universidad de San Carlos de Guatemala, casa de estudios que me brindó la oportunidad de formarme con principios éticos para el servicio de Guatemala.

La Facultad de Agronomía, cuya base humanística me ha motivado a luchar por la perfección del desarrollo de la sociedad y la naturaleza de mi país.

Mi familia, porque me han permitido compartir con ustedes cada logro con alegría y orgullo.





## **AGRADECIMIENTOS A:**

Dios, por las pruebas que han formado la mujer de fe que hoy soy, porque con su infinito amor me ha permitido conocer y amar la vida.

La Escuela Nacional Central de Agricultura, *Alma Mater* que me permitió *aprender haciendo*, hogar que me vio transformarme en una mujer independiente, trabajadora y con deseos de descubrir y que además me concedió el honor de hacer nuevos hermanos.

La Facultad de Agronomía de la Universidad de San Carlos de Guatemala, hogar que me brindó conocimientos y nuevos retos en mi formación, que me permitió conocer y compartir con la realidad de mi país.

Mis profesores, Ing. Agr. Edgar Oswaldo Franco Rivera, Ing. Agr. Fredy Hernández Ola, Ing. Agr. Mónica Aldana, Dr. José Luis Quemé de León, Ing. Agr. Ezequiel López, Elmer Gutiérrez, Michael Tighe y Dr. Gary Hodge, quienes me brindaron su apoyo, enseñanzas y colaboración en la etapa final de mi formación académica y en la elaboración de este documento.

La empresa Georecursos, S. A. que a través del Ejercicio Profesional Supervisado de Agronomía –EPSA- me permitió concluir mi formación académica.

Mi familia por su incondicional apoyo y amor durante mi formación universitaria.

Mis amigos, que más que amigos fueron mis hermanos, porque sin ellos nada hubiera estado lleno de felicidad, aventuras, experiencias y amor.

La Estudiantina Facultad de Agronomía –EFAUSAC-, mis adorados tunos que me abrieron las puertas de su maravilloso hogar y sus corazones, que me permitieron hacer amistad, convivir y compartir con ustedes dentro y fuera de las fronteras de nuestro país con la música que corre por nuestras venas, y que por medio de esto no me dejaron abandonar la música que es la esencia de mi vida.



## ÍNDICE GENERAL

Página

<b>CAPÍTULO I: DIAGNÓSTICO DE LA FINCA SACOYOU, ALDEA COJAJ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ.....</b>	<b>7</b>
<b>1.1 PRESENTACIÓN .....</b>	<b>9</b>
<b>1.2 ANTECEDENTES.....</b>	<b>10</b>
<b>1.3 MARCO REFERENCIAL .....</b>	<b>11</b>
1.3.1 Localización, extensión, límites y vías de acceso .....	11
1.3.2 Fisiografía y relieve .....	12
1.3.3 Clima.....	12
1.3.4 Hidrología.....	13
1.3.5 Suelos y Geología.....	13
1.3.6 Vegetación .....	13
1.3.7 Zona de Vida .....	14
1.3.8 Uso de la tierra 2008.....	14
<b>1.4 OBJETIVOS.....</b>	<b>15</b>
1.4.1 Objetivo General .....	15
1.4.2 Objetivos Específicos.....	15
<b>1.5 METODOLOGÍA.....</b>	<b>16</b>
1.5.1 Primera fase de gabinete.....	16
1.5.2 Fase de campo.....	16
1.5.3 Segunda fase de gabinete.....	17
<b>1.6 RESULTADOS .....</b>	<b>18</b>
1.6.1 Estado de los proyectos PINFOR y del recurso hídrico de la finca Sacoyou .....	18
1.6.2 Aspectos organizacionales de la finca.....	22
1.6.3 Problemas identificados .....	24
<b>1.7 CONCLUSIONES.....</b>	<b>26</b>
<b>1.8 BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>27</b>
<b>CAPÍTULO II: EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES PROCEDENCIAS DE PROGENIE DE SEGUNDA GENERACIÓN DE <i>Pinus maximinoii</i> H. E. Moore Y <i>Pinus tecunumanii</i> Eguiluz &amp; J. P. Perry EN SU PRIMER AÑO DE CRECIMIENTO, EN ALTA VERAPAZ Y JALAPA.....</b>	<b>29</b>
<b>2.1 PRESENTACIÓN .....</b>	<b>31</b>
<b>2.2 MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>33</b>
2.2.1 Marco conceptual.....	33
2.2.2 Marco referencial .....	50
<b>2.3 OBJETIVOS.....</b>	<b>55</b>
2.3.1 Objetivo General .....	55
2.3.2 Objetivos Específicos.....	55
<b>2.4 HIPÓTESIS .....</b>	<b>55</b>
<b>2.5 METODOLOGÍA.....</b>	<b>56</b>
2.5.1 Revisión de información del establecimiento de las áreas de evaluación.....	56
2.5.2 Revisión del protocolo de camcore para la medición de los ensayos.....	68
2.5.3 Toma de datos.....	69
2.5.4 Análisis de datos.....	70
<b>2.6 RESULTADOS.....</b>	<b>71</b>
2.6.1 Respuesta de las familias durante el primer año de crecimiento.....	71
2.6.2 Diferencias entre las familias en el primer año de crecimiento.....	88

<b>2.7 CONCLUSIONES</b> .....	92
<b>2.8 RECOMENDACIONES</b> .....	94
<b>2.9 BIBLIOGRAFÍA</b> .....	95
<b>CAPÍTULO III: SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA SACOYOU Y LA EMPRESA GEORECURSOS, S. A.</b> .....	<b>97</b>
<b>3.1 PRESENTACIÓN</b> .....	99
<b>3.2 SERVICIO 1: Estudio de calidad de agua para consumo humano de la finca Sacoyou, Aldea Cojaj, San Pedro Carchá, Alta Verapaz</b> .....	100
3.2.1 Objetivos .....	100
3.2.2 Metodología .....	100
3.2.3 Resultados .....	101
3.2.4 Evaluación .....	104
<b>3.3 SERVICIO 2: Establecimiento de Parcelas Permanentes de Medición Forestal- PPMF-, según metodología INAB, y su registro en el software MiraSilv versión 2.9</b> .....	105
3.3.1 Objetivos .....	105
3.3.2 Metodología .....	105
3.3.3 Resultados .....	108
3.3.4 Evaluación .....	117
<b>3.4 SERVICIO 3: Estudio de evaluación de impacto ambiental –EIA- de la cosecha de la plantación voluntaria de coníferas madura de la finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá</b> .....	118
3.4.1 Objetivos .....	118
3.4.2 Metodología .....	118
3.4.3 Resultados .....	120
3.4.4 Evaluación .....	126
<b>3.5 SERVICIO 4: Realización de un Inventario Forestal en la finca Sacoyou</b> .....	126
3.5.1 Objetivos .....	126
3.5.2 Metodología .....	127
3.5.3 Resultados .....	128
3.5.4 Evaluación .....	130
<b>3.6 SERVICIO 5: Elaboración de planes de manejo de reforestación y protección</b> .....	130
3.6.1 Objetivo .....	130
3.6.2 Metodología .....	130
3.6.3 Resultados .....	131
3.6.4 Evaluación .....	133
<b>3.7 RECOMENDACIONES GENERALES</b> .....	133
<b>3.8 BIBLIOGRAFÍA GENERAL</b> .....	134
<b>ANEXOS</b> .....	<b>137</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro	Página
1-1. Perfil del suelo Carchá.....	13
1-2. Uso de la tierra 2008 .....	14
1-3. Ficha técnica de PINFOR 2000.....	18
1-4. Ficha técnica de PINFOR 2006.....	18
1-5. Ficha técnica de PINFOR 2007.....	19
1-6. Tratamientos silviculturales aplicados a los proyectos PINFOR.....	19
1-7. Lista plana FODA situación organizacional finca Sacoyou.....	24
1-8. Matriz de priorización.....	25
2-1. Resumen de las características de ubicación y físicas de cada finca donde se establecieron las áreas de evaluación .....	51
2-2. Familias de <i>P. maximinoii</i> establecidas en las áreas de evaluación de las fincas Sacoyou y Santa Anita, Alta Verapaz.....	57
2-3. Familias de <i>P. tecunumanii</i> establecidas en el área de evaluación de la finca Lagunilla, Jalapa.....	59
2-4. Fechas de establecimiento de las tres áreas de evaluación.....	68
2-5. Escala descriptiva para la rectitud de los árboles.....	70
2-6. Escala descriptiva para el estado fitosanitario de los árboles.....	70
2-7. Altura promedio alcanzada por las familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou. Prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ ).....	75
2-8. Altura promedio alcanzada por las familias en el área de evaluación de la finca Santa Anita. Prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ ).....	81
2-9. Altura promedio alcanzada por las familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla. Prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ ).....	86
2-10. Procedencias de las familias destacadas en el área de evaluación de la finca Santa Anita .....	90
2-11. Procedencias de las familias destacadas en el área de evaluación de la finca Lagunilla.....	92
3-1. Resumen de resultados del Análisis Microbiológico de Aguas.....	102
3-2. Resumen de lotes por experimento.....	107
3-3. Porcentaje de sobrevivencia por PPMF.....	109
3-4. Cronograma de actividades .....	119
3-5. Matriz de Leopold.....	120
3-6. Significado de códigos de letras .....	121
3-7. Impactos adversos no significativos.....	122
3-8. Impactos benéficos significativos .....	123
3-9. Valoración de impactos adversos significativos identificados.....	124
3-10. Actividades para cumplir la medida de mitigación .....	125
3-11. Descripción básica del inventario .....	128
3-12. Resultados del inventario.....	129
3-13. Distribución de producto .....	130
3-14. Características de la reforestación.....	131

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura	Página
1-1. Ubicación política y geográfica de la finca Sacoyou .....	11
1-2. Colindancias de la finca Sacoyou .....	12
1-3. Ubicación de manantiales dentro de la finca Sacoyou .....	22
1-4. Organigrama de la finca Sacoyou.....	23
2-1. Ubicación en mapa de las fincas donde se realizaron las evaluaciones .....	50
2-2. Unidad experimental en las áreas de evaluación del comportamiento de diferentes procedencias de progenie de segunda generación de <i>P. maximinoii</i> y <i>P. tecunumanii</i> .....	60
2-3. Área de evaluación de la finca Sacoyou .....	61
2-4. Distribución de familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou.....	62
2-5. Vista del área de evaluación de la finca Santa Anita .....	63
2-6. Distribución de familias en el área de evaluación de la finca Santa Anita .....	64
2-7. Vista del área de evaluación de la finca Santa Anita .....	65
2-8. Distribución de familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla.....	66
2-9. Sistema Taungya en el área de evaluación de la finca Sacoyou .....	67
2-10. Esquema descriptivo para la rectitud de los árboles .....	69
2-11. Supervivencia de las familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou.....	71
2-12. Árbol dañado por zompopos <i>Atta sp.</i> .....	72
2-13. Árbol dañado por taltuzas <i>Orthogeomys sp.</i> .....	72
2-14. Árbol afectado por daño mecánico .....	72
2-15. Troncos de árboles dispersos en el área de evaluación de la finca Sacoyou .....	73
2-16. Caminos dentro del área de evaluación de la finca Sacoyou.....	74
2-17. Desarrollo de rectitud de las familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou.....	76
2-18. Bifurcación de las familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou .....	77
2-19. Estado fitosanitario en el área de evaluación de la finca Sacoyou.....	78
2-20. Árbol dañado por <i>Lophodermium sp.</i> .....	78
2-21. Árbol dañado por <i>Cronartium sp.</i> .....	79
2-22. Supervivencia de las familias en la parcela experimental de la finca Santa Anita.....	80
2-23. Desarrollo de rectitud de las familias en el área de evaluación de la finca Santa Anita.....	82
2-24. Bifurcación en el área de evaluación de la finca Santa Anita.....	83
2-25. Estado fitosanitario en el área de evaluación de la finca Santa Anita .....	84
2-26. Supervivencia de las familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla.....	84
2-27. Desarrollo de rectitud de las familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla.....	87
2-28. Bifurcación de las familias en el área de evaluación de la finca Santa Anita.....	88
2-29. <i>Cronartium sp.</i> en su fase inicial en el área de evaluación de la finca Lagunilla.....	88
2-30. Comparación de familias de alto potencial en el área de evaluación de la finca Sacoyou .....	89
2-31. Comparación de familias de alto potencial en el área de evaluación de la finca Santa Anita.....	91
2-32. Comparación de familias de alto potencial en el área de evaluación de la finca Lagunilla.....	92

## TRABAJO DE GRADUACIÓN

### EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE PROCEDENCIAS DE PROGENIE DE SEGUNDA GENERACIÓN DE DOS ESPECIES DE *Pinus* EN SU PRIMER AÑO DE CRECIMIENTO Y ESTUDIOS PARA EL MANEJO Y USO DEL RECURSO HÍDRICO Y FORESTAL DE LA FINCA SACOYOU, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ Y LA EMPRESA GEORECURSOS, S. A.

#### RESUMEN

En el presente informe integrado se describen las actividades realizadas para el diagnóstico y los servicios ejecutados en la finca Sacoyou y la empresa Georecursos, S. A., y también de la investigación que se realizó en los Departamentos de Alta Verapaz y Jalapa.

El diagnóstico presentado en el primer capítulo permitió conocer la situación actual de los proyectos PINFOR, del recurso hídrico y de la administración de la finca Sacoyou. Y mediante una conversación con los trabajadores de campo y personal administrativo de la finca Sacoyou se lograron concentrar en una lista plana las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la finca, y con éstas dos últimas se lograron identificar cinco problemas de mayor importancia, de los cuales se seleccionaron dos para proponer servicios que contribuyeran a su solución.

En el segundo capítulo se presenta la investigación realizada durante el EPSA en los Departamentos de Alta Verapaz y Jalapa. El objetivo de la investigación fue evaluar el comportamiento de diferentes procedencias de progenie de segunda generación de *Pinus maximinoii* H.E. Moore y *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguluz ex. Perry en su primer año de crecimiento, en dos fincas del Departamento de Alta Verapaz y una finca en el Departamento de Jalapa. Los resultados fueron la identificación de la familia M17 de *P. maximinoii* en el área de evaluación de la finca Sacoyou, Alta Verapaz, la familia M4 de *P.*

*maximinoii* en el área de evaluación de la finca Santa Anita, Alta Verapaz, y la familia T14 de *P. tecunumanii* en el área de evaluación de la finca Lagunilla, Jalapa; que presentaron la mejor respuesta en altura, sobrevivencia, rectitud, bifurcación y fitosanidad.

En el capítulo tres se describen los servicios realizados en la finca Sacoyou y la empresa Georecursos, S. A, los cuales fueron un estudio de calidad de agua para consumo humano, el establecimiento de parcelas permanentes de medición forestal según metodología INAB y su registro en el software MiraSilv versión 2.9, la realización de un inventario forestal, un estudio de evaluación de impacto ambiental de la cosecha de la plantación voluntaria de coníferas madura de la finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá, y la elaboración de planes de manejo de reforestación y protección.



## **CAPÍTULO I**

### **DIAGNÓSTICO DE LA FINCA SACOYOU, ALDEA COJAJ, SAN PEDRO CARCHÁ, ALTA VERAPAZ**



## 1.1 PRESENTACIÓN

El Ejercicio Profesional Supervisado de la Facultad de Agronomía -EPSA- constituye una oportunidad para poner en práctica los conocimientos adquiridos en la fase de aprendizaje universitaria. El diagnóstico es el primer elemento que integra el EPSA, que mediante una fase de inducción y planificación permite la descripción de los procesos productivos del área de trabajo.

La finca Sacoyou, propiedad de la Compañía Agrícola e Industrial Sacoyou, S. A., históricamente fue utilizada como productora de café y cardamomo, debido a los cambios en la economía de dichos productos y ante la reducción que sufren los recursos naturales a nivel nacional por diferentes factores sociales, culturales como económicos, los propietarios iniciaron un cambio en el uso de la tierra, dando inicio a la plantación de áreas con fines forestales, ingresando al Programa de Incentivos Fiscales del Instituto Nacional de Boques –INAB-, en los años 1988 y 1990 con 135 y 255 hectáreas, respectivamente.

La finca Sacoyou se encuentra ubicada en los municipios de San Pedro Carchá y Lanquín, del Departamento de Alta Verapaz, y dicha finca es de uso netamente forestal, en sus inicios albergó colonos, pero fueron reubicados en poblados alrededor de la finca con el fin de lograr que el desarrollo de la actividad forestal fuera óptimo. Las áreas que ocuparon los colonos fueron reforestadas, de manera que constituyeron parte del proyecto del Programa de Incentivos Forestales –PINFOR- del año 2000, razón por la cual dichos polígonos se encuentran dispersos.

El presente diagnóstico se realizó siguiendo la estructura de la metodología del programa del EPSA con el cual se logró conocer la situación actual de los proyectos PINFOR, del recurso hídrico y de la administración de la finca Sacoyou, con el fin de analizar la información disponible para proponer recomendaciones para soluciones de los problemas que sean detectados a manera que sean viables económica, social y ambientalmente. Y fueron dos los problemas de mayor importancia detectados mediante una matriz de priorización de problemas, éstos fueron la necesidad del *establecimiento de parcelas permanentes de medición forestal* y el desconocimiento de la *calidad de agua para*

*consumo humano*. Con éstas limitantes se recomendó que se ejecutaran en la fase de servicios para contribuir de forma positiva con el desarrollo de los recursos naturales renovables de la finca Sacoyou.

## **1.2 ANTECEDENTES**

A fines de 1996, el decreto legislativo 101-96, crea el 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.

La finca Sacoyou ingresa al PINFOR en el año 2000, ya que dicho programa es una herramienta de la política forestal nacional de largo plazo que promueve el INAB con el fin de producción forestal sostenible mediante el estímulo a la inversión en las actividades de forestación, reforestación y manejo de bosques.

La finca Sacoyou trabaja en su mayoría la especie de *Pinus maximinoii*. Con el PINFOR se ha logrado un mejor desarrollo y mantenimiento de la finca, ya que este programa ha permitido mantener una producción forestal sostenible e incentivar el mantenimiento de bosques plantados así también de bosques naturales.

Actualmente la finca Sacoyou tiene establecidos cuatro proyectos dentro de PINFOR, tres de ellos de producción, los cuales se ingresaron en el año 2000 con una extensión de 30.35 hectáreas, en el año 2006 una extensión de 61.40 hectáreas y en el año 2007 una extensión de 60.16 hectáreas; y uno de protección, el cual consta de una extensión de 31.93 hectáreas. Para el año 2008 se tenía planificado ingresar a PINFOR una extensión de 80 hectáreas para producción, manteniendo así un promedio de 80 hectáreas por año ingresadas a PINFOR.

## 1.3 MARCO REFERENCIAL

### 1.3.1 Localización, extensión, límites y vías de acceso

#### A. Ubicación política y geográfica

La finca Sacoyou se ubica en los Municipios de San Pedro Carchá y Lanquín, en el Departamento de Alta Verapaz (ver figura 1-1).

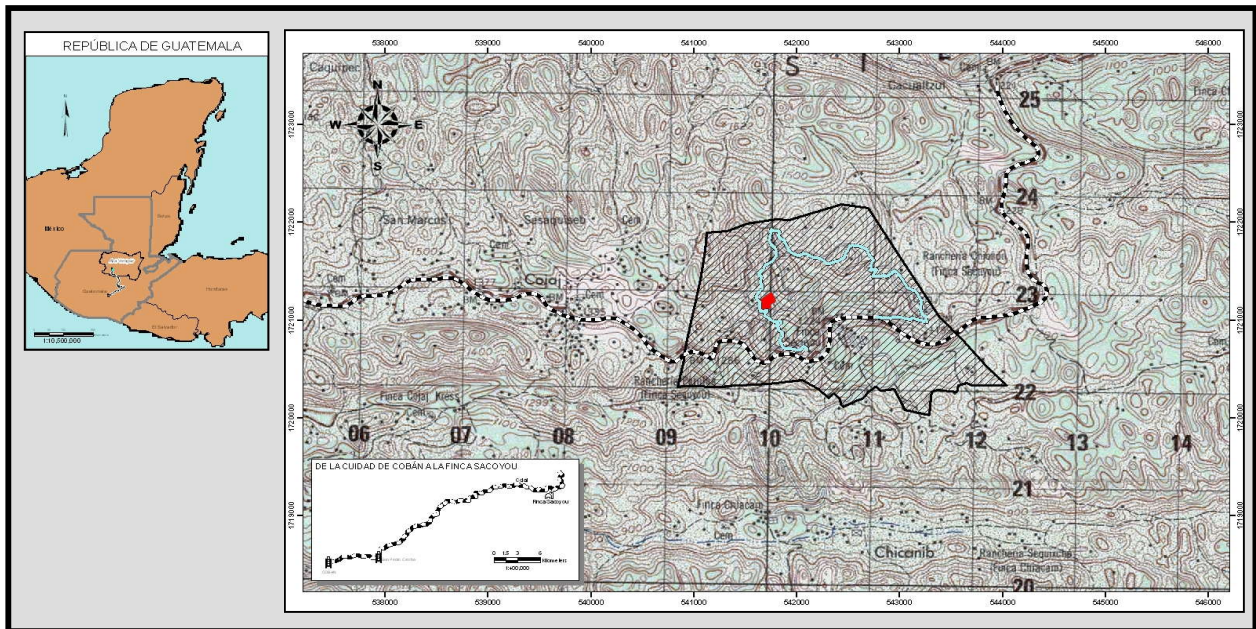


Figura 1-1. Ubicación política y geográfica de la finca Sacoyou

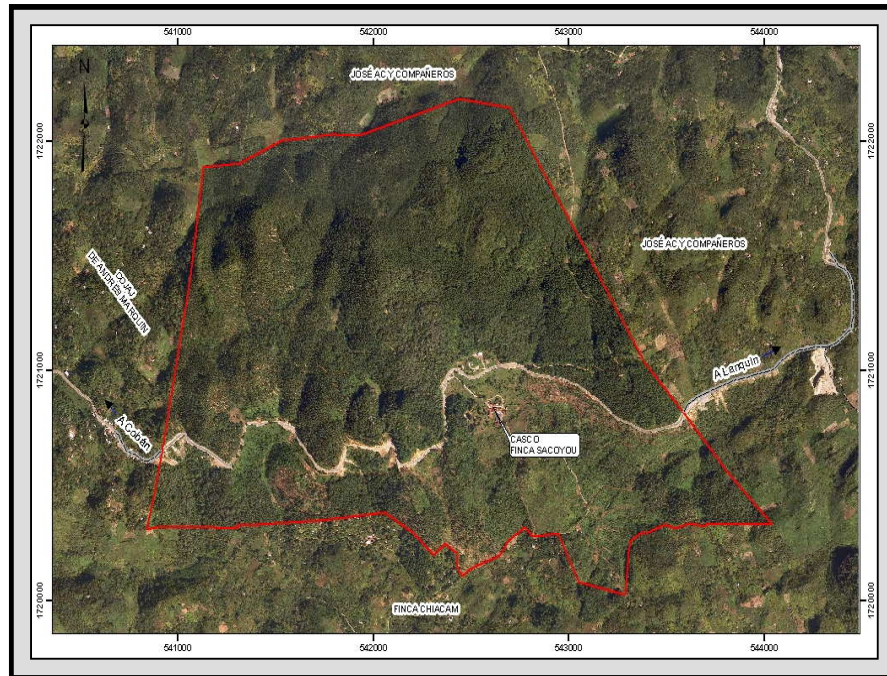
#### B. Área total

La finca tiene una extensión total de 605.26 hectáreas, que equivale a 13.45 caballerías (Aragón (2003)).

Las colindancias de la finca son (Aragón (2003)):

*Cuerpo principal denominado Matriz con 492.76 ha (ver figura 1-2):*

- Norte: Parcelas de José Ac y compañeros
- Sur: Finca Chiacam
- Este: Parcelas de José Ac y compañeros, y Finca Chimel
- Oeste: Cojaj de Andrés Maquín



**Figura 1-2.** Colindancias de la finca Sacoyou

### **C. Vías de acceso**

Partiendo de la ciudad capital por la carretera CA-9 Norte, CA-14, hasta llegar a la cabecera departamental de Alta Verapaz, luego se conduce 28 kilómetros por la Ruta Nacional 5 que conduce al municipio Fray Bartolomé, hasta la finca Sacoyou en el kilómetro 251.5 (Aragón (2003)).

#### **1.3.2 Fisiografía y relieve**

La finca se ubica en la región fisiográfica Tierras Calizas Altas del Norte, con una elevación de 1100 msnm. La pendiente oscila entre el 16 al 55%, definiéndose como una topografía ondulada (Aragón (2003)).

#### **1.3.3 Clima**

Según el sistema de clasificación climática de Thornwaite, la finca se ubica en una zona con clima B'b'Ar, es decir, un clima semicálido que posee un invierno benigno, pero a la vez es muy húmedo y carece de estación seca (Aragón (2003)).

El patrón de lluvias varía de 2045 a 2514 mm, teniendo como promedio 2280 mm de precipitación total anual. Las biotemperaturas oscilan entre 13°C a 16°C (Aragón (2003)).

### 1.3.4 Hidrología

La finca cuenta con corrientes efímeras y no existe ningún río con caudal permanente que pase por la propiedad (Aragón (2003)).

### 1.3.5 Suelos y Geología

Según Simmons *et al.* 1959, los suelos Carchá son suelos desarrollados sobre material madre de ceniza volcánica de grano fino, con relieve suavemente ondulado a ondulado, con drenaje interno rápido; el suelo superficial presenta coloración café muy oscura, una textura franco limosa y consistencia friable, con un espesor aproximado de 30 cm; el subsuelo presenta coloración café amarillenta, consistencia friable, textura franco arcillo limosa y un espesor aproximado de 60 cm. Los suelos Carchá, son profundos desarrollados en climas húmedos, se encuentran en altitudes entre 600 y 1200 msnm. Éstos ocupan el fondo de los valles ondulados o ligeramente ondulados en la región de las calizas y en que son más amarillentos (Simmons *et al.* (1959)).

La descripción del perfil del suelo Carchá se presenta en el cuadro 1-1.

**Cuadro 1-1.** Perfil del suelo Carchá

Perfil	Estructura	Reacción	pH
Suelo superficial	Granular a migajosa	De fuerte a medianamente ácida	5.5
Subsuelo superior	Cúbica, suave		
Subsuelo	Cúbica fina		
Subsuelo más profundo	Es ceniza volcánica descompuesta y no se ha desarrollado ninguna estructura		
Substrato	Es ceniza volcánica parcialmente descompuesta		
			6.0

Fuente: Simmons *et al.* 1959

### 1.3.6 Vegetación

La especie predominante en el bosque es *Pinus maximinoii* seguida de *P. oocarpa*. En el estrato bajo se encuentran los arbustos palo verde, pacaya silvestre y gramíneas (Aragón (2003)).

### 1.3.7 Zona de Vida

La finca se ubica en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Frío, donde la vegetación natural que se considera indicadora está representada por *Liquidambar styraciflua*, *Persea donnell smithii*, *Pinus pseudostrobus*, *Persea schiediana*, *Rapanea ferruginea*, *Clthra spp.*, *Myrica spp.*, *Croton draco* y *Eurya seemanii* (Cruz (1981)).

### 1.3.8 Uso de la tierra 2008

El uso para el año 2008, tal como se muestra en el cuadro 1-2, es de bosque de pino (*Pinus maximinoii*), el cual inició con dos plantaciones voluntarias realizadas en los años 1988 y 1990, con 135 y 255 hectáreas, respectivamente. Actualmente esta área se encuentra bajo manejo forestal, realizándose el aprovechamiento final con el método de tala rasa. También posee plantaciones dentro del programa PINFOR, en el año 2000 se plantaron 30.35 hectáreas, en el 2006 se plantaron 61.40 hectáreas, en el 2007 se plantaron 60.16 hectáreas y en el 2008 se planificó la plantación de 80 hectáreas de las 101.90 hectáreas disponibles. La finca cuenta con bosque natural dentro del programa PINFOR para protección con un área de 31.93 hectáreas.

El área de infraestructura está conformada por un predio, con un área de 0.71 hectáreas, y el casco de la finca, con un área de 1.63 hectáreas.

**Cuadro 1-2.** Uso de la tierra 2008

Uso	Área (ha)
Bosque de pino	87.07
PINFOR 2000	30.35
PINFOR 2006	61.40
PINFOR 2007	60.16
PINFOR protección	31.93
Para siembra	101.90
Bosque joven	8.96
Potrero	12.08
Predio	0.71
Reforestación rala	0.31
Carretera	5.01
Casco	1.63
Liquidámbar	0.38



## **1.4 OBJETIVOS**

### **1.4.1 Objetivo General**

Realizar un diagnóstico de la finca Sacoyou en la Aldea Cojaj, San Pedro Carchá, Alta Verapaz.

### **1.4.2 Objetivos Específicos**

- Describir el estado actual de los proyectos PINFOR y del recurso hídrico de la finca Sacoyou.
- Describir la situación actual de los aspectos organizacionales de la finca Sacoyou.
- Identificar los principales problemas que enfrenta la finca Sacoyou para el desarrollo de los proyectos PINFOR, del recurso hídrico y manejo administrativo.
- Priorizar los principales problemas para brindar recomendaciones para soluciones de los problemas encontrados en la finca Sacoyou.

## **1.5 METODOLOGÍA**

La metodología que se usó para la elaboración del diagnóstico se dividió en tres fases, *Primera Fase de Gabinete, Fase de Campo y Segunda Fase de Gabinete*; en la primera fase el objetivo principal fue la *recolección de información primaria*, a través de una visita a la empresa administradora de la finca Sacoyou, Georecursos, S. A., al Instituto Nacional de Estadística –INE- y al INAB. En la segunda fase el objetivo principal fue la *recolección de información primaria*, a través de un caminamiento en la finca Sacoyou, observación directa de los proyectos PINFOR establecidos, de los procesos de extracción de madera, de los procesos de producción que manejan en la finca y del estado del recurso hídrico, y, a través de un FODA con los trabajadores de campo y personal administrativo de la finca, para conocer la situación actual de los aspectos organizacionales de la misma. Y en la tercera fase el objetivo principal fue el *análisis de la información recolectada*, con el fin de lograr una priorización de los problemas o limitantes encontradas en la finca.

### **1.5.1 Primera fase de gabinete**

#### **A. Recolección de información secundaria**

En la empresa administradora de la finca Sacoyou, Georecursos, S. A., se logró hacer una revisión de una monografía de la finca Sacoyou, de la descripción biofísica de la finca y de información sobre el estado actual de los proyectos PINFOR establecidos e información sobre mapas más actualizados.

En el INE se obtuvo información sobre el XI Censo de Población y VI de Habitación realizado en el año 2002, de los lugares poblados alrededor de la finca y de la finca.

En el INAB se obtuvo información sobre planes de manejo de los proyectos PINFOR establecidos en la finca Sacoyou.

### **1.5.2 Fase de campo**

#### **A. Recolección de información primaria**

Con los mapas del área se procedió a verificar la concordancia de la misma con caminamientos y observación directa del área en estudio de la finca, de manera que se

visitaron los proyectos PINFOR establecidos, se observó el proceso de extracción de madera, y se visitaron también los manantiales de la finca.

Mediante el caminamiento se identificaron los cuatro proyectos PINFOR establecidos y el proceso de extracción, logrando además, identificar las principales plagas que atacan en cada edad.

Con un FODA se logró la participación de los trabajadores de la finca, y se conoció la situación actual de sus aspectos organizacionales. Se hizo por separado con el objetivo de no reprimir la opinión de cada uno de los trabajadores, ya que todos tenían algo importante por aportar, de manera que se hizo a través de una plática, tomando nota de los aspectos más relevantes. Los trabajadores que participaron en el FODA fueron el representante legal de la finca, el encargado de la administración de la finca y los trabajadores de campo la finca.

### **1.5.3 Segunda fase de gabinete**

#### **A. Análisis de la información recolectada**

El análisis de la información recolectada se hizo de dos formas, se utilizó una *Matriz de priorización* para describir la situación actual e identificar los principales problemas o limitaciones en el estado de los proyectos PINFOR y el recurso hídrico de la finca; y se utilizó un *FODA* para describir la situación actual de los aspectos organizacionales de la finca.

## 1.6 RESULTADOS

### 1.6.1 Estado de los proyectos PINFOR y del recurso hídrico de la finca Sacoyou

El proyecto PINFOR 2000, del cual en el cuadro 1-3 se muestra una ficha técnica, se encuentra en buenas condiciones, manifestando un alto potencial de crecimiento. En el caminamiento realizado se encontró que la plaga de ardillas (*Scyurus sp.*) afecta en la parte alta de los fustes, por lo que se recomienda probar distintos métodos de control para permitir un buen desarrollo de la plantación.

**Cuadro 1-3.** Ficha técnica de PINFOR 2000

<b>Fecha de plantación</b>	Año 2000
<b>Especie</b>	<i>Pinus maximinoii</i>
<b>Área</b>	30.35 hectáreas
<b>Distribución inicial</b>	3 x 3 m
<b>Estado fitosanitario</b>	El proyecto se encuentra libre de enfermedades.
<b>Plagas</b>	El proyecto fue afectado por una plaga de zompopos ( <i>Atta sp.</i> ) que fue controlado mediante la aplicación de un fungicida para la eliminación del hongo <i>Leucocoprinus gongylophorus</i> que es con el que hace simbiosis para su existencia. También fue afectado por una plaga de ardillas ( <i>Scyurus sp.</i> ), se han probado distintos métodos de control alcanzando una mitigación en el daño causado.
<b>Clase de desarrollo</b>	Bosque joven
<b>Historial silvícola</b>	Se han hecho las prácticas silviculturales correspondientes de plateos, tutoreos, podas y raleos.

El proyecto PINFOR 2006, del cual en el cuadro 1-4 se muestra una ficha técnica, se encuentra en buenas condiciones, manifestando un alto potencial de crecimiento, en el caminamiento realizado se encontró que la plaga de zompopos (*Atta sp.*) afectó la plantación, pero debido a que se logró controlar mediante la aplicación de un fungicida para la eliminación del hongo *Leucocoprinus gongylophorus*, se logró la recuperación de su ataque, expresando un desarrollo en forma óptima.

**Cuadro 1-4.** Ficha técnica de PINFOR 2006

<b>Fecha de plantación</b>	Año 2006
<b>Especie</b>	<i>Pinus maximinoii</i>
<b>Área</b>	61.40 hectáreas
<b>Distribución inicial</b>	3 x 3 m
<b>Estado fitosanitario</b>	El proyecto se encuentra libre de enfermedades.
<b>Plagas</b>	El proyecto fue afectado por una plaga de zompopos ( <i>Atta sp.</i> ) que fue controlado mediante la aplicación de un fungicida para la eliminación del hongo <i>Leucocoprinus gongylophorus</i> .
<b>Clase de desarrollo</b>	Bosque joven
<b>Historial silvícola</b>	Se han hecho las prácticas silviculturales correspondientes de plateos, tutoreos, la primera poda, debido a que el crecimiento en altura de este proyecto ha sido acelerado.

El proyecto PINFOR 2007, del que se muestra una ficha técnica en el cuadro 1-5, se encuentra en buenas condiciones, manifestando un adecuado crecimiento. En el caminamiento realizado se encontró que debido a los ataques iniciales se determinó hacer un control preventivo de la plaga de zompopos (*Atta sp.*) mediante la aplicación de fungicida para la eliminación del hongo *Leucocoprinus gongylophorus*, con el fin de lograr un desarrollo en forma óptima.

**Cuadro 1-5.** Ficha técnica de PINFOR 2007

<b>Fecha de plantación</b>	Año 2007
<b>Especie</b>	<i>Pinus maximinoii</i>
<b>Área</b>	60.16 hectáreas
<b>Distribución inicial</b>	3 x 3 m
<b>Estado fitosanitario</b>	El proyecto se encuentra libre de enfermedades.
<b>Plagas</b>	A este proyecto se le aplicó un control preventivo de la plaga de zompopo ( <i>Atta sp.</i> ) para la eliminación del hongo <i>Leucocoprinus gongylophorus</i> .
<b>Clase de desarrollo</b>	Bosque joven
<b>Historial silvícola</b>	Se han hecho las prácticas silviculturales correspondientes de plateos y tutoreos.

El manejo de estos proyectos se hace rigiéndose con los planes de manejo realizados para estos. Hasta la fecha los tratamientos silviculturales aplicados a cada proyecto han sido los que se muestran en el cuadro 1-6.

**Cuadro 1-6.** Tratamientos silviculturales aplicados a los proyectos PINFOR

<b>Tratamientos silviculturales</b>	<b>Proyecto PINFOR 2000</b>	<b>Proyecto PINFOR 2006</b>	<b>Proyecto PINFOR 2007</b>
Plateos	X	X	X
Control de plaga de zompopo ( <i>Atta sp.</i> )	X	X	X
Tutoreo	X	X	X
Poda 1	X	X	
Raleo 1	X	X	
Poda 2	X		
Raleo 2	X		

Tal como se ve en el cuadro 1-6, los tratamientos silviculturales aplicados hasta el año 2008 para cada uno de los proyectos establecidos han sido los plateos, control de plaga

de zompopo (*Atta sp.*) la aplicación de un fungicida para la eliminación del hongo *Leucocoprinus gongylophorus*, tutoreo, la primera poda, el primer raleo, la segunda poda y el segundo raleo.

Para el proyecto PINFOR 2000 el primer raleo se hizo para extraer los árboles imperfectos, de manera que no hubo un aprovechamiento económico.

Para el proyecto PINFOR 2006 la primera poda se hizo en su segundo año de crecimiento debido a que los árboles tuvieron un crecimiento en altura muy acelerado.

A través del caminamiento en los proyectos PINFOR se logró identificar que la plaga de zompopos (*Atta sp.*) ataca las plantaciones de 1 a 5 años de edad, mientras que la plaga de taltuzas (*Orthogeomys sp.*), que afectan la raíz de los árboles, y ardillas (*Scyurus sp.*), que afecta descortezando los árboles en su parte alta, atacan en edades de 5 años en adelante, siendo esta la plaga más difícil de controlar. El ataque del gorgojo (*Dendroctonus sp.*) se identificó que inicia cuando se da el proceso de extracción de troza o trocillo que es apilado en las bacadías situadas en la orilla de la carretera donde se ubica el transporte que se llevará dicho producto extraído, y es desde las bacadías que inicia la dispersión del gorgojo (*Dendroctonus sp.*) hacia los árboles plantados más cercanos.

Dentro de los recursos forestales que posee la finca también se incluye un área de evaluación de distintas procedencias de progenie de segunda generación de *Pinus maximinoii* que fue establecido en el año 2007, que se evalúa en apoyo a la Cooperativa de los Recursos Coníferos de Centroamérica y México –Camcore-, en esta área también se realizó un caminamiento y además se georreferenció cada uno de los mojones con el fin de realizar un modelo de elevación digital en apoyo a dicha investigación.

Otro aspecto importante que se observó mediante el caminamiento fue que se tiene iniciado el proyecto de balastro de los caminos de la finca.

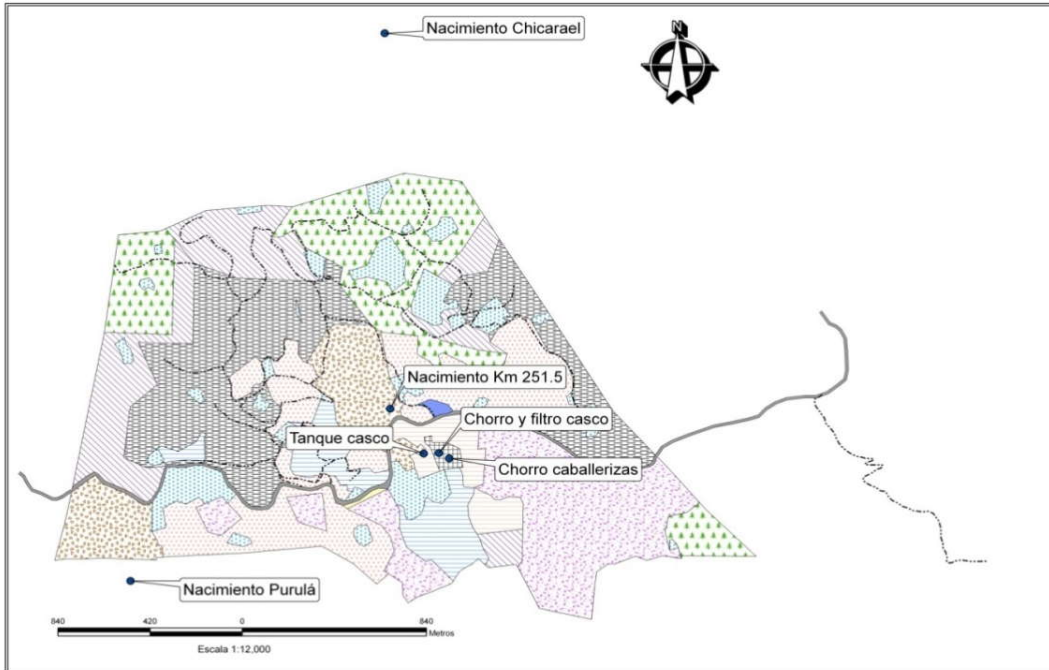
## **A. Análisis de resultados**

La limitante identificada en los proyectos PINFOR fue que en el reglamento de la Ley Forestal dice que a partir del año 2003, los propietarios de áreas mayores de 45 hectáreas deben instalar parcelas permanentes con el fin de contribuir con el INAB en la evaluación del crecimiento y rendimiento de plantaciones de esta región. Y dichas parcelas aún no han sido establecidas en la finca Sacoyou, por lo que se recomienda que se inicie el establecimiento de las mismas.

En el ensayo experimental de distintas procedencias de progenie de segunda generación de *Pinus maximinoii* que fue establecido en el año 2007 que se evalúa en apoyo a Camcore, se observó la falta de identificación del mismo, por lo que se recomienda que por la relevancia de esta evaluación se haga la respectiva identificación de este ensayo, con el fin de apoyar el buen desarrollo de dicha investigación.

Cabe mencionar que el estado del suelo es muy bueno, en la finca manejan un método para cuidarlo, el cual consiste en arrendar tierra a cambio de que cuiden los pinos en los primeros dos años de establecimiento, ya que la necesidad de tierras en este sector es muy grande, funcionando como un sistema agroforestal Taungya, conocido en el lugar como “siembra milpa”.

La finca posee dos manantiales dentro de su manejo (ver figura 1-3) los cuales son Chicarael y Purulá, y dentro de su jurisdicción habilitaron varios tanques de captación y distribución de agua, lo cual es una ventaja porque abastecen de agua en época seca como en época lluviosa. La limitante identificada en este aspecto fue que la finca Sacoyou desconoce la calidad de agua con la que cuenta, además que no se tiene protección del agua, que se utiliza principalmente para consumo humano, por lo que se recomienda que se realice un estudio cualitativo del agua que abastece a la finca y que se inicie la gestión para el cuidado de las instalaciones del agua procedente de los manantiales.



**Figura 1-3.** Ubicación de manantiales dentro de la finca Sacoyou

El proyecto de balastro de caminos de la finca es importante y su finalización ofrecerá mejores condiciones de acceso para la extracción de producto de raleos y aprovechamientos, por lo que se recomienda la conclusión de esta actividad.

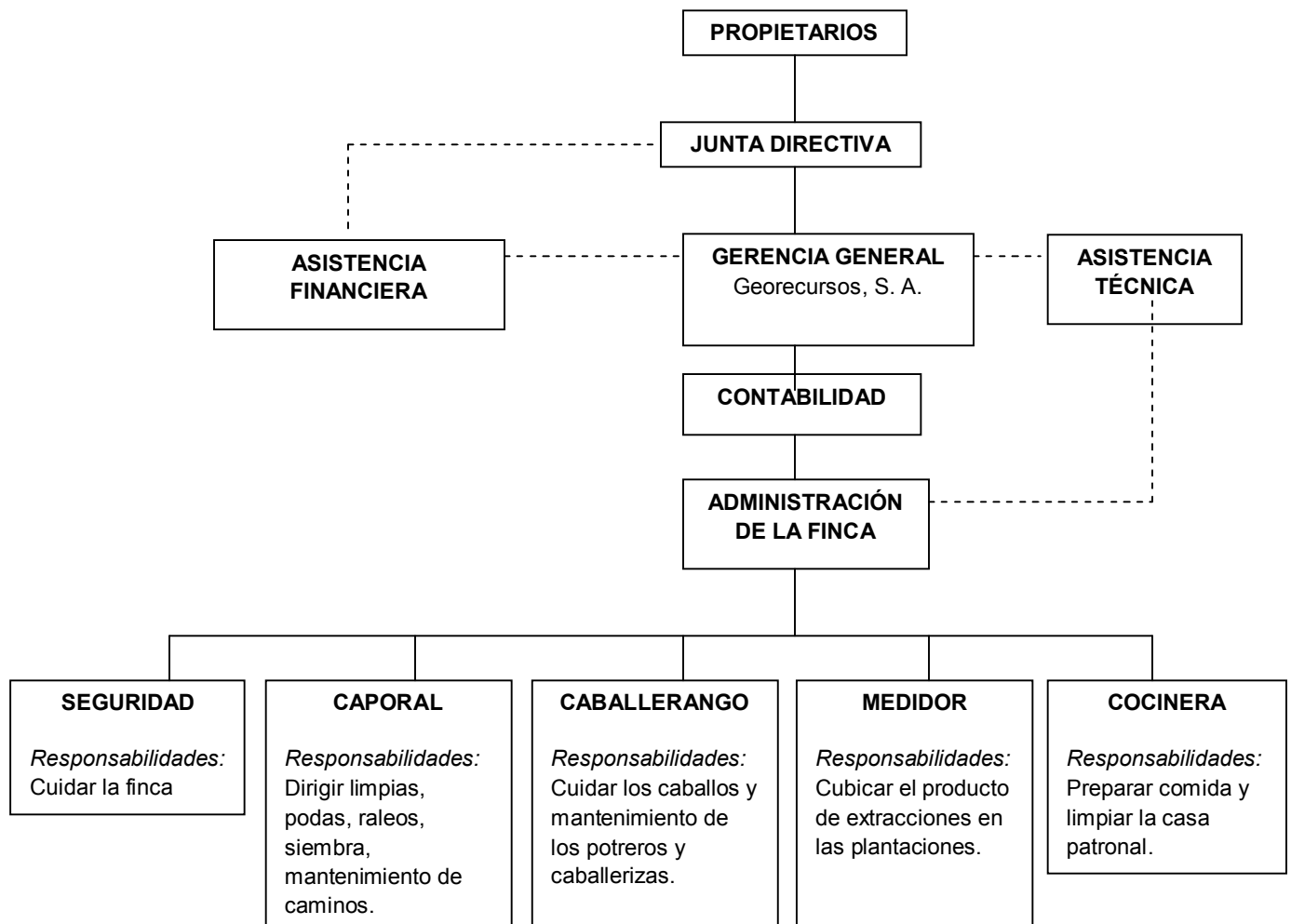
### 1.6.2 Aspectos organizacionales de la finca

La finca cuenta con cinco trabajadores permanentes, en la parte de oficina con el administrador de la finca, en la casa patronal con un guardia y una cocinera, un caballerango que es el encargado de realizar las actividades de mantenimiento de los caballos, de los potreros y de las caballerizas, y un caporal, quien es el encargado de dirigir las limpias, podas, raleos y mantenimiento de caminos. Además cuenta con diez trabajadores temporales, quienes trabajan bajo el mando del caporal para actividades que asignadas al caporal.

Todos los trabajadores temporales de la finca provienen de la aldea San Jorge.

La organización administrativa de la finca Sacoyou está conformada como se muestra en la figura 1-4.





**Figura 1-4.** Organigrama de la finca Sacoyou

La administración de la finca Sacoyou hasta la fecha ha alcanzado todos sus retos propuestos a nivel técnico, administrativo y económico (Aragón (2007)), de modo que han logrado una mejora en el desarrollo de la misma.

Mediante una conversación con los trabajadores de campo y personal administrativo de la finca, se lograron concentrar en una lista plana las fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas de la finca Sacoyou, como se muestra en el cuadro 1-7. En dicho cuadro se destaca que las prioridades de la finca son *producción y control*; de modo que las cinco

fortalezas y cuatro oportunidades identificadas, pueden utilizarse para trabajar sobre las debilidades y disminuir las amenazas.

**Cuadro 1-7.** Lista plana FODA situación organizacional finca Sacoyou

INTERNOS	
<p><b>FORTALEZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Subcontrato extracción</li> <li>• Registro dentro del proceso de extracción por subcontratistas</li> <li>• Administración pequeña</li> <li>• Tiempo libre del administrador</li> <li>• Buenas instalaciones</li> </ul>	<p><b>DEBILIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Hay meses sin producción</li> <li>• Leña queda tirada después de extracciones por raleos y/o aprovechamientos</li> </ul>
EXTERNOS	
<p><b>OPORTUNIDADES</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Oportunidad de crecimiento (ventas)</li> <li>• No hay límites de extracción de volumen</li> <li>• Oportunidad de realizar actividades extraordinarias</li> <li>• Hotel</li> </ul>	<p><b>AMENAZAS</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Amenaza de invasión por comunidades aledañas (robos)</li> <li>• Debido a que no hay límites de extracción de volumen, pueden cortar áreas que no deben</li> </ul>

### 1.6.3 Problemas identificados

Los problemas que se identificaron mediante el diagnóstico de los proyectos PINFOR y del recurso hídrico fueron *a) necesidad del establecimiento de parcelas permanentes* porque como se describió anteriormente, la Ley Forestal dice que a partir del año 2003, los propietarios de áreas mayores de 45 hectáreas deben instalar parcelas permanentes con el fin de contribuir con el INAB en la evaluación del crecimiento y rendimiento de plantaciones de esta región, pero que en la finca Sacoyou aún no se ha iniciado el establecimiento de las mismas por lo que se recomienda se de inicio al establecimiento de las mismas; *b) desconocimiento de calidad de agua abastecida por los dos manantiales dentro de su jurisdicción*, ya que nunca se ha hecho un estudio sobre este recurso; *c) necesidad de cuidado de las instalaciones del agua para consumo*, pues se está utilizando para consumo humano el agua abastecida por los dos manantiales dentro de la jurisdicción de la finca sin asegurarse que está libre de contaminantes, a pesar de ser agua de manantiales; *d) conclusión de balastro de caminos*, ya que representa una actividad importante que ofrecerá mejores condiciones de acceso para la extracción de producto de raleos y aprovechamientos, por lo que se recomienda la conclusión de esta actividad; *e) monitoreo de plagas* en las plantaciones forestales para permitir un buen desarrollo de las mismas.

La priorización de los problemas identificados fue la siguiente:

Establecimiento de parcelas permanentes (E.P.P.)	= 1
Calidad de agua de manantiales (C.A.)	= 2
Balastro caminos (B.C.)	= 3
Cuidado de instalaciones de agua para consumo (P.A.C.)	= 4
Monitoreo de plagas	= 5

Los dos problemas de mayor importancia identificados fueron *establecimiento de parcelas permanentes* y *calidad de agua de manantiales*, se recomienda que sean realizados como parte de la fase de servicios para contribuir de forma positiva con el desarrollo de los recursos naturales renovables de la finca Sacoyou. Por lo que se recomienda que se inicie el establecimiento de parcelas permanentes de medición forestal en la finca y que se realice un estudio de calidad de agua para consumo humano de la finca.

La priorización de los problemas identificados mediante el diagnóstico realizado en la finca Sacoyou se muestra en el cuadro 1-8.

**Cuadro 1-8.** Matriz de priorización

PROBLEMA	Establecimiento de parcelas permanentes	Calidad de agua de manantiales	Cuidado de instalaciones de agua para consumo	Balastro caminos	Monitoreo de plagas	FRECUENCIA	IMPORTANCIA
Establecimiento de parcelas permanentes		E.P.P.	E.P.P.	E.P.P.	E.P.P.	4	1
Calidad de agua de manantiales			C.A.	C.A.	C.A.	3	2
Cuidado de instalaciones de agua para consumo				B.C.	P.A.C.	1	4
Balastro caminos					B.C.	2	3
Monitoreo de plagas						0	5

## 1.7 CONCLUSIONES

- Mediante el diagnóstico realizado en la finca Sacoyou ubicada en la Aldea Cojaj en el Municipio San Pedro Carchá, Alta Verapaz se dieron a conocer las condiciones actuales y problemas de mayor importancia que enfrenta en sus proyectos PINFOR y su recurso hídrico.
- El estado actual de los proyectos PINFOR y del recurso hídrico de la finca es adecuado porque permite un buen funcionamiento de la misma, pero para mejorarlo se deben llevar a cabo las recomendaciones que sugieren para la solución de los problemas identificados mediante la Matriz de priorización.
- La administración de la finca se basa en una planificación en función de las necesidades para optimizar los recursos, logrando un grado muy bueno de la gestión de tareas dentro de la finca.
- Se identificaron cinco problemas de mayor importancia que fueron *a) necesidad establecimiento de parcelas permanentes; b) desconocimiento de la calidad de agua de los manantiales; c) necesidad de protección de agua para consumo; d) continuación del balastro de caminos; y, e) control de plagas*, los cuales fueron determinados mediante una Matriz de priorización, por lo que se recomienda que estos se visualicen como actividades para lograr el desarrollo óptimo de la finca, de modo que como los principales fueron *la necesidad establecimiento de parcelas permanentes y la necesidad de un estudio de calidad de agua de los manantiales* se recomienda que como parte de la fase de servicios del EPSA se inicie el establecimiento de parcelas permanentes de medición forestal y que se realice un estudio de calidad de agua para consumo humano de la finca Sacoyou.

## 1.8 BIBLIOGRAFÍA

1. Aragón, ME. 2003. Descripción biofísica de la finca Sacoyou, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Guatemala, Georecursos. 8 p.
2. \_\_\_\_\_. 2007. Memoria de labores de Gerencia de Finca Lagunilla y Sacoyou del período mayo 2007 – diciembre 2007. Guatemala, Georecursos. 4 p.
3. Cruz S, Jr De La. 1981. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento: Sistema Holdridge. Guatemala, Instituto Nacional Forestal 42 p.
4. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1997. Mapa topográfico de la república de Guatemala: hoja Campur. No. 2162-IV. Guatemala. Esc. 1:50,000. Color
5. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 96 p.
6. \_\_\_\_\_ 2007. Programa de incentivos forestales (PINFOR) (en línea). Guatemala. Consultado 17 set 2008. Disponible en <http://www.inab.gob.gt>
7. INE (Instituto Nacional de Estadística, GT). 2002. XI Censo de población, VI de habitación. Guatemala. 11 p.
8. INSIVUMEH (Instituto de Sismología, Vulcanología, Meteorología e Hidrología, GT). 1988. Atlas climatológico de la república de Guatemala. Guatemala. 19 p.
9. Salazar Barrera, H. 2008 Mapa de uso actual finca Sacoyou, San Pedro Carchá, Alta Verapaz. Guatemala, Georecursos. Esc. 1:14,000. Color.
10. Simmons, CS; Tárano, JM; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de suelos de la república de Guatemala. Trad. por Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José de Pineda Ibarra. 1,000 p.



## CAPÍTULO II

**EVALUACIÓN DEL COMPORTAMIENTO DE DIFERENTES PROCEDENCIAS DE PROGENIE DE SEGUNDA GENERACIÓN DE *Pinus maximinoii* H. E. Moore Y *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J. P. Perry EN SU PRIMER AÑO DE CRECIMIENTO, EN ALTA VERAPAZ Y JALAPA**

**PERFORMANCE EVALUATION OF THE SECOND GENERATION PROGENY OF DIFFERENT PROVENANCES OF *Pinus maximinoii* H. E. Moore AND *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J. P. Perry IN ITS FIRST YEAR OF GROWTH AT ALTA VERAPAZ AND JALAPA**





## 2.1 PRESENTACIÓN

La Cooperativa de los Recursos Coníferos de Centroamérica y México –Camcore-, que actualmente es también conocida como Programa Internacional para la Conservación y Domesticación de Árboles, es reconocida internacionalmente por la conservación y mejoramiento genético de especies forestales. En el año 1980 recolectó material genético de diferentes especies de coníferas, entre ellas de *Pinus maximinoii* H. E. Moore y *Pinus tecunumanii* (Schw.) Eguluz ex. Perry, en diferentes localidades de Guatemala, éste fue trasladado a Colombia, Sudáfrica y al Sureste Asiático para establecer bancos de conservación y pruebas de progenie. Se utilizaron estas dos especies por su disponibilidad, procedencia y mejoramiento.

Después de más de 20 años de evaluación en los países anteriormente mencionados, los mejores materiales se trajeron de vuelta a Guatemala, y fue en el año 2007 que se realizó el establecimiento de las diferentes procedencias (familias) de segunda generación en tres áreas de evaluación, las cuales son Finca Sacoyou y Finca Santa Anita, ambas ubicadas en el Departamento de Alta Verapaz, en las que se establecieron familias de *P. maximinoii*, y, Finca Lagunilla ubicada en el Departamento de Jalapa en la que se establecieron familias de *P. tecunumanii*.

Según el protocolo de Camcore es necesario hacer una medición de las parcelas experimentales para registrar su crecimiento y desarrollo en el año uno, tres, cinco y ocho de crecimiento. En el presente estudio se realizó la medición en el año uno, midiéndose más variables de las solicitadas en el protocolo con el fin de ampliar el conocimiento sobre la adaptación y respuesta que presentarían las diferentes procedencias evaluadas.

El objetivo de esta investigación fue generar datos del comportamiento de las procedencias evaluadas en Guatemala, para agregar a la base de datos de los ensayos de Camcore de los últimos 28 años. También servirán para evaluar su forma, potencial comercial, ganancia volumétrica y resistencia a enfermedades de dichas especies.

En los materiales de segunda generación evaluados en el área de la finca Sacoyou destacaron las familias M17 y M9, cuya procedencia es San Jerónimo, Baja Verapaz, en cuanto al desarrollo de altura, sobrevivencia, rectitud, bifurcación y fitosanidad. En el área de evaluación de la finca Santa Anita fueron cinco las familias que tendieron a presentar el mejor desarrollo en altura y también en sobrevivencia, rectitud, bifurcación y fitosanidad, éstas fueron M4, M8, M30, M1 y M14 cuyas procedencias son Cobán, Alta Verapaz; San Jerónimo, Baja Verapaz, y, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. Y en el área de evaluación de la finca Lagunilla diez familias tendieron a presentar el mejor desarrollo en altura, sobrevivencia, rectitud, bifurcación y fitosanidad las cuales fueron T14, T15, T28, T23, T9, T8, T32, T19, T26 y T25, cuyas procedencias son La Soledad, Jalapa; San Lorenzo, Zacapa; San Vicente, Baja Verapaz; El Ingenio, Jalapa; Chiul; El Quiché; y, San Jerónimo, Baja Verapaz.

Las alturas alcanzadas por las familias evaluadas en las fincas Sacoyou y Santa Anita, superaron los promedios reportados por Nuñez (1996) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000) para *P. maximinoii*, mientras que las alturas alcanzadas en la parcela de la finca Lagunilla se encontraron debajo del rango reportado por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000) para *P. tecunumanii*.

## 2.2 MARCO TEÓRICO

### 2.2.1 Marco conceptual

#### A. *Pinus maximinoii* H. E. Moore

##### I. Descripción general

##### a. Descripción botánica

*Árbol* de mediano a alto, alcanza de 20 a 50 m de altura y diámetro a la altura del pecho –dap– de 70 a 100 cm. *Fuste* monopodial, recto, delgado, cilíndrico, y en la parte baja se encuentra libre de ramas. *Corteza* gruesa en la parte inferior del fuste, relativamente lisa, placas longitudinales y fisuras profundas longitudinales, de coloración gris-marrón, en los árboles jóvenes y las ramas la corteza se presenta más o menos lisa, con coloración gris-marrón. *Ramas* de primer orden delgadas, las ramas en la parte superior de la corona son largas y a menudo claramente verticiladas, las ramas de órdenes superiores son menos dispersas, son delgadas y flexibles; forman una corona piramidal en los árboles jóvenes y una corona abierta o redondeada en los árboles maduros. *Brotos* uninodales, prominentes, con pulvinos decurrentes con coloración verde o marrón claro, rara vez glaucas. *Catáfilos* subulados-caudados, de 10 a 15 mm de largo, de color marrón con ciliados, los márgenes hialinos, persisten más que los fascículos. *Brotos vegetativos* ovoides-cónicos, los brotes terminales de 15 a 20 mm de largo, los laterales son más pequeños, no son resinosos. Las *vainas de los fascículos* son de 15 a 30 cm de largo, persistentes, imbricadas, de color naranja-marrón con escamas ciliadas y márgenes blancos que se tornan a gris-marrón o gris. *Ascículas* en fascículos de 5, raramente 4 ó 6, en manojos densos, con persistencia de 2 a 2.5 años, delgados, laxos, caducos, a veces pendulares, con dimensiones de 20 a 25 cm de largo x 0.6 a 1.1 mm de diámetro, con márgenes serrados, agudos, con coloración amarillento, verde claro a verde-blanquecino. *Estomas* en todas las caras de las ascículas, en líneas de 2 a 4 en la cara abaxial y en líneas de 2 a 3 en cada una de las dos caras adaxiales. La *anatomía de la hoja (ascícula)*: sección transversal triangular; hipodermis de varias capas, más gruesa en las zonas marginales, a menudo con algunas intrusiones en el mesófilo, especialmente en el lado abaxial de la hoja donde puede tener contacto con la endodermis; de 2 a 4 conductos resiníferos; paredes exteriores celulares endodérmicas engrosadas; 2 haces vasculares, con las dos hebras del xilema a menudo conadas. *Conos masculinos* aglomerados en el

extremo final de los nuevos brotes, a veces también densamente agrupados en los brotes laterales, subtendidos por brácteas subuladas-lanceoladas de color marrón, cilíndricas de 30 a 40 x 5 a 8 mm, que al madurar se tornan a una coloración marrón-rosáceo oscuro. *Conos femeninos* subterminales solitarios o en pares, robustos, pedúnculos curvados que caen con los conos. Los conos inmaduros son ovoides o elípticos, de hasta 15 x 10 mm, con pequeñas espinas, de color marrón claro brillante o glauco. Conos maduros ovoides a ovoide atenuado cuando están cerrados, y más o menos ovoides con una base oblicuamente aplanada cuando se abre, de 5 a 10 x 4 a 8 cm. *Escamas del cono* de 100 a 160 separadas para liberar fácilmente las semillas, leñosas, delgadas y flexibles, oblongas, se extienden hasta 90°, y se muestran simétricamente alrededor del cono, con una coloración marrón púrpura oscuro, con una banda con coloración marrón claro debajo de la apófisis abaxial, y dos marcas de color marrón claro en las alas de las semillas en la cara adaxial. *Apófisis* plana o ligeramente elevada, de 8 a 15 mm de ancho, de forma irregular rómbica a pentagonal, de color marrón claro. *Semillas* oblicuamente ovoides, ligeramente aplanadas, de 4 a 6 x 3 a 4 mm, de coloración amarillenta a marrón oscuro, con o sin manchas oscuras. *Arilos* articulados, efectivos, sostenidos a la semilla por dos anzuelos oblicuos, oblongos, con una lado cerca de la mitad que es recto y más ancho, con dimensiones de 13 a 22 x 4 a 8 mm, con coloración marrón amarillento, y son traslúcidas. (Farjon & Styles. (1997)).

## II. Rodales naturales

### a. Distribución

*Pinus maximinoii* se encuentra principalmente en la mitad sur de México, en Sinaloa, Jalisco, Michoacán, México, Hidalgo, Tlaxcala, Puebla, Veracruz, Guerrero, Oaxaca, y Chiapas; y en las partes montañosas de Guatemala, Honduras, El Salvador, y el Noroeste de Nicaragua. *P. maximinoii* es una especie con una gran amplitud ecológica que se presenta desde la selva subtropical húmeda hasta los bosques nubosos fríos en las altas montañas de Mesoamérica. Su rango altitudinal es grande, va desde 400 a 2800 m. Se presenta en una variedad de suelos bajo diferentes condiciones climáticas; la precipitación anual de Mesoamérica es de 900 a 2500 mm, con las condiciones más húmedas en el Atlántico y vertientes del Pacífico, en estas condiciones descritas anteriormente, *P.*

*maximinoii* se presenta frecuentemente con *Liquidambar styraciflua*, en altitudes menores con *P. oocarpa*. En bosques secundarios de hoja ancha *P. maximinoii* puede asociarse con *P. devoniana* y *P. pseudostrobus*. Puede prevalecer en zonas de pastoreo y resistir quemas. En el centro de México puede crecer en altitudes elevadas con *Abies religiosa*, *P. ayacahuite*, *P. patula*, *P. pseudostrobus*, *P. douglasiana* y a menudo con *Quercus* en bosques mixtos de pino-encino.

Según Farjon & Styles (1997) citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), *P. maximinoii* generalmente se presenta entre 1500 a 2800 m de elevación, pero árboles individuales o solitarios pueden encontrarse en elevaciones menores de 1000 m. Según Dvorak & Donahue (1992) citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), en el Este de Centroamérica, el rango altitudinal de esta especie oscila entre 600 y 2400 m, aunque es más común encontrarla entre 1100 y 1800 m.

Según Nuñez (1996) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), el crecimiento de los árboles puede ser muy rápido en algunas localidades, por ejemplo, en un rodal natural en Cobán el crecimiento en altura promedio de los árboles es de 1.1 metros por año y un incremento en diámetro promedio de 1.3 cm por año durante aproximadamente 25 años.

#### **b. Biología reproductiva**

Según Gutiérrez (1999) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), en Guatemala la dispersión de polen de *P. maximinoii* inicia a finales de febrero, alcanzando su auge en marzo y se finaliza en la primera semana de abril.

Las semillas se dispersan rápidamente en climas cálidos, después de que los conos han madurado. El promedio de semillas por cono es de 145 (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

#### **c. Ecología y especies asociadas**

*P. maximinoii* es una especie pionera extremadamente agresiva que coloniza rápidamente los claros en el bosque (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)). Según estudios de la

Universidad de Carolina del Norte, la iniciación de la raíz lateral y el crecimiento de la raíz principal es más rápido para *P. maximinoii* que para *P. ayacahuite*, *P. chiapensis* o *P. tecunumanii* en cámaras de crecimiento (Dvorak (1990) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)). El patrón de crecimiento inicial en algunos bosques húmedos nubosos como Cobán y San Jerónimo, en Guatemala es interesante, después de iniciar su primer verticilo en las ramas la yema terminal crece de dos a cuatro metros sin haber desarrollado sus ramas laterales formando la “cola de zorro”. Después de este prolongado crecimiento, el árbol da la apariencia de que ha evitado la producción de un segundo verticilo para producir un tercero, pero *P. maximinoii* luego toma un patrón normal de ramificación. Este patrón de desarrollo permite a esta especie superar la competencia con las malezas en los ambientes mésicos (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

Según Dvorak & Donahue (1988) citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), *P. maximinoii* se desarrolla en rodales puros y mixtos. De 23 poblaciones muestreadas por Camcore desde Guerrero, México hasta Honduras, 13% estaban en rodales puros de *P. maximinoii*, 57% era predominante *P. maximinoii* combinado con *P. oocarpa*, 26% era una mezcla igual de *P. maximinoii* y *P. oocarpa*, y 4% era *P. maximinoii* con otras especies más aparte de *P. oocarpa*.

*P. maximinoii* es encontrado en dos tipos de bosque: bosques subtropicales mésicos y en bosques de transición de pino-roble a pino. En los bosques subtropicales mésicos, *P. maximinoii* se encuentra con especies como *P. ayacahuite*, *P. chiapensis*, *P. patula* var. *longipedunculata*, *P. tecunumanii*, *Liquidambar styraciflua*, *Moraceae* spp., y *Quercus* spp. Otras especies de hoja ancha que se encuentran en un típico bosque subtropical mésico incluyen *Rhus striata*, *Myrica cerifera*, *Hedyosum mexicanum*, *Cedrela* spp., *Pimenta dioica*, *Alnus* spp., y *Juglans guatemalensis* (Nuñez (1986) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)). *P. caribaea* var. *hondurensis* se presenta con *P. maximinoii* sólo en una localidad, Lanquín, Guatemala, a una elevación aproximada entre 900 y 1000 m (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

En bosques nubosos más fríos en áreas de Centroamérica, *P. maximinoii* a menudo ocupa las áreas más fértiles cerca de los arroyos, mientras que *P. tecunumanii* ocupa las laderas altas que son relativamente fértiles. En La Lagunilla, Guatemala, *P. maximinoii* ocupa los suelos más fértiles en las laderas altas. *P. maximinoii* es una especie resistente a incendios forestales en relación a *P. tecunumanii* (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

Carlin & Nuñez (1985), Cibrian-Tovar et al (1995) citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), indican que en rodales naturales, *P. maximinoii* es propenso a enfermedades y al ataque de insectos de los órdenes *Diptera*, *Hymenoptera* y *Coleoptera*, que causan daño principalmente a los conos, afectando la dispersión de la especie. *P. maximinoii* es debilitado por sequías y los incendios subsecuentes, de modo que se hace susceptible al ataque de *Dendroctonus* spp. (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)). Según Rayachhetry et al. (1995) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000) en raras ocasiones *P. maximinoii* es atacado por *Cronartium conigenum* una enfermedad que tiene como hospederos alternativos a los miembros de la familia *Fagaceae*.

### **III. Plantaciones**

#### **a. Silvicultura**

Los árboles de *P. maximinoii* crecen rápido si la fuente de semilla es adecuada y si el sitio ha sido bien preparado (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)). Dado que actualmente la mayoría de semillas que se utilizan no son certificadas, la calidad inicial de los rodales es a veces muy pobre. Hay una enorme variabilidad entre árboles, en el crecimiento y desarrollo del tallo. Nuñez, (1986) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), indica que estudios que ha realizado Camcore en rodales naturales de Guatemala, sugieren que la altura máxima de *P. maximinoii* se alcanza cuando llega a la edad de 10 y 15 años hay algunos indicios de que los árboles crecen más rápidamente en parcelas de prueba una vez el sistema de raíces ha sido firmemente establecido (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

La “cola de zorro” presenta mayor problema en plantaciones de *P. maximinoii* situadas cerca del ecuador aunque también se discute con la relación del mejoramiento de los árboles (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

La repuesta de los árboles a la poda es buena, pero con semillas mejoradas esta práctica silvicultural no es necesaria (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

### **b. Calidad de la madera**

La madera es moderadamente pesada y de textura mediana. Es muy susceptible a hongos que producen la mancha azul pero su duramen es moderadamente resistente a hongos de pudrición. Se usa en ebanistería, muebles, carpintería, revestimientos, construcciones livianas, chapas, plywood, juguetes, artesanías, postes de transmisión eléctrica y telefónica (tratados), cortinas o persianas flexibles, pulpa y papel, artículos torneados, puertas, gabinetes (INAB (2003)).

Varias evaluaciones de la calidad de la madera se han realizado en plantaciones de *P. maximinoii*. La densidad de la madera es moderada, pero a menudo es tan buena o mejor que especies comerciales como *P. patula* cuando las dos son plantadas juntas. Se adapta bien para pulpa kraft y a la termomecánica. La madera es de color blanquecino. Las áreas internodales son de calidad fina y proveen una madera excepcional para productos en finger-jointed (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

#### **• Densidad**

Resultados del trabajo de Crockford et al. (1990) en Zimbabue y Wright & Osorio (1993) en Colombia, citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), indican que la densidad de la madera de *P. maximinoii* disminuye conforme aumenta la elevación, esta tendencia también se encontró en otras especies incluyendo a *P. patula* (de Villiers (1965), Boden (1982), Ladrach & Lambeth (1991) citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)), y *P. tecunumanii* (Dvorak & Kellinson (1991) citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)). Es interesante que Wright & Baylis (1993) citados por Dvorak, WS;



Gutiérrez, EA et al. (2000) no hayan encontrado esta tendencia en Sudáfrica en estudios en dos sitios separados por aproximadamente 600 m de elevación.

En un estudio para diferentes rasgos realizado en Helvetia, Sudáfrica, por Wright & Malan, 1991 citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000) donde se examinaron 10 árboles de *P. maximinoii* y 5 de *P. patula*, la densidad de la madera de *P. maximinoii* y *P. patula* fue 456 y 444 kg/m<sup>3</sup>, respectivamente. En un estudio de densidad de la madera de 8 procedencias de *P. maximinoii* a 2450 m de altitud en Colombia, realizado por Wright y Osorio (1993) citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), el promedio de densidad de la madera fue 394 kg/m<sup>3</sup>.

Generalmente la densidad de la madera de *P. oocarpa* es mejor que la de *P. maximinoii*, pero la de *P. maximinoii* es mejor que la de *P. tecunumanii* y *P. patula*, cuando están plantadas juntas (Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000)).

- **Calidad de fibra**

En el estudio de Wright & Malan (1991) citados por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), mencionado anteriormente, en árboles de *P. maximinoii* y *P. patula* de 10.5 años de edad, el primero se diferenció del segundo en el espesor de la pared celular, el área de traqueidas y los diámetros de lumen en las direcciones radial y tangencial. La madera de *P. maximinoii* tenía traqueidas más largas en la sección transversal que *P. patula*, también presentó pared celular de mayor espesor en comparación con *P. patula*, 7.16 vs. 6.47  $\mu\text{m}$ , y área de lumen mayor que *P. patula*, 717 vs. 548  $\mu\text{m}^2$ . En un estudio de árboles de 21 años de edad por Malan (1994) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), la longitud de las traqueidas fue de 1.5 a 2.0 mm en el segundo anillo de crecimiento, y de 2.5 a 3.0 mm en el sexto anillo de crecimiento. El gradiente de incremento difiere significativamente entre procedencias.

## **B. *Pinus tecunumanii* Eguiluz & J. P. Perry**

### **I. Descripción general**

#### **a. Descripción botánica**

*Árbol*, usualmente alto que alcanza hasta 50 a 55 m de altura y 120 a 140 cm de dap. *Fuste* monopodial, recto, delgado, en árboles grandes el fuste queda libre de ramas en los primeros 20 a 30 m. La *corteza* es gruesa en la parte más baja del fuste., es de coloración gris-marrón, arriba de los 3 a 4 la corteza se presenta más delgada, con coloración marrón-rojiza, y en árboles jóvenes y ramas la corteza es delgada. *Ramas* largas, pocas, dispersas, las ramas de órdenes superiores son flexibles pero no colgantes. *Brotes* con bases persistentes y pulvinos decurrentes de coloración marrón rojizo, a menudo glaucas. *Catáfilos* dispersos y recurvados después que las ascículas (hojas) se han caído, subulados, márgenes erosos-ciliados, escariosos, de color marrón y gris negruzco a la intemperie. *Brotes vegetativos* ovados-oblongos a cilíndricos, la yema terminal de 15 a 20 mm de largo, los laterales son más pequeños, y no son resinosos. La longitud inicial de las *vainas de los fascículos* es mayor o igual a 25 mm, con coloración naranja-marrón, y sus escamas imbricadas son ciliadas con márgenes blanquecinos. Ascículas en fascículos de 4, flojas, en manojos dispersos, con persistencia de 2 a 3 años, no pendulares, con dimensiones de 16 a 18 cm x 0.7 a 1 mm, márgenes serrulados, agudas, de color verde brillante. *Estomas* en todas las caras de las hojas, en 5 a 8 líneas en la cara abaxial convexa y en 2 a 5 líneas en cada cara adaxial. La *anatomía de la hoja*: sección transversal triangular; hipodermis con doble capa de células, excepto en las zonas marginales donde es más gruesa, conductos resiníferos de 3 a 4, mediales, a veces 1 interno, en relación con la conexión de las celdas hipodérmicas; las células de la endodermis posee paredes delgadas o rara vez ligeramente engrosadas; 2 haces vasculares. *Conos masculinos* aglomerados en el extremo final de los nuevos brotes, dispersos, subtendidos por brácteas escariosas, ovoides-oblongos a cilíndricos, de 15 a 20 x 5 a 6 mm cuando dispersa polen, de color amarillento tornándose a marrón amarillento. *Conos femeninos* subterminales, en verticilos de 2 a 4, rara vez solitarios, sobre pedúnculos de 20 a 25 mm de largo, semi-serotinosos, persistentes de 1 a 3 años después de dispersas las semillas, cayendo con los pedúnculos. Conos inmaduros ovoides, con el ápice agudo, pedúnculo recurvado con catafilos persistentes, con

coloración purpuráceo. Conos maduros ovoides, con ápice agudo cuando está cerrado, casi simétricos o asimétricos, con una base redondeada en conos abiertos, con dimensiones de 4 a 7 x 3.5 a 6 cm cuando están abiertos. *Escamas del cono* de 100 a 140, separándose normalmente dentro de 1 a 2 años después de la madurez, oblongos, rectos o ligeramente curvados, con coloración púrpura-marrón a marrón rojizo, con marcas de color marrón claro en la parte adaxial de los arilos de las semillas. Apófisis aumentada, transversalmente convexa en las escamas próximas del cono, rómbico o redondeado pero crenato en su margen superior, estriado, de color marrón claro o ligeramente opaco brillante. *Semillas* oblicuamente ovoides, ligeramente aplanadas, de 4 a 7 x 2 a 4 mm, de coloración gris-marrón oscuro, con manchas negruzcas o gris-negruzcas. *Arilos* articulados, efectivos, sostenidos a la semilla por dos anzuelos oblicuos-ovados, con dimensiones de 10 a 13 x 4 a 8 mm, con coloración gris-marrón. (Farjon & Styles. (1997)).

## II. Rodales naturales

### a. Distribución

Esencialmente distribuida en Mesoamérica, en todas las partes bajas hasta las partes más altas de las regiones montañosas de Chiapas (México), Guatemala, Belice, Honduras, El Salvador, y Nicaragua. El rango altitudinal de esta especie es considerable 300 a 2900 m. Constituye el principal componente de bosques de pino y pino-roble de dosel abierto a cerrado, en zonas climáticas que reciben una precipitación anual de al menos 1000 mm y hasta 2500 a 3000 mm en algunos lugares. En rodales abiertos de pino, *P. tecunumanii* se encuentra en asociación con pastos como *Pteridium aquilinum*, *Rubus*, *Calliandra* y *Leucaena* que son predominantes siempre que los disturbios sean leves. En áreas menos disturbadas, generalmente a mayores altitudes, *P. tecunumanii* se encuentra comúnmente asociado con otros pinos como *P. oocarpa*, *P. maximinoii*, *P. pseudostrobus*, y en otros lugares méxicos se asocia con *P. ayacahuite* y *P. strobus* var. *chiapensis*. Otras coníferas con las que se asocia en las cimas de montañas son *Abies guatemalensis* y *Cupressus lusitanica*.

Según Farjon & Styes (1997), Perry (1991) citados por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000) *Pinus tecunumanii* se presenta a una distancia de 900 km de Chiapas, México

(17° 02' N) hasta el centro de Nicaragua (12° 42' N) en una serie de pequeñas poblaciones fragmentadas.

*P. tecunumanii* posee uno de los más grandes rangos altitudinales de cualquiera de los pinos mexicanos con cono cerrado, se encuentra entre 450 a 2900 m. El rango geográfico de esta especie puede dividirse en dos grandes grupos basados en la altitud, y son denominados poblaciones de alta y baja elevación. Las poblaciones de baja elevación son encontradas aproximadamente entre 450 a 1500 m de elevación en las tierras bajas de Belice, Honduras y Nicaragua. Las poblaciones de alta elevación se presentan aproximadamente entre 1500 a 2900 m de altitud, principalmente en Chiapas, México, Guatemala y Honduras con varias poblaciones aisladas en el norte de El Salvador y Nicaragua. Los árboles de cada grupo pueden diferenciarse basándose en sutiles diferencias morfológicas y monoterpeno así como por marcadores RAPD<sup>1</sup> (ADN Polimórfico Amplificado al Azar) únicos (Dvorak et al. (2000), Furman et al. (1997), Grattapaglia et al. (1993) citados por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

Desde hace tiempo se sospecha la introgresión a altas elevaciones entre *P. tecunumanii* y *P. oocarpa*, y entre *P. tecunumanii*, *P. oocarpa* y *P. caribaea* var. *Hondurensis* a bajas elevaciones en rodales naturales, y es también un factor que puede contribuir a las diferencias morfológicas entre los grupos de alta y baja elevación (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

### **b. Biología reproductiva**

Según Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000), la recepción femenina del estróbilo y la dispersión de polen ocurre de diciembre a marzo en Centroamérica, pero en las altitudes mayores e incluso en algunas altitudes menores de regiones tropicales de Guatemala y México la dispersión del polen ocurre de febrero a marzo según Farjon & Styles (1997). En San Jerónimo, Baja Verapaz, la colecta de polen es exitosa en la tercera semana de febrero. Los conos pueden presentarse individuales o en pares, sobre pedúnculos largos

---

<sup>1</sup> Por sus siglas en inglés.

y logran su maduración entre enero y marzo, 22 ó 24 meses después de la polinización. El promedio de semillas por cono es de 90 (Dvorak (2000) citado por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

### **c. Ecología y especies asociadas**

*P. tecunumanii* a menudo ocupa ambientes méxicos, en el norte y este de las laderas de montañas y la parte húmeda entre las colinas y los valles. Los incendios no son frecuentes en estos ambientes húmedos, pero son importantes para la definición de la distribución de la especie (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. 2000). Hunt (1962) citado por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000) indica que *P. tecunumanii* se regenera bien en suelo mineral desnudo después de que han ocurrido incendios, y crece muy rápidamente en rodales muy densos. Esta especie tiene rápido crecimiento inicial. La alta humedad relativa en rodales densos impide la propagación de los incendios intensos. Conforme el árbol va envejeciendo, se forma una estructura gruesa de corteza alrededor de su base, la cual ofrece protección adicional contra incendios. En un típico sitio mesoamericano, *P. tecunumanii* es encontrado en suelos fértiles a lo largo de laderas bajas de los valles, mientras que *P. maximinoii* ocupa áreas más húmedas a lo largo de las orillas de los ríos, y *P. oocarpa* habita las zonas más secas, en las laderas altas. Durante períodos de largos ciclos de sequías, o en casos de intervención humana en donde el fuego se convierte en un evento anual, *P. oocarpa* generalmente sustituye a *P. tecunumanii* como una especie predominante a altitudes entre 1000 y 2200 m (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

Los árboles del grupo de elevaciones altas de *P. tecunumanii* en Centroamérica a menudo se encuentra en rodales puros o asociados con *P. maximinoii*, es menos frecuente encontrarlo asociado con *P. ayacahuite*, *P. oocarpa*, *P. pseudostrobus* y *Cupressus lusitánica*, y muy rara vez con *Abies guatemalensis* y *P. hartwegii* (en Pinalón, Guatemala) en los más altos límites de su rango altitudinal (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

*P. oocarpa*, *P. maximinoii* y *Liquidambar styraciflua* crecen en asociación con el grupo de elevaciones bajas de *P. tecunumanii* (Styles & McCarter, (1988) citados por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

*P. tecunumanii* está relativamente libre de enfermedades en rodales naturales. Los conos son ocasionalmente afectados por *Cronartium conigenum* y probablemente los cánceres del tallo son causados por el mismo patógeno que se encuentra en los árboles jóvenes infectados (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)). *Dendroctonus* spp. ataca a *P. tecunumanii* como con otras especies de pino (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

*P. tecunumanii* se encuentra en la lista roja de árboles de Guatemala, según Vivero, JL et al. (2005).

### **III. Plantaciones**

#### **a. Silvicultura**

Según un estudio en Karnataka, India, el mejor espaciamiento en plantaciones de *P. tecunumanii* con fines de producción de pulpa, fue de 2.5 por 2.5 m para una rotación de 12 años (Torvi et al. (1998) citado por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

*P. tecunumanii* generalmente produce un tallo individual, por lo que no necesita podas de corrección a temprana edad (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)). Las tasas de crecimiento inicial son de uno a dos metros por año (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)). Cuando *P. tecunumanii* es plantado en bajas elevaciones cerca del ecuador muestra una tendencia de rápido crecimiento en altura, pero no así en el crecimiento diamétrico, mostrando diámetros pequeños como los de *P. caribaea* var. *Hondurensis* (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)). Cuando se planta en suelos arenosos en bajas elevaciones, las bifurcaciones ocurren a menudo. *P. tecunumanii* presenta “cola de zorro”, pero sólo en un rango de 5 a 10% (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)).

#### **b. Calidad de la madera**

Su madera es castaño pálido, textura fina, grano recto y brillo bajo, clasificada como pesada, con un peso de 0.51 a 0.57 g/cm<sup>3</sup>, moderadamente resistente al ataque de hongos de pudrición, pero susceptible a mancha azul, moderadamente tratable, bajo el método vacío-presión, seca al aire con velocidad moderada y moderadamente fácil de trabajar con herramientas manuales y maquinarias. Corresponde al grupo de las maderas

denominadas de utilidad general, puede ser utilizada para carpintería, mueblería, molduras, zócalos, puertas contraplacadas, enchapes, postes para transmisión eléctrica y telefónica (tratados), ventanas, puertas, artesanías, contrachapados y artículos torneados, decoración de interiores, ebanistería, gabinetes, construcción en general, tarimas, pulpa y papel (INAB (2003)).

### **i. Densidad**

Osorio & Dvorak (1993) citados por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000) indican que el promedio de densidad de madera de *P. tecunumanii* a ocho años de edad en Colombia, fue aproximadamente de 344 kg/m<sup>3</sup> para el grupo de elevaciones altas, y para el grupo de elevaciones bajas fue 423 kg/m<sup>3</sup>. En un estudio de árboles de 16 años de edad en Sudáfrica por Dommissé (1994) citado por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000) se encontró que *P. tecunumanii* tenía 10 y 13% más densidad que *P. patula* y *P. taeda*, respectivamente. En un estudio de árboles de 17 años de edad por Malan (1994) citado por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000) la madera temprana tenía mayor densidad que *P. patula* y *P. taeda*. Además, *P. tecunumanii* tenía una media de 10 a 12% de madera tardía comparado con un 20% de *P. patula*, y 30% en *P. taeda* y *P. ellioti*. La madera de *P. tecunumanii* fue notablemente menos variable en densidad en las direcciones radial y axial en el tallo, que *P. patula* y *P. taeda*.

### **ii. Calidad de fibra**

En un estudio de árboles de 17 años de edad en Sudáfrica por Malan (1994) citado por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000) en *P. tecunumanii* se encontraron traqueidas mucho más largas en la sección transversal que *P. patula* o *P. taeda*. En una evaluación de árboles de 16 años de edad en Sudáfrica, Dommissé (1994) citado por Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000) reportó una longitud promedio de traqueidas de la parte inferior del árbol que se acerca a 3.0 vrs. 2.7 mm para *P. patula*. Generalmente las traqueidas de *P. tecunumanii* parecen ser más largas y anchas que *P. patula* o *P. ellioti*, cuando los árboles son plantados en el área de Sudáfrica.

## **C. Conceptos de mejoramiento forestal**

### **I. Genética forestal**

Trata de la aplicación de los principios genéticos generales en el manejo de los recursos forestales (Wellendorf & Ditlevsen (1992)).

La genética forestal es el estudio de la variación heredable en los árboles. La investigación en la genética forestal proporciona información sobre las propiedades genéticas de los árboles, tanto a nivel individual como de poblaciones. Tal información es necesaria para una utilización adecuada de los recursos forestales (Guries, RP (1991)).

El mejoramiento forestal es la aplicación de los principios genéticos al desarrollo de árboles que pudieran tener un mayor valor para los hombres. Es principalmente un proceso de domesticación que supone la selección y propagación de árboles que poseen características deseables. Los detalles específicos del proceso varían dependiendo de si el objetivo primario es una mayor producción de madera, resistencia a plagas, valores de diversión, o alguna combinación de estas características (Guries, RP (1991)).

### **II. Aplicaciones de la genética forestal**

Entre las aplicaciones específicas de la genética forestal están la regeneración natural y dirigida, la producción de semilla, la transferencia de semilla, la conservación de genes y el mejoramiento forestal (Wellendorf & Ditlevsen (1992)).

### **III. Mejoramiento forestal a nivel de familia**

La mayoría de los países que desarrollan programas de plantaciones forestales han iniciado acciones de mejoramiento genético, no sólo a nivel de procedencias sino también a nivel de familias e individuos. El mejoramiento forestal empezó en las zonas templadas de la década de los 30 y se expandió a las zonas subtropicales y posteriormente a las regiones tropicales. El trabajo de mejoramiento se inspiró en el desarrollo de la ciencia genética y en los resultados obtenidos en agricultura y horticultura. Frecuentemente las posibilidades de mejoramiento forestal fueron sobrestimadas, por lo que ha sido muy difícil



llenar las expectativas optimistas de los pioneros en este campo (Roulund & Olesen (1992)).

Sin embargo, a través del trabajo persistente se lograron ganancias considerables con algunas especies en varios países. Además, se ha generado una gran cantidad de información y conocimiento. Esto constituye un importante requisito para el desarrollo del mejoramiento en el futuro (Roulund & Olesen (1992)).

#### **a. Familia**

Es un grupo de individuos derivados del mismo árbol por vía sexual. Si un árbol es polinizado por muchos árboles se genera una familia de polinización abierta y a los hijos se les llama una *familia de medios hermanos o semi-fratrias* (half sib family). Si un árbol es polinizado por otro único árbol bajo condiciones controladas, podemos llamar a los hijos una *familia de polinización controlada o una familia de hermanos completos o fratrias* (Roulund & Olesen (1992)).

### **IV. Mejoramiento forestal a nivel de especies y procedencias**

#### **a. Especie**

Es comúnmente definida como un grupo de individuos de morfología similar capaces de cruzarse con individuos del mismo grupo pero no con individuos de otro grupo. No existe un acuerdo general sobre el grado de similitud que debe existir entre dos individuos para ser considerados de la misma especie (Pedersen AP; Olesen K; Graudal, L. (1993)).

#### **b. Procedencia**

Se denomina procedencia a la localización geográfica de una fuente de semilla. Dentro de una especie, las procedencias pueden diferir, por ejemplo, en crecimiento y adaptabilidad a los sitios (Pedersen AP; Olesen K; Graudal, L. (1993)).

Según Burley & Wood citados por Quemé (1987), tratándose de material clonal o de semilla, la procedencia es la zona geográfica y ambiental en la cual crecieron los árboles progenitores y dentro de la cual se ha desarrollado su constitución genética por selección

artificial y/o natural. Aunque este término puramente forestal no tiene lugar en la jerarquía taxonómica formal, puede que para el bosque natural o indígena, según la naturaleza de las poblaciones bajo consideración, el tamaño y la distribución del área geográfica o ecológica sea equivalente a un ecotipo, una raza geográfica es una variedad o quizás con más frecuencia sea parte de un cline. Se entiende que éste es el caso cuando existen rasgos morfológicos o de otro tipo que ayuden a caracterizarlo.

### **c. Ensayos de procedencias**

Un ensayo de procedencias, en donde se prueban muchas fuentes de semilla de una especie promisorias, es una herramienta esencial para estimar el grado de variación que existe dentro de una especie (Pedersen AP; Olesen K; Gaudal, L. (1993)).

Los sitios experimentales deben ser lo más uniformes posibles, para que sean representativos del área de plantación para ayudar a la validez de los resultados de los experimentos (Pedersen AP; Olesen K; Gaudal, L. (1993)).

Los ensayos de campo cubren áreas grandes, por lo que inevitablemente se incluye variación sistemática en factores como suelo, microclima, topografía, aspecto, uso anterior, etc. El método más simple para evitar que las diferencias entre poblaciones se confundan con variación sistemática ambiental es mediante el bloqueo. El área experimental se divide en bloques de manera que cada uno corresponda a las subdivisiones ambientales más importantes, manteniendo al mismo tiempo homogeneidad dentro de cada bloque (Pedersen AP; Olesen K; Gaudal, L. (1993)).

Burley & Wood citados por Quemé (1987), consideran como investigación de procedencias a los ensayos de campo para seleccionar el origen de semillas más apropiadas para un conjunto particular de condiciones de crecimiento y requerimiento de uso final y estas hacen necesarias recolecciones de semilla que sean representativas de la población de la que se coleccionan. La situación exacta del origen de la semilla debe registrarse junto con los demás datos sobre la estación y la población muestreada. El número de árboles incluidos en la colección debe registrarse aunque para números

grandes una cifra aproximada es suficiente. Puede mezclarse la semilla de todos los árboles y no es necesario mantener por separado la identidad de cada individuo o de semilla una vez que la recolección está terminada. Aunque normalmente se requiere una recolección especial, la mayoría de orígenes de semilla en un ensayo también puede incluirse la semilla de grandes recolecciones comerciales de orígenes bien identificados.

#### **V. Ensayos de primera generación**

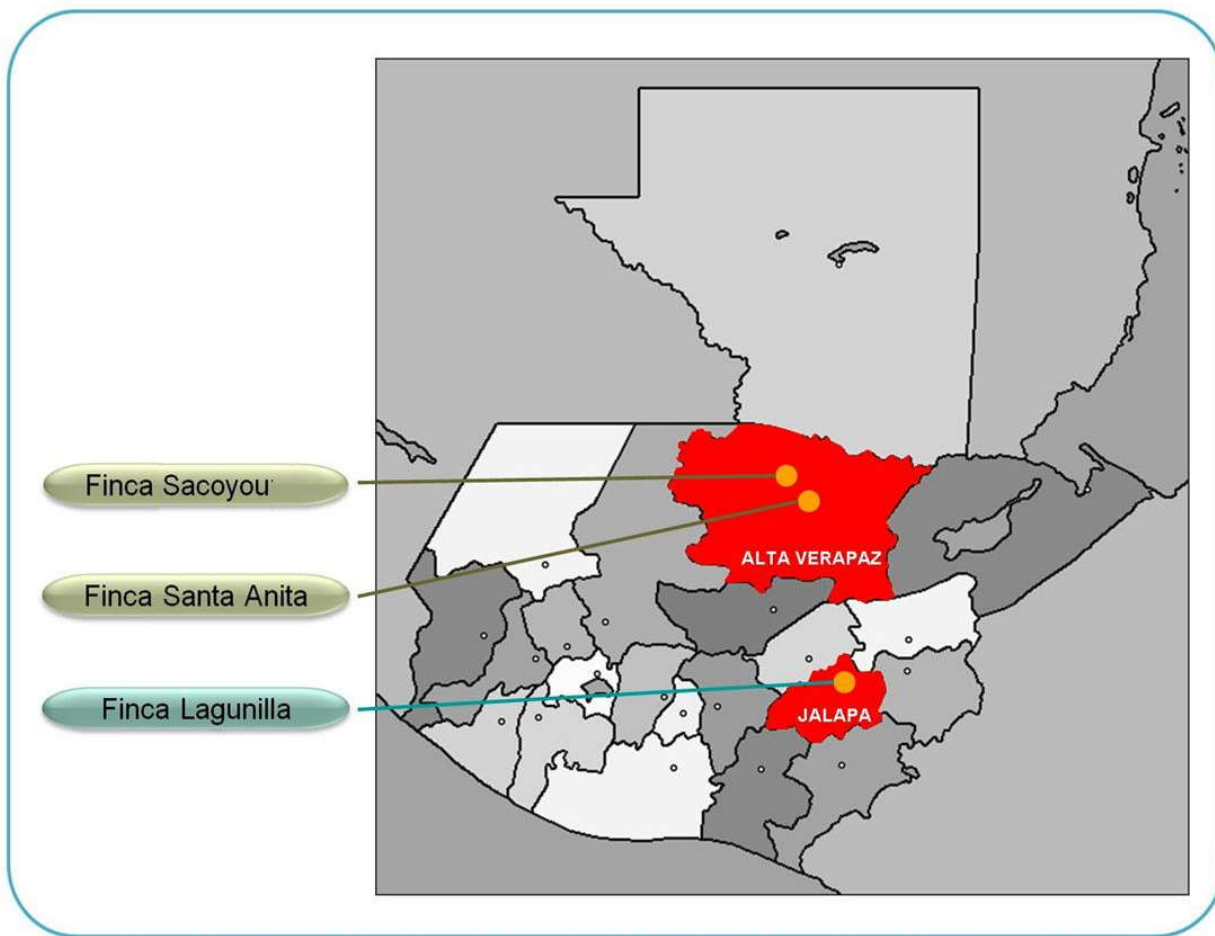
Se refieren a semilla no mejorada, proveniente de colectas de rodales nativos los cuales son ensayados por primera vez en el ambiente local (Hodge, G. (2001)).

#### **VI. Ensayos de segunda generación**

Se refieren a cualquier ensayo de pino o de especie conífera que contiene progenie de selecciones hechas en ensayos de procedencia/progenie regionales (Hodge, G. (2001)).

### 2.2.2 Marco referencial

Fueron tres las áreas establecidas para la evaluación de progenie de segunda generación de *P. maximinoii* y *P. tecunumanii* en su primer año de crecimiento, en Alta Verapaz y Jalapa, éstas se ubican como se muestra en la figura 2-1.



**Figura 2-1.** Ubicación en mapa de las fincas donde se realizaron las evaluaciones

La ubicación y características físicas de cada sitio donde se encuentran establecidas dichas áreas de evaluación se describen en el cuadro 2-1.

**Cuadro 2-1.** Resumen de las características de ubicación y físicas de cada finca donde se establecieron las áreas de evaluación

	<b>FINCA SACOYOU</b>	<b>FINCA SANTA ANITA</b>	<b>FINCA LAGUNILLA</b>
Ubicación política y geográfica	Se ubica en los Municipios de San Pedro Carchá y Lanquín, en el Departamento de Alta Verapaz (Ver Anexo 2-1).	La finca se ubica en el Municipio de Cobán, en el Departamento de Alta Verapaz (Ver Anexo 2-2).	La finca Lagunilla se encuentra ubicada en el Municipio de Jalapa, Departamento de Jalapa (Ver Anexo 2-3).
Área total	Tiene una extensión total de 605.26 hectáreas, que equivale a 13.45 caballerías. Las colindancias de la finca son: *Cuerpo principal denominado Matriz con 492.76 ha: <ul style="list-style-type: none"> <li>Norte: Parcelas de José Ac y compañeros</li> <li>Sur: Finca Chiacam</li> <li>Este: José Ac y compañeros, y Finca Chimelb</li> <li>Oeste: Cojaj de Andrés Maquín</li> </ul>	La finca tiene una extensión total de 30 hectáreas, que equivale a 0.67 caballerías. Las colindancias de la finca son: <ul style="list-style-type: none"> <li>Norte: Reserva Militar</li> <li>Sur: Chicoj</li> <li>Este: Quebrada Ainal</li> <li>Oeste: Aeropuerto de Cobán y Río Cahabón</li> </ul>	La finca tiene una extensión de 972 ha, que equivale a 21.60 caballerías. Las colindancias de la finca son: <ul style="list-style-type: none"> <li>Norte: Solange, Guido J. Ramos, Rudy Melgar.</li> <li>Sur: Hermanos Morán y Comunidad de Güisiltepeque.</li> <li>Este: Comunidad de Güisiltepeque, Finca la Laguna.</li> <li>Oeste: Faustino Ramírez, Eduardo Marroquín, Manuel Chávez.</li> </ul>
Vías de acceso	Partiendo de la ciudad capital por la carretera CA-9 norte, CA-14, hasta llegar a la cabecera departamental de Alta Verapaz, luego se conduce 28 Km por la Ruta Nacional 5 que conduce al municipio Fray Bartolomé, hasta la finca Sacoyou.	Partiendo de la ciudad capital por la carretera CA-9 norte, CA-14, hasta llegar a la cabecera departamental de Alta Verapaz, luego se conduce 5 Km hacia el aeropuerto de Cobán, y luego por una ruta de terracería de 5 Km que conduce a la comunidad de Samac.	La finca se ubica a 13 kilómetros de Jalapa, que dista de la ciudad capital 167 Km, conduciéndose por la carretera internacional CA-1 hasta la ciudad de Jutiapa en donde conecta con la ruta nacional 19, que se encuentra totalmente asfaltada hasta la cabecera departamental. Por la ruta al Atlántico CA-9 la distancia comprende 54 km. del tramo Guatemala-Sanarate y 46 km. del tramo Sanarate-Jalapa por la Ruta Nacional, ambos tramos asfaltados, y luego 13 Km de terracería por la Ruta del Jumay o del aeropuerto. La finca cuenta con accesos por Potrero carrillo y Aldea Potrero de los burros. Se estima que existen 45 Km de caminos principales y 30 Km de caminos secundarios dentro de la propiedad.
Fisiografía y relieve	La finca se ubica en la región fisiográfica Tierras Calizas Altas del Norte, con una elevación de 1110 msnm. La pendiente oscila entre el 16 al 55%, definiéndose como una topografía ondulada.	La finca se ubica en la región fisiográfica Tierras Calizas Altas del Norte, con una elevación de 1500 msnm. La pendiente oscila entre el 15 al 18%, definiéndose como una topografía plana.	La finca se ubica en la región fisiográfica Tierras Altas Volcánicas y forma un complejo montañoso fallado y plegado, donde se compone de pendientes orientadas al Sur con pequeñas estribaciones en las plataformas intercolinarias que proveen de áreas con pendientes bajas y áreas quebradas. La altitud promedio es de 1700 msnm. Las pendientes predominantes se orientan al Suroeste.
Clima	Según el sistema de clasificación climática de Thornwaite, la finca se ubica en una zona con clima B'b'Ar, es decir, una jerarquía de temperatura semicálido que posee una variación de temperatura expresado como invierno benigno, con una jerarquía de humedad muy húmedo y con una distribución de lluvia sin estación seca bien definida.  El patrón de lluvias varía de 2045 a 2514 mm, teniendo como promedio 2280 mm de precipitación	Según el sistema de clasificación climática de Thornwaite, la finca se ubica en una zona con clima B'b'Ar, es decir, una jerarquía de temperatura semicálido que posee una variación de temperatura expresado como invierno benigno, con una jerarquía de humedad muy húmedo y con una distribución de lluvia sin estación seca bien definida.  El patrón de lluvias varía de 1800 a 2000 mm, teniendo como promedio 1900 mm de precipitación	Según el sistema Thornwaite, la finca está comprendida en una zona con jerarquía de temperatura semicálida, que posee variaciones de temperatura de invierno benigno y jerarquías de humedad semisecas y una distribución de lluvias de invierno seco. Las características climáticas de acuerdo a datos de la estación tipo B, Jalapa, comprenden: biotemperaturas que oscilan entre 18.7 a 21.9 °C, con una temperatura promedio de 20.8 °C. Los días de lluvia están distribuidos en los meses de junio a octubre. Debido a que las características de la finca favorecen un tipo de lluvia

	total anual. Las biotemperaturas oscilan entre 13°C a 16°C.	total anual. La temperatura media es de 16°C.	orográfica, la precipitación en la finca es en promedio anual de 1400 mm.
Hidrología	La finca cuenta con corrientes efímeras y no existe ningún río con caudal permanente que pase por la propiedad.	La finca cuenta con una corriente efímera que conduce al río Cahabón.	En la finca se forman tres quebradas principales, las cuales mantienen un estriaje bajo, pero permanente, estas alimentan al riachuelo La Martina, que desemboca en el río Jalapa, afluente del Río Motagua, el cual desemboca en el Golfo de Honduras, perteneciendo su sistema hidrográfico a la vertiente de las Antillas. La quebrada Lagunilla se forma de las quebradas Las vigas, Cuchilla Alta y Cuchilla Baja, que alimentan a Lagunilla y son empleadas en la servidumbre de agua potable. El drenaje se define con un patrón dendrítico el cual se desarrolla con ramales irregulares en las quebradas y cauces principales, a causa del material volcánico original, ígneo extrusivo e intrusivo.
Suelos	Se encuentran suelos de textura arcillosa, color negro, con pH neutro a ligeramente alcalino, de espesor menor de 30 cm. Los suelos maduros están caracterizados por suelos superficiales de color café muy oscuro, de espesor entre 15 a 60 cm, desarrollados sobre suelos arcillosos, de color rojo-marrón, o, amarillo-marrón. En la mayoría, la roca madre se encuentra a menos de dos metros de profundidad, sin embargo, en algunos lugares se encuentran suelos de hasta tres metros de espesor.  Estos suelos maduros y subsuelos son fuertemente ácidos. Se consideran suelos de moderada a baja productividad.	Son suelos desarrollados sobre rocas calcáreas a elevaciones medianas, dentro de ellos se encuentran mollisoles y suelos maduros; su textura es arcillosa, color negro, neutros a ligeramente alcalinos de menos de 30 cm de espesor. Los suelos maduros están caracterizados por suelos superficiales de color café muy oscuro, de 15 a 60 cm de espesor, que descansan sobre subsuelos arcillosos, de color rojo marrón, o bien amarillo marrón. En la mayoría, la roca madre se encuentra a menos de 100 m de profundidad. Sin embargo, en algunos lugares se encuentran suelos hasta de tres metros de espesor. Estos suelos maduros y subsuelos son fuertemente ácidos. Se consideran suelos de moderada a baja productividad; la susceptibilidad a la erosión es muy alta, debido sobre todo a la pendiente que es mayor del 30% y a la textura de la superficie de la tierra que permite una denudación acelerada.	Son suelos desarrollados sobre cenizas volcánicas a elevaciones medianas, con suelos poco profundos, con peligro de erosión en las laderas. La textura de los suelos superficiales es franca y franca-arcillosa, de color café claro a café amarillento, ligeramente ácidos hasta un metro de profundidad.

Vegetación	La especie predominante en el bosque es <i>Pinus maximinoii</i> , seguida por <i>Pinus oocarpa</i> . En el estrato bajo se encuentran los arbustos palo verde y pacaya silvestre, y gramíneas.	Las especies predominantes son <i>Pinus maximinoii</i> , seguida por <i>Cupressus lusitanica</i> .	Las especies predominantes en las quebradas donde existen los mejores suelos con niveles de humedad más altos son <i>Pinus oocarpa</i> y <i>Pinus tenuifolia</i> , y cinco especies del género <i>Quercus</i> .																																														
Zona de vida	La finca se ubica en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Frío, donde la vegetación natural que se considera indicadora está representada por <i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Persea donnell smithii</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Persea schiediana</i> , <i>Rapanea ferruginea</i> , <i>Clthra spp.</i> , <i>Myrica spp.</i> , <i>Croton draco</i> y <i>Eurya seemanii</i> .	La finca se ubica en la zona de vida Bosque Muy Húmedo Subtropical Frío, donde la vegetación natural que se considera indicadora está representada por <i>Liquidambar styraciflua</i> , <i>Persea donnell smithii</i> , <i>Pinus pseudostrobus</i> , <i>Persea schiediana</i> , <i>Rapanea ferruginea</i> , <i>Clthra spp.</i> , <i>Myrica spp.</i> , <i>Croton draco</i> y <i>Eurya seemanii</i> .	Según la clasificación de zonas de vida a nivel de reconocimiento, la finca se encuentra en el Bosque Húmedo Subtropical (templado) bh-s.																																														
Uso de la tierra	<table border="1" data-bbox="344 613 735 1110"> <thead> <tr> <th>Uso</th> <th>Área (hectáreas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Bosque de pino</td><td>87.07</td></tr> <tr><td>PINFOR 2000</td><td>30.35</td></tr> <tr><td>PINFOR 2006</td><td>61.40</td></tr> <tr><td>PINFOR 2007</td><td>60.16</td></tr> <tr><td>PINFOR protección</td><td>31.93</td></tr> <tr><td>Para siembra</td><td>101.90</td></tr> <tr><td>Bosque joven</td><td>8.96</td></tr> <tr><td>Potrero</td><td>12.08</td></tr> <tr><td>Predio</td><td>0.71</td></tr> <tr><td>Reforestación rala</td><td>0.31</td></tr> <tr><td>Carretera</td><td>5.01</td></tr> <tr><td>Casco</td><td>1.63</td></tr> <tr><td>Liquidámbar</td><td>0.38</td></tr> </tbody> </table>	Uso	Área (hectáreas)	Bosque de pino	87.07	PINFOR 2000	30.35	PINFOR 2006	61.40	PINFOR 2007	60.16	PINFOR protección	31.93	Para siembra	101.90	Bosque joven	8.96	Potrero	12.08	Predio	0.71	Reforestación rala	0.31	Carretera	5.01	Casco	1.63	Liquidámbar	0.38	<table border="1" data-bbox="865 781 1276 943"> <thead> <tr> <th>Uso</th> <th>Área (hectáreas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Agroforestal</td><td>5.00</td></tr> <tr><td>Pecuario</td><td>24.80</td></tr> <tr><td>Casco</td><td>0.20</td></tr> </tbody> </table>	Uso	Área (hectáreas)	Agroforestal	5.00	Pecuario	24.80	Casco	0.20	<table border="1" data-bbox="1415 764 1864 959"> <thead> <tr> <th>Uso</th> <th>Área (hectáreas)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Bosque</td><td>503.58</td></tr> <tr><td>Plantaciones</td><td>83.65</td></tr> <tr><td>Regeneración natural</td><td>55.53</td></tr> <tr><td>Casco</td><td>15.58</td></tr> </tbody> </table>	Uso	Área (hectáreas)	Bosque	503.58	Plantaciones	83.65	Regeneración natural	55.53	Casco	15.58
Uso	Área (hectáreas)																																																
Bosque de pino	87.07																																																
PINFOR 2000	30.35																																																
PINFOR 2006	61.40																																																
PINFOR 2007	60.16																																																
PINFOR protección	31.93																																																
Para siembra	101.90																																																
Bosque joven	8.96																																																
Potrero	12.08																																																
Predio	0.71																																																
Reforestación rala	0.31																																																
Carretera	5.01																																																
Casco	1.63																																																
Liquidámbar	0.38																																																
Uso	Área (hectáreas)																																																
Agroforestal	5.00																																																
Pecuario	24.80																																																
Casco	0.20																																																
Uso	Área (hectáreas)																																																
Bosque	503.58																																																
Plantaciones	83.65																																																
Regeneración natural	55.53																																																
Casco	15.58																																																

Características  
del sitio de las  
áreas de  
evaluación

	<b>Finca Sacoyou</b>	<b>Finca Santa Anita</b>	<b>Finca Lagunilla</b>
<b>Pendiente del terreno (%)</b>	17.13 - 59.49	3.42 - 30.65	31.94 - 54.90
<b>Profundidad del suelo (cm)</b>	50 - 90	50 - 90	50 - 90
<b>Factores modificadores</b>	<b>Pedregosidad</b>	Si	No
	<b>Drenaje</b>	No	No
<b>Capacidad de uso modificada</b>	Forestal	Agroforestería con cultivos permanentes	Agroforestería con cultivos permanentes
<b>Uso predominante</b>	Matorrales	Matorrales	Matorrales



## **2.3 OBJETIVOS**

### **2.3.1 Objetivo General**

Evaluar el comportamiento de diferentes procedencias de progenie de segunda generación de *Pinus maximinoii* H.E. Moore y *Pinus tecunumanii* Eguluz & J. P. Perry en su primer año de crecimiento, en Alta Verapaz y Jalapa.

### **2.3.2 Objetivos Específicos**

- Evaluar la respuesta en altura, sobrevivencia, rectitud, bifurcación y fitosanidad de las familias durante el primer año de crecimiento.
- Determinar las diferencias entre familias a un año de haber sido establecida la plantación en campo.

## **2.4 HIPÓTESIS**

En el primer año de crecimiento los materiales que muestran mejor comportamiento son los originarios de los Departamentos donde se realiza la evaluación.

## **2.5 METODOLOGÍA**

Se realizó la evaluación en tres áreas ubicadas en los Departamentos de Alta Verapaz y Jalapa con materiales genéticos de las especies *P. maximinoii* y *P. tecunumanii* de segunda generación reintroducidos a Guatemala. Para realizar la evaluación el trabajo se dividió en cuatro etapas. Se inició con la revisión de la información del establecimiento de los ensayos, posteriormente se hizo la revisión del protocolo de Camcore para la medición de los ensayos en el primer año de crecimiento, después se realizó la toma de datos en cada una de las áreas de evaluación, y por último, el análisis de los datos. Cada una de las etapas se describe a continuación.

### **2.5.1 Revisión de información del establecimiento de las áreas de evaluación**

#### **A. Tratamientos evaluados**

Los tratamientos evaluados fueron diversas familias de *P. maximinoii* y *P. tecunumanii*. Los tratamientos de *P. maximinoii* fueron establecidos en las fincas Sacoyou y Santa Anita, mientras que los tratamientos de *P. tecunumanii* fueron establecidos en la finca Lagunilla.

El número de tratamientos fue de 23 en la parcela experimental de la Finca Sacoyou, 32 en la parcela experimental de la Finca Santa Anita, y, 33 en la parcela experimental de la Finca Lagunilla.

Los cuadros 2-2 y 2-3 muestran las familias evaluadas de ambas especies de pino.

**Cuadro 2-2.** Familias de *P. maximinoi* establecidas en las áreas de evaluación de las fincas Sacoyou y Santa Anita, Alta Verapaz.

No. columna	1	2	3	4	5	6	7
No. fila	Código de Campo	Código Camcore Finca Sacoyou	Código Camcore Finca Santa Anita	Procedencia	Departamento	País colecta	País mejoramiento
1	M1	---	15-02-7-1	Cobán	Alta Verapaz	Guatemala	Colombia
2	M2	15-10-7-2	15-10-7-2	Cobán	Alta Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
3	M3	15-10-11-1	15-10-11-1	Cobán	Alta Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
4	M4	---	15-02-14-1	Cobán	Alta Verapaz	Guatemala	Colombia
5	M5	15-10-14-2	15-10-14-2	Cobán	Alta Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
6	M6	15-10-17-1	15-10-17-1	Cobán	Alta Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
7	M7	15-10-19-1	15-10-19-1	Cobán	Alta Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
8	M8	---	15-02-25-1	Cobán	Alta Verapaz	Guatemala	Colombia
9	M9	15-10-69-3	15-10-69-3	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
10	M10	15-10-69-4	15-10-69-4	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
11	M11	15-10-78-1	15-10-78-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
12	M12	15-10-78-3	15-10-78-3	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
13	M13	15-10-78-4	15-10-78-4	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
14	M14	15-10-80-1	15-10-80-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
15	M15	15-10-80-3	15-10-80-3	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
16	M16	---	15-02-85-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
17	M17	15-10-85-2	15-10-85-2	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
18	M18	15-10-88-1	15-10-88-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
19	M19	15-10-89-1	15-10-89-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Sudáfrica
20	M20	15-10-35-3	15-10-35-3	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
21	M21	15-10-35-4	15-10-35-4	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
22	M22	---	15-10-38-1	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
23	M23	---	15-10-39-1	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
24	M24	15-10-39-2	15-10-39-2	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
25	M25	15-10-50-3	15-10-50-3	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
26	M26	15-10-50-4	15-10-50-4	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
27	M27	15-10-57-1	15-10-57-1	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
28	M28	15-10-57-2	15-10-57-2	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Sudáfrica
29	M29	---	15-02-60-1	San Juan Sacatepéquez	Guatemala	Guatemala	Colombia
30	M30	997	997	San Jerónimo	Baja Verapaz	---	---
31	M31	998	998	San Jerónimo	Baja Verapaz	---	---
32	M32	---	BS 120/060	San Jerónimo	Baja Verapaz	---	---

Los códigos de campo se enlistan en la columna uno, los códigos establecidos por Camcore para las fincas Sacoyou y Santa Anita se indican en las columnas dos y tres, la columna cuatro indica el lugar (procedencia) donde fue colectada la semilla y en las columnas cinco y seis se indica el departamento y país donde se colectaron las semillas, y en la columna siete se indica el país donde se instalaron bancos de conservación y pruebas de progenie que es donde se obtuvieron las semillas que se trajeron de vuelta a Guatemala para hacer estos ensayos de segunda generación.

Las filas 30, 31 y 32 muestran los testigos para la especie *P. maximinoii*.

**Cuadro 2-3.** Familias de *P. tecunumanii* establecidas en el área de evaluación de la finca Lagunilla, Jalapa.

No. columna	1	2	3	4	5	6
No. Fila	Código de campo	Código Camcore Finca Lagunilla	Procedencia	Departamento	País colecta	País mejoramiento
1	T1	13-02-777-1	Cabricán	Quetzaltenango	Guatemala	Colombia
2	T2	13-02-779-1	Cabricán	Quetzaltenango	Guatemala	Colombia
3	T3	13-02-788-1	Cabricán	Quetzaltenango	Guatemala	Colombia
4	T4	13-02-792-1	Cabricán	Quetzaltenango	Guatemala	Colombia
5	T5	13-02-804-1	Cabricán	Quetzaltenango	Guatemala	Colombia
6	T6	13-02-806-1	Cabricán	Quetzaltenango	Guatemala	Colombia
7	T7	13-07-747-1	Chiul	El Quiché	Guatemala	Sudáfrica
8	T8	13-07-760-1	Chiul	El Quiché	Guatemala	Sudáfrica
9	T9	16-02-2244-1	El Ingenio	Jalapa	Guatemala	Colombia
10	T10	13-02-179-1	Km 33	Guatemala	Guatemala	Colombia
11	T11	13-02-178-1	Km 47	Guatemala	Guatemala	Colombia
12	T12	13-02-1013-1	La Piedad	El Progreso	Guatemala	Colombia
13	T13	13-02-146-1	La Soledad	Jalapa	Guatemala	Colombia
14	T14	13-02-60-1	La Soledad	Jalapa	Guatemala	Colombia
15	T15	13-02-70-1	La Soledad	Jalapa	Guatemala	Colombia
16	T16	13-07-288-1	Pachoc	Totonicapán	Guatemala	Sudáfrica
17	T17	04-02-100-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
18	T18	04-02-100-2	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
19	T19	04-02-102-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
20	T20	04-02-103-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
21	T21	04-02-95-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
22	T22	13-02-26-1	San Jerónimo	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
23	T23	04-02-135-1	San Lorenzo	Zacapa	Guatemala	Colombia
24	T24	04-02-14-2	San Lorenzo	Zacapa	Guatemala	Colombia
25	T25	04-02-9-1	San Lorenzo	Zacapa	Guatemala	Colombia
26	T26	13-02-44-1	San Lorenzo	Zacapa	Guatemala	Colombia
27	T27	13-02-105-1	San Vicente	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
28	T28	13-02-106-1	San Vicente	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
29	T29	13-02-85-1	San Vicente	Baja Verapaz	Guatemala	Colombia
30	T30	997	San Jerónimo	Baja Verapaz	---	---
31	T31	998	San Jerónimo	Baja Verapaz	---	---
32	T32	999	San Jerónimo	Baja Verapaz	---	---
33	T33	BG 34/06 E	San Jerónimo	Baja Verapaz	---	---

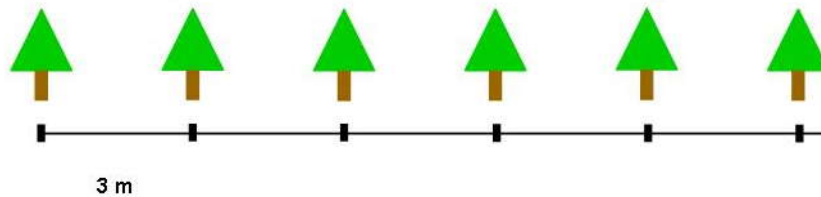
Los códigos de campo se enlistan en la columna uno, los códigos establecidos por Camcore para la finca Lagunilla se indican en la columna dos, la columna tres indica el lugar (procedencia) donde fue colectada la semilla y en las columnas cuatro y cinco se indica el departamento y país donde se colectaron las semillas, y en la columna seis se indica el país donde se instalaron bancos de conservación y pruebas de progenie, donde

se obtuvieron las semillas que se trajeron de vuelta a Guatemala para hacer estos ensayos de segunda generación.

Las filas 30, 31, 32 y 33 indican los testigos para la especie *P. tecunumanii*.

## B. Unidad experimental

La unidad experimental estuvo formada por seis plantas que se establecieron en una hilera con un distanciamiento de tres por tres metros, como se muestra en la figura 2-2.



**Figura 2-2.** Unidad experimental en las áreas de evaluación del comportamiento de diferentes procedencias de progenie de segunda generación de *P. maximinoii* y *P. tecunumanii*

## C. Diseño experimental

El diseño experimental que utilizó para el establecimiento de las tres áreas de evaluación fue *bloques aleatorios incompletos*.

Se utilizaron 6 repeticiones en las tres áreas de evaluación.

## D. Modelo estadístico

$$Y_{ij} = \mu + \beta_j + t_i + \epsilon_{ij}$$

Donde:

$Y_{ij}$  = Altura de la ij-ésima unidad experimental

$\mu$  = Media general de la altura

$\beta_j$  = Efecto del j-ésimo bloque

$t_i$  = Efecto del i-ésimo tratamiento

$\epsilon_{ij}$  = Error experimental aleatorio asociado a la ij-ésima unidad experimental

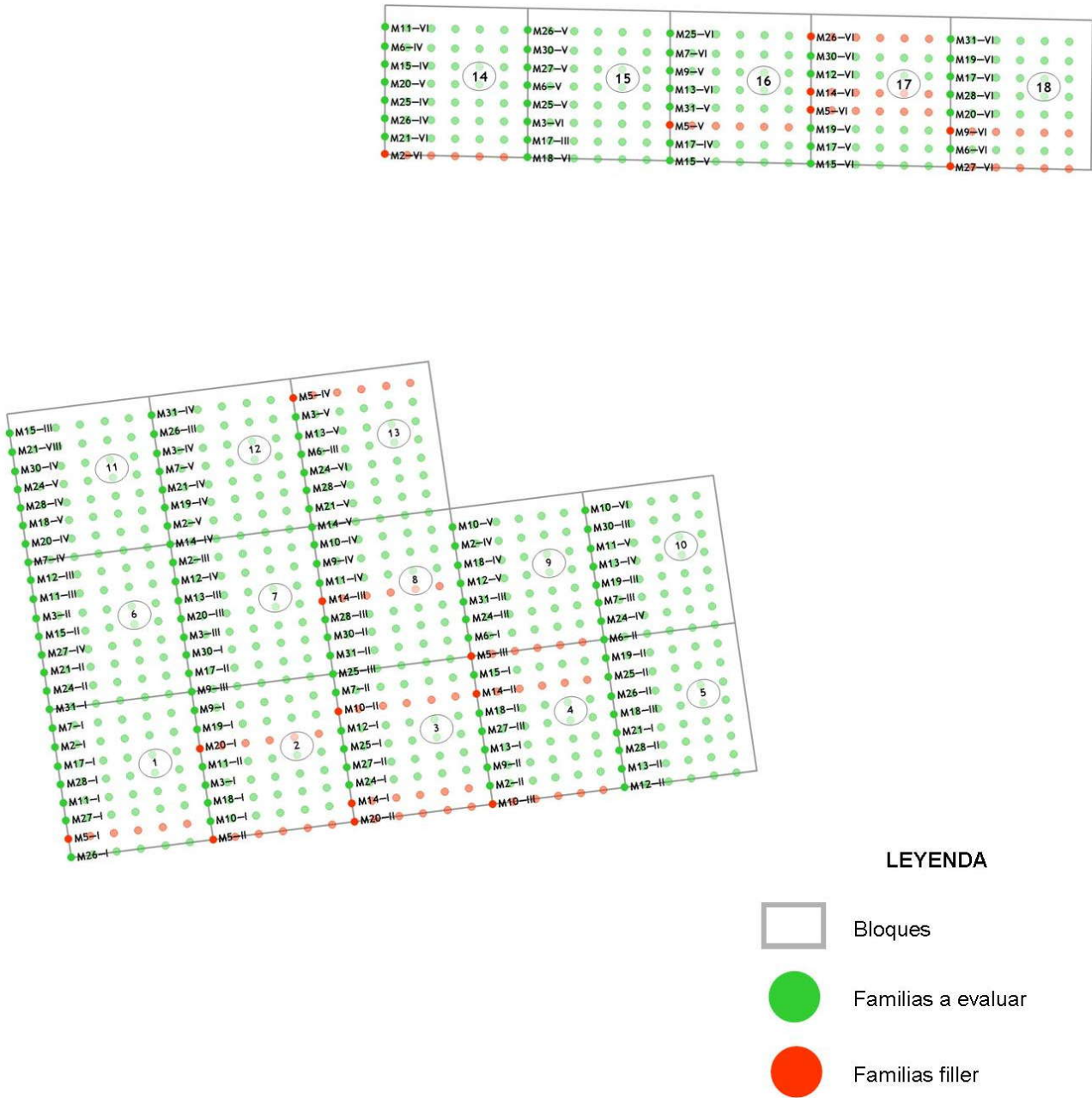
### E. Croquis de campo

El área de evaluación de la finca Sacoyou en su primer año de crecimiento se muestra en la figura 2-3.



**Figura 2-3.** Área de evaluación de la finca Sacoyou

El croquis de campo de esta área de evaluación se muestra en la figura 2-4. Los números dentro de los círculos indican el bloque, los códigos alfanuméricos dentro del bloque indican las familias ubicadas dentro del mismo, y los números romanos indican el número de repetición.



\* Se utilizaron familias *Filler* para llenar los sitios vacíos (Woodbridge (2000)) cuando una no tenía suficientes árboles para todas las repeticiones.

**Figura 2-4.** Distribución de familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou



El área de evaluación de la finca Santa Anita al primer año de crecimiento se muestra en la figura 2-5.



**Figura 2-5.** Vista del área de evaluación de la finca Santa Anita

El croquis de campo de esta área se muestra en la figura 2-6. Los números dentro de los círculos indican el bloque, los códigos alfanuméricos dentro del bloque indican las familias ubicadas dentro del mismo, y los números romanos indican el número de repetición.

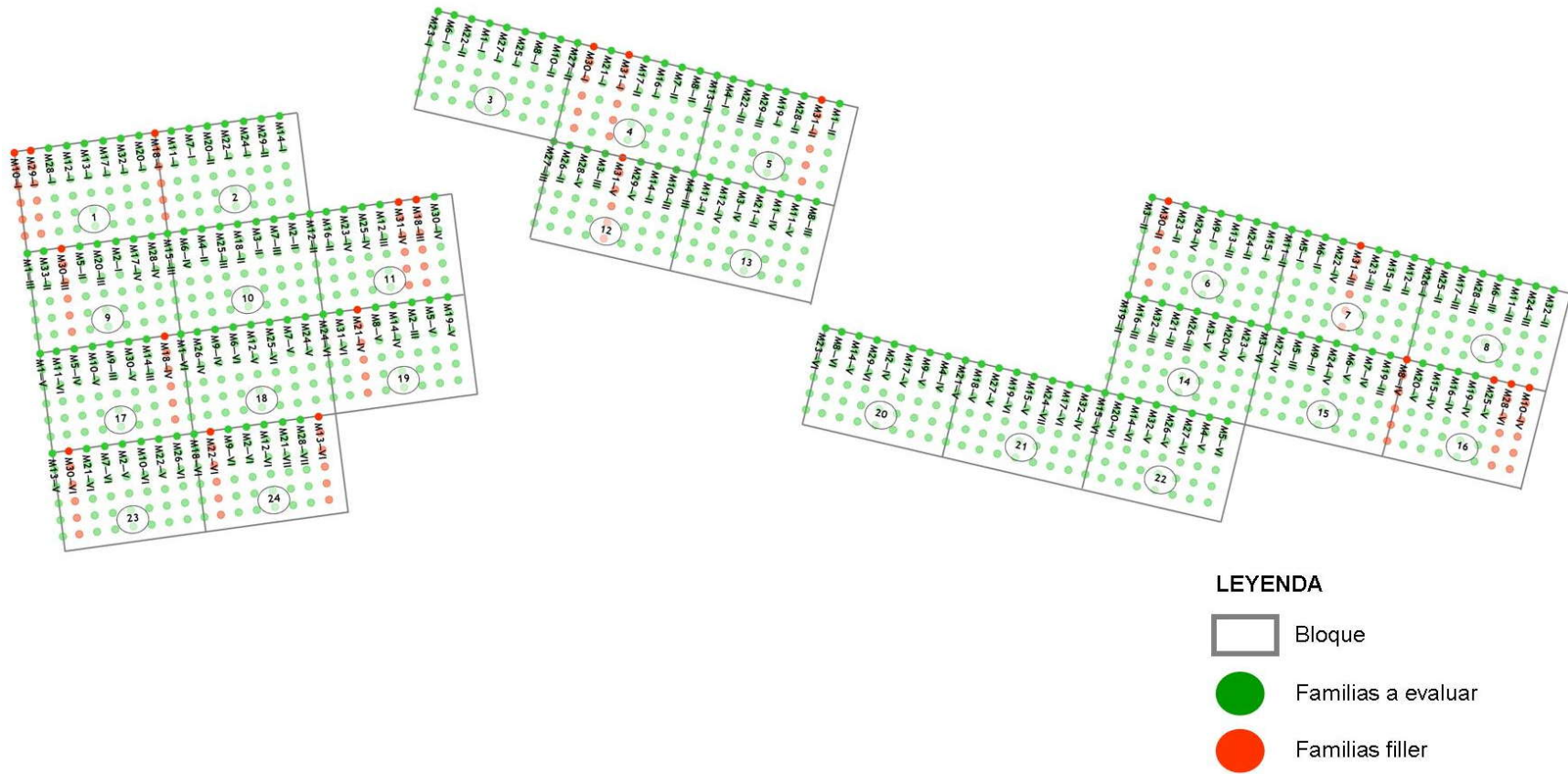


Figura 2-6. Distribución de familias en el área de evaluación de la finca Santa Anita



El área de evaluación de la finca Lagunilla al primer año de crecimiento se muestra en la figura 2-7.



**Figura 2-7.** Vista del área de evaluación de la finca Santa Anita

El croquis de campo de esta área se muestra en la figura 2-8. Los números dentro de los círculos indican el bloque, los códigos alfanuméricos dentro del bloque indican las familias ubicadas dentro del mismo, y los números romanos indican el número de repetición.

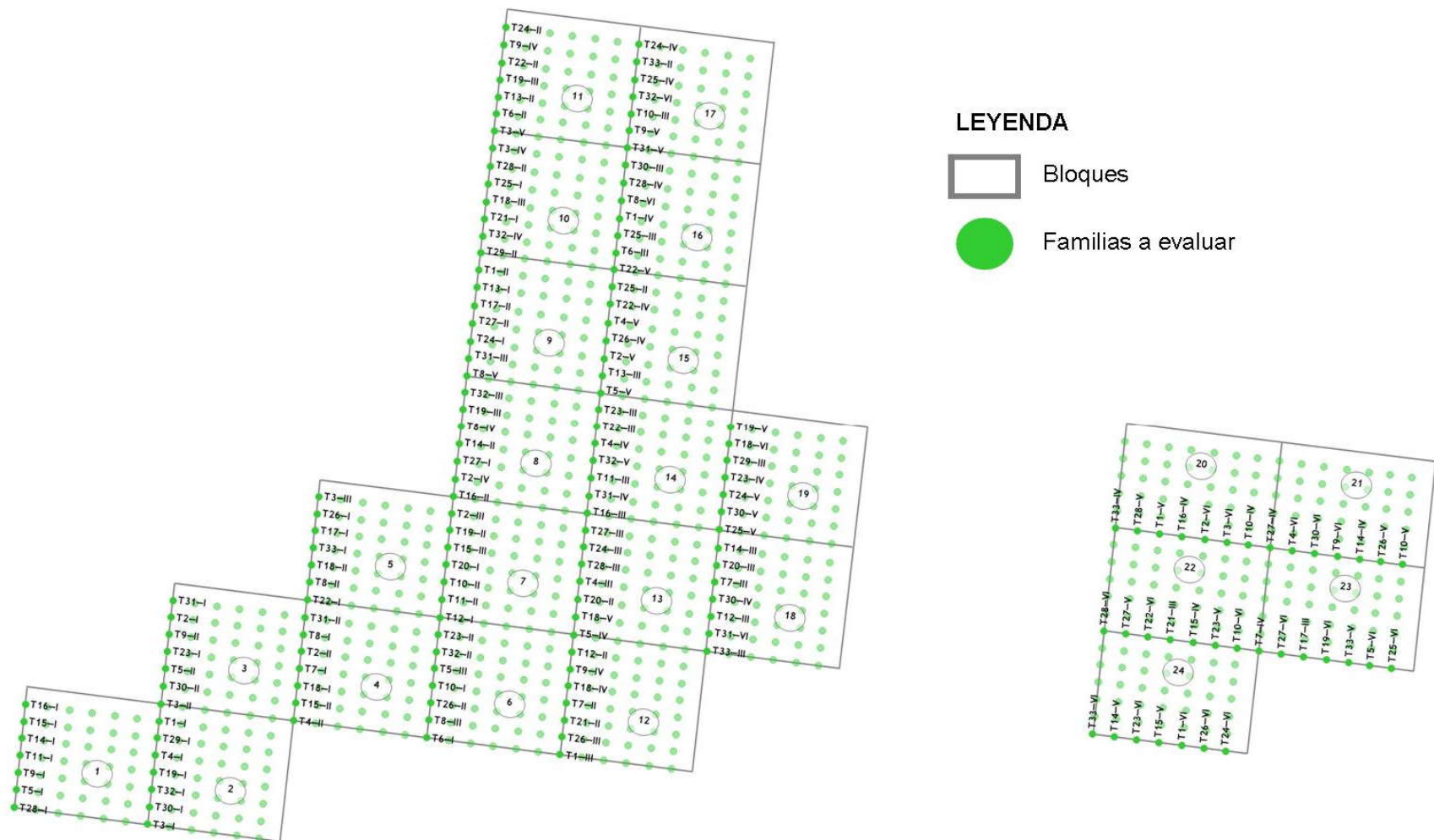


Figura 2-8. Distribución de familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla

## F. Manejo de las áreas de evaluación

### I. Establecimiento

El área total de las áreas de evaluación es de 1.96 hectáreas en la finca Sacoyou, 2.07 hectáreas en la finca Santa Anita y 2.62 hectáreas en la finca Lagunilla.

Se inició con la preparación del sitio, la cual consistió en la eliminación de todo material vegetal mediante quema y limpieza manual para el establecimiento de las nuevas plantaciones, la apertura de agujeros en las fincas Sacoyou y Santa Anita fue manual, mientras que en la finca Lagunilla fue semimecanizada.

En el área de evaluación de la finca Sacoyou, después de establecida la plantación se realizó un sistema Taungya, definido como cultivos alimentarios intercalados con plantaciones madereras por Agyeman VK, Marfo, KA et al. (2003) (ver figura 2-9) el cual consistió en un asocio de las plántulas de *P. maximinoii* con *Zea mays* durante cinco meses.



**Figura 2-9.** Sistema Taungya en el área de evaluación de la finca Sacoyou

El establecimiento de las áreas de evaluación fue como se muestra en el cuadro 2-4.

**Cuadro 2-4.** Fechas de establecimiento de las tres áreas de evaluación

Finca	Fecha
Sacoyou	15 de septiembre de 2007
Santa Anita	Del 11 al 16 de septiembre de 2007
Lagunilla	16 y 17 de agosto de 2007

Las tres áreas de evaluación no presentan sus repeticiones completas debido a que el número de plántulas no se completó desde la fase de establecimiento.

## II. Mantenimiento y monitoreo

Las actividades que se realizan son la limpieza total y el monitoreo constante de sobrevivencia, estado fitosanitario y daño físico-mecánico.

A excepción de las limpiezas, a las áreas de evaluación no se les debe aplicar ninguna práctica silvicultural, aunque generalmente presentan buena respuesta, ya que debe entenderse que lo que se desea evaluar es la adaptación propiamente dicha de las diferentes familias en los sitios.

### 2.5.2 Revisión del protocolo de camcore para la medición de los ensayos

Se hizo una revisión de la guía para mediciones de ensayos genéticos realizada por Woodbridge (2002), tomando en cuenta conocer el formato de los datos de las mediciones (ver anexo 2-4), la frecuencia con la que deben hacerse las mediciones de los ensayos, los códigos que deben incluirse en las hojas de campo y las variables de las mediciones.

También se hizo una revisión de la guía para el diseño de ensayos genéticos realizada por Hodge (2001), tomando en cuenta conocer la información descrita sobre ensayos de coníferas de segunda generación, los requisitos mínimos y el calendario de mediciones.



### 2.5.3 Toma de datos

#### A. Variables respuesta

##### I. Supervivencia

En cada uno de los tratamientos se observó el número de árboles vivos en relación al número de árboles plantados.

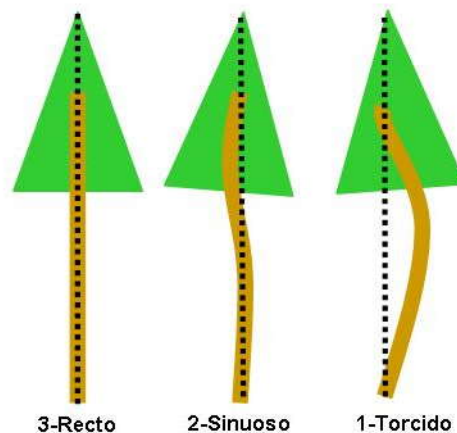
$$\text{Porcentaje de Supervivencia} = (\text{Árboles observados} / \text{Árboles plantados}) * 100$$

##### II. Altura

A todos los tratamientos se les midió la altura, en centímetros –cm-, con una cinta métrica desde la base del árbol a la parte más alta que presentara, ya sea el fuste o una rama; cuando se presentaban varios fustes, sólo se midió el fuste con el diámetro más grande, aún cuando el fuste más delgado fuera el más alto se realizó de esta manera ya que es la que se indica en la guía para mediciones de ensayos genéticos de Woodbridge (2002).

##### III. Rectitud

Esta variable consistió en medir la forma como se desarrolló el árbol en su eje central, se procuró imaginar una línea extendiéndose a lo largo del centro del fuste, desde la base del árbol hasta el centro de la corona. Y se realizó en base a la escala que se presenta en la figura 2-10:



Fuente: Tomado y modificado de Gutiérrez C, B. (\_\_\_\_).

**Figura 2-10.** Esquema descriptivo para la rectitud de los árboles

#### IV. Bifurcación

Esta variable consistió en registrar si el fuste presentaba división en dos o más fustes. La codificación utilizada para medir esta variable se muestra en el cuadro 2-5.

**Cuadro 2-5.** Escala descriptiva para la rectitud de los árboles

Código	Significado	Descripción
S	Si	El árbol estaba bifurcado
N	No	El árbol no estaba bifurcado

#### V Estado fitosanitario

Esta variable consistió en medir a través de observar la condición que presentaba el árbol, apreciando a simple vista el vigor, color y turgencia del follaje, o el marchitamiento ocasionado por daños inducidos físicos, antropogénicos, ambientales o agentes patógenos. La codificación utilizada para medir esta variable se muestra en el cuadro 2-6.

**Cuadro 2-6.** Escala descriptiva para el estado fitosanitario de los árboles

Código	Significado	Descripción
S	Si	El árbol estaba afectado fitosanitariamente
N	No	El árbol no estaba afectado fitosanitariamente

#### 2.5.4 Análisis de datos

De acuerdo al diseño se realizó un análisis de varianza con 95% de confiabilidad, para la variable respuesta de altura (cm) y posteriormente se efectuó la prueba de Fisher con 5% de significancia, utilizando el paquete estadístico Statistica StatSoft, Inc. para Windows, estableciendo las diferencias independientes de altura entre los tratamientos y los testigos.

Las variables cualitativas sobrevivencia, rectitud, bifurcación y estado fitosanitario, fueron analizadas mediante estadística descriptiva y gráficas.



## 2.6 RESULTADOS

### 2.6.1 Respuesta de las familias durante el primer año de crecimiento

Los resultados que se presentan son de las familias que tuvieron al menos el 50% de sus repeticiones, considerando que las que tuvieron menos del 50% de las repeticiones no son representativas para una discusión.

#### A. *P. maximinoii* en el área de evaluación de la finca Sacoyou

##### I. Sobrevivencia

El porcentaje de sobrevivencia que se presentó en el área de evaluación de la finca Sacoyou fue mayor del 80% para la mayoría de las familias, aunque en la figura 2-11 se logran identificar dos familias que están debajo del 80%, siendo estas las M20 y M21, cuyas procedencias son San Juan Sacatepéquez, Guatemala.

Entre las causas de la muerte de los árboles que se lograron identificar en el campo están el ataque de zompopos *Atta sp.* (ver figura 2-12), presencia de un hongo fitopatógeno del género *Lophodermium sp.*, presencia de *Cronartium sp.*, daño a raíces por taltuzas *Orthogeomys* (ver figura 2-13) y daño mecánico (ver figura 2-14).

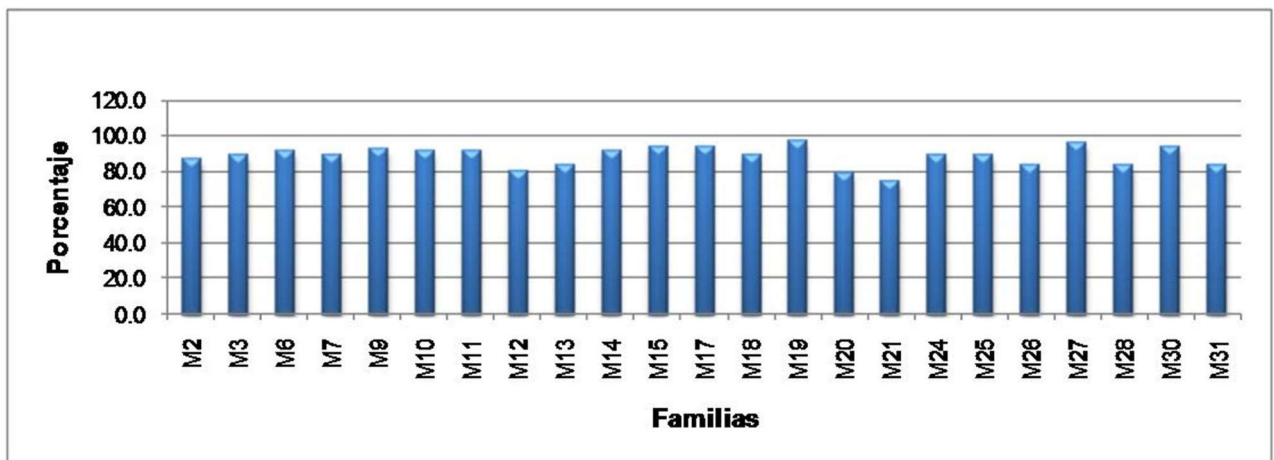


Figura 2-11. Sobrevivencia de las familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou



**Figura 2-12.** Árbol dañado por zompopos *Atta* sp.



**Figura 2-13.** Árbol dañado por taltuzas *Orthogeomys* sp.



**Figura 2-14.** Árbol afectado por daño mecánico

Algunos de los aspectos no favorables identificados en el área de evaluación de la finca Sacoyou fueron: primero, no se extrajeron todos los materiales del aprovechamiento que se hizo del área previo a la preparación del sitio, dejando diversos troncos de árboles dispersos en toda el área (ver figura 2-15); segundo, esta área posee caminos alrededor (ver figura 2-16) y en la parte alta del área de evaluación, lo cual afecta principalmente en la compactación del suelo y en el daño mecánico a las plantas; tercero, la pedregosidad es un factor limitante, aunque se presenta en aproximadamente 20%, pero a pesar de ser un porcentaje bajo interviene en el desarrollo radicular de las plantas; y cuarto, la práctica agrícola del sistema Taungya (ver figura 2-9) no fue una práctica acertada, ya que según López & Tighe (2008) alteran los resultados del ensayo por efecto de la fertilización del maíz y la competencia con sus plantas. Con los aspectos descritos anteriormente se pretende hacer saber que las condiciones del sitio tienen que ver con el desarrollo que se presentó en las familias establecidas en esta área de evaluación, y que no son propiamente las plantas (familias) las que “son malas”.



**Figura 2-15** Troncos de árboles dispersos en el área de evaluación de la finca Sacoyou





**Figura 2-16.** Caminos dentro del área de evaluación de la finca Sacoyou

Los árboles muertos deben ser sustituidos para conseguir que el crecimiento de los árboles se mantenga homogéneo, de modo que será necesario incluir árboles fillers<sup>1</sup>, los cuales, según López & Tighe (2008) evitan la falta de competencia dentro de algunos tratamientos que alterarían los resultados.

## II. Altura

Según Nuñez (1996) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), el crecimiento de los árboles, de *P. maximinoii*, puede ser muy rápido en algunas localidades, por ejemplo, en un rodal natural en Cobán el crecimiento en altura promedio de los árboles es de 1.1 metro por año durante aproximadamente 25 años. En el caso del área de evaluación de la finca Sacoyou el promedio mencionado anteriormente fue totalmente superado, tomando en cuenta que la altura inicial fue de 25 cm.

Tres familias tendieron a presentar las mejores alturas, las cuales fueron M9, M17 y M14, pero si tomamos en cuenta la representatividad con el número de repeticiones sólo serían M9 y M17 las que tendieron a presentar las mejores alturas, cuya procedencia es San Jerónimo, Baja Verapaz, las alturas fueron 121.75 y 121.43 cm, respectivamente. En cuanto a las familias testigo, M30 y M31, las alturas que presentaron fueron 91.44 y 89.43 cm, respectivamente, y ambas estuvieron entre el grupo que presentó las alturas más

<sup>1</sup> Si una familia no tiene suficientes árboles para todas las repeticiones se utilizan árboles *filler* para llenar los sitios vacíos (Woodbridge (2002)), y en este caso estos árboles no estaban relacionados al ensayo.

bajas, de modo que las familias M9 y M17 superaron los promedios de alturas de las familias testigo, de manera que es de esperar que sean éstas las familias que sigan presentando un crecimiento en altura mayor que las demás, según los registros del primer año de crecimiento. El menor crecimiento en altura fue observado en las familias M3, M24, M19, M15, M2, M10, M6, M25, M7, M30, M31, M31, M27, M28, M18 y M20 (ver la tabla 2-1), con una altura de 98.64 hasta 85.46 cm, respectivamente.

En la tabla 2-7 se muestra el comportamiento en relación al crecimiento en altura de las familias de *P. maximinoii* en la finca Sacoyou. En el anexo 2-5 se muestra el análisis de varianza para las familias de *P. maximinoii* evaluadas en la finca Sacoyou.

**Cuadro 2-7.** Altura promedio alcanzada por las familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou.

Prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ )

Familias	Altura media	No. Repeticiones	
M9	121.75	5	A
M17	121.43	6	A B
M14	107.78	2	B C
M26	103.63	5	C D
M13	102.49	6	C D E
M12	102.41	6	C D E
M21	101.75	6	C D E F
M11	101.37	6	C D E F G
M3	98.64	6	C D E F G H
M24	97.72	6	C D E F G H
M19	97.54	6	C D E F G H
M15	97.11	6	C D E F G H
M2	96.77	5	C D E F G H
M10	95.63	4	C D E F G H
M6	94	6	D E F G H
M25	93.88	6	D E F G H
M7	92.27	6	D E F G H
M30	91.44	6	D E F G H
M31	89.43	6	E F G H
M27	88.38	5	F G H
M28	87.84	6	G H
M18	87.41	6	H
M20	85.46	4	H

\*La fila sombreada es menor o igual a 50% de las repeticiones

### III. Rectitud

El desarrollo de árboles rectos destacó en dos familias en particular, como se muestra en la figura 2-17, las cuales fueron M27 y M11, cuyas procedencias son San Juan Sacatepéquez, Guatemala, y San Jerónimo, Baja Verapaz, respectivamente, éstas familias no desarrollaron árboles torcidos y el porcentaje de árboles sinuosos fue menor del 40%, recordando que este desarrollo generalmente se corrige en los primeros años de crecimiento, lo cual da lugar a esperar que el porcentaje de árboles sinuosos sea aún menor.

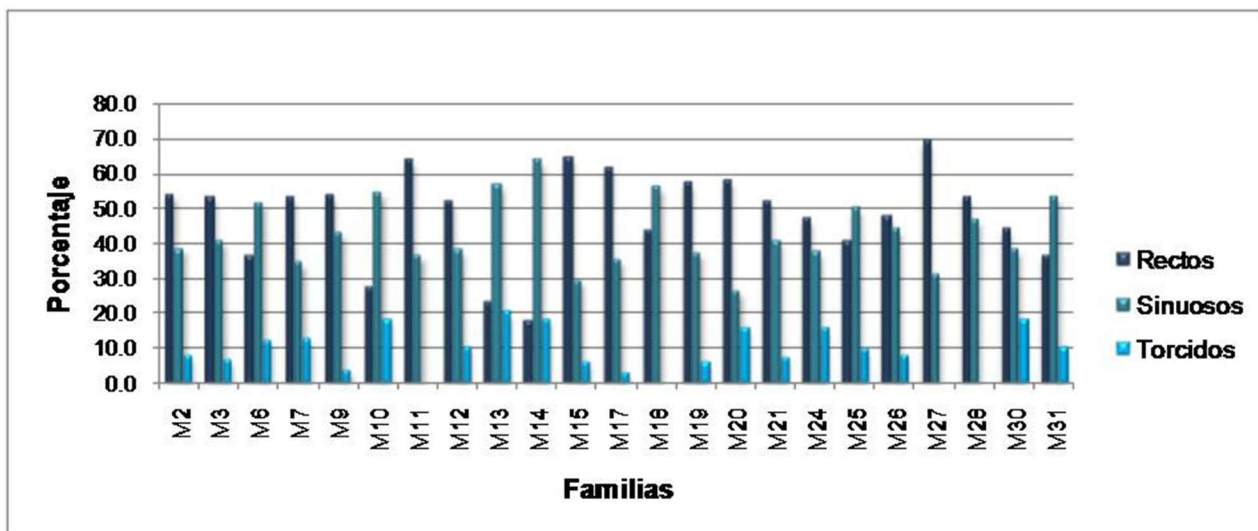


Figura 2-17. Desarrollo de rectitud de las familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou

### IV. Bifurcación

El porcentaje más alto de bifurcación lo presentó la familia M9, como se presenta en la figura 2-18, cuya procedencia corresponde a San Jerónimo, Baja Verapaz, el resto de las familias presentan un porcentaje de bifurcación menor al 10%, y fueron siete las familias las que no presentaron bifurcación, las cuales fueron M2, M3, M10, M11, M12, M14 y M17, cuyas procedencias son Cobán, Alta Verapaz para las primeras dos y San Jerónimo, Baja Verapaz para las otras cinco.

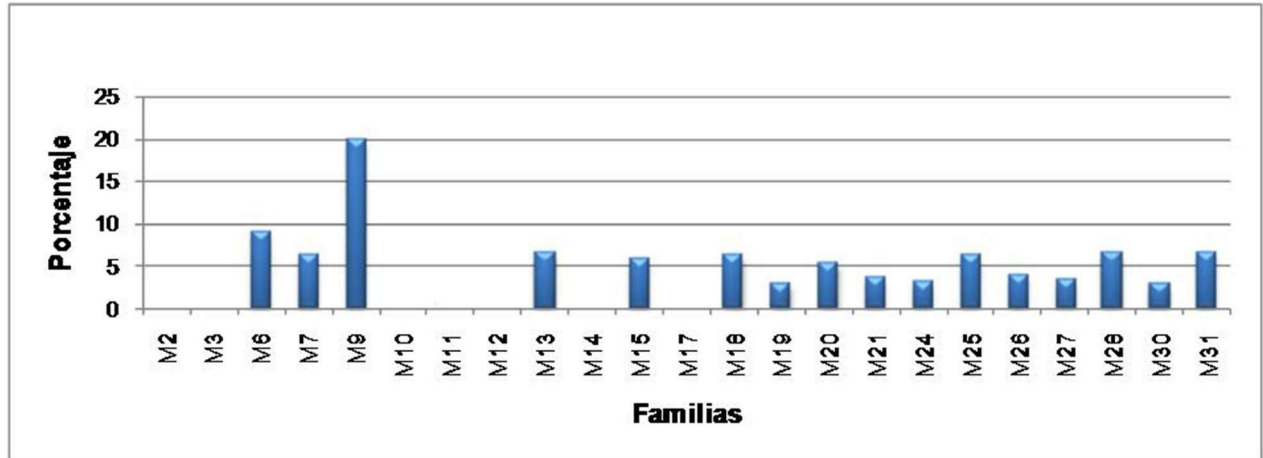
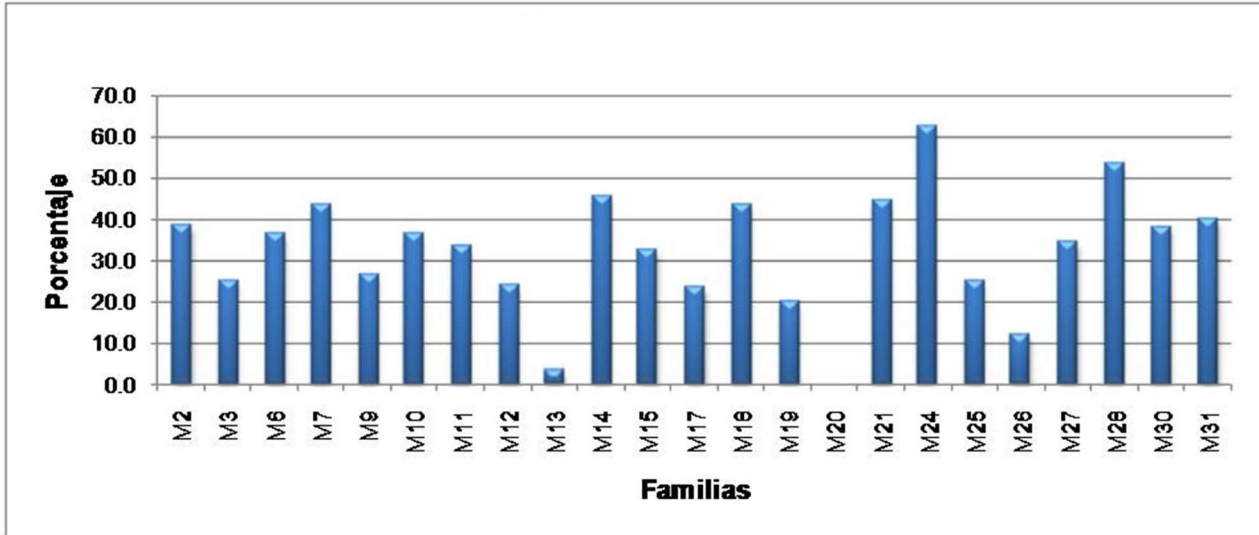


Figura 2-18. Bifurcación de las familias en el área de evaluación de la finca Sacoyou

## V. Estado fitosanitario

Las familias que presentaron los porcentajes más altos de árboles enfermos fueron M24 y M28, cuya procedencia es San Juan Sacatepéquez, Guatemala, para ambas, con 62.5 y 53.3%, respectivamente, como se muestra en la figura 2-19. Las familias M7, M14, M18 y M21, cuyas procedencias son Cobán, Alta Verapaz para la primera, San Jerónimo, Baja Verapaz, para las segunda y tercera, y San Juan Sacatepéquez, Guatemala para la cuarta, presentaron los porcentajes intermedios de árboles enfermos, que fueron 43.8, 45.5, 43.8 y 44.4%, respectivamente. La familia M13, cuya procedencia es San Jerónimo, Baja Verapaz, presentó el porcentaje más bajo de árboles enfermos que fue 3.3%, y la familia M20, cuya procedencia es San Jerónimo, Baja Verapaz, no presentó árboles enfermos. El resto de familias se encuentran en un rango menor al 40% de árboles enfermos.



**Figura 2-19.** Estado fitosanitario en el área de evaluación de la finca Sacoyou

El área de evaluación de la finca Sacoyou presentó un número relativamente elevado de individuos afectados fitosanitariamente, siendo la principal causa la presencia de un hongo fitopatógeno del género *Lophodermium* sp. (ver figura 2-20), también se encontró la presencia de *Cronartium* sp. (ver figura 2-21).



**Figura 2-20.** Árbol dañado por *Lophodermium* sp.

Según González Sagui (2004), los síntomas de *Lophodermium* sp., presentadas en la figura 2-20, comienzan con una clorosis en el tejido vegetal, que se distingue como puntos



amarillos que aparecen en la superficie del tejido, los cuales se van tornando a marrón conforme pasa el tiempo, hasta necrosar el área, tomando un color rojizo-marrón donde posteriormente se formarán los cuerpos fructíferos (apotecios) del hongo.



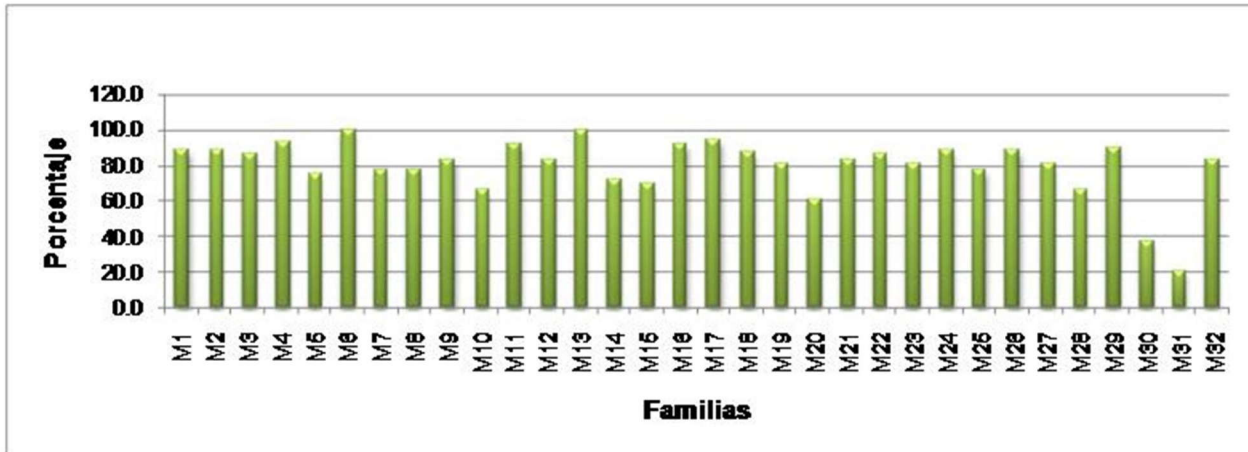
**Figura 2-21.** Árbol dañado por *Cronartium sp.*

El área de evaluación de la finca Sacoyou presentó una frecuencia relativamente alta de árboles afectados fitosanitariamente, por lo que es de esperar que en los próximos años el resto de los árboles sean afectados y que se registren algunos individuos muertos, la incidencia es alta pero la severidad no lo es. El control que se hace para la afección de *Lophodermium sp.* es eliminar los árboles afectados, pero por la naturaleza de esta evaluación eso no es lo recomendable, ya que debemos recordar que son ya más de 20 años los que lleva este estudio, y entre los fines del mismo están conocer la adaptación de las diversas familias, además la resistencia a enfermedades.

## **B. *P. maximinoii* en el área de evaluación de la finca Santa Anita**

### **I. Sobrevivencia**

La sobrevivencia de las familias en la parcela experimental de la finca Santa Anita fue variable, como se observa en la figura 2-22, y fue mayor del 60%. Dos familias están debajo del 50%, siendo estas las M30 y M31, y ambas son familias testigo.



**Figura 2-22.** Supervivencia de las familias en la parcela experimental de la finca Santa Anita

Las causas de muerte que se identificaron en esta parcela experimental fueron las mismas descritas para Sacoyou.

En el área de evaluación de la finca Santa Anita se identificó un aspecto del sitio que tiene que ver con el desarrollo no favorable de las familias, el cual fue el drenaje, que es una limitante en las partes bajas porque en dichas partes se produce encharcamiento, justamente donde se ubica el bloque tres (ver figura 2-6).

Como se mencionó para la finca Sacoyou, los árboles muertos deben ser sustituidos por árboles fillers para evitar la falta de competencia entre las familias evaluadas.

## II. Altura

El crecimiento en altura promedio de los árboles de 1.1 metro por año, reportado para Cobán por Nuñez (1996) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), fue totalmente superado en esta área de evaluación.

Según la prueba de Fisher las primeras cinco familias que se presentan en el cuadro 2-8, tendieron a presentar las mejores alturas, cuyas procedencias son Cobán, Alta Verapaz; San Jerónimo, Baja Verapaz; y, San Juan Sacatepéquez, Guatemala. En el anexo 2-6 se muestra el análisis de varianza para las familias de *P. maximinoii* evaluadas en la finca Santa Anita.

**Cuadro 2-8.** Altura promedio alcanzada por las familias en el área de evaluación de la finca Santa Anita.Prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ )

Familias	Altura media	No. repeticiones	
M8	189.96	6	A
M4	171.49	5	A B
M30	169.42	4	A B
M1	169.34	6	A B
M14	168.87	6	A B
M29	159.71	5	B C
M2	159.13	6	B C
M31	156.2	4	B C D
M7	152.52	6	B C D E
M22	151.97	5	B C D E F
M10	150.54	5	B C D E F
M17	144.74	6	B C D E F G
M21	136.19	5	C D E F G H
M13	135.6	4	C D E F G H
M23	133.74	6	C D E F G H
M12	133.42	6	C D E F G H
M16	131.59	4	C D E F G H I
M25	128.41	6	D E F G H I
M18	127.46	4	D E F G H I
M3	127.24	6	D E F G H I
M27	127.09	6	D E F G H I
M6	126.78	6	E F G H I
M24	124.49	6	E F G H I
M28	123.27	6	F G H I J
M19	122.85	6	F G H I J
M9	118.9	6	G H I J
M11	117.81	6	G H I J K
M26	111.43	6	H I J K
M32	104.01	6	I J K
M15	102.31	6	I J K
M20	96.08	6	J K
M5	89.47	6	K

### III. Rectitud

El desarrollo de árboles rectos sobresalió en dos familias en particular, tal como se muestra en la figura 2-23, las cuales fueron M23 y M31 (familia testigo), cuyas procedencias son San Juan Sacatepéquez, Guatemala, y San Jerónimo, Baja Verapaz, respectivamente, estas familias no desarrollaron árboles torcidos y el porcentaje de

árboles sinuosos fue menor del 30%, es necesario recordar que la sinuosidad generalmente se corrige en los primeros años de crecimiento, lo que da la probabilidad de que muchos árboles corrijan su desarrollo.

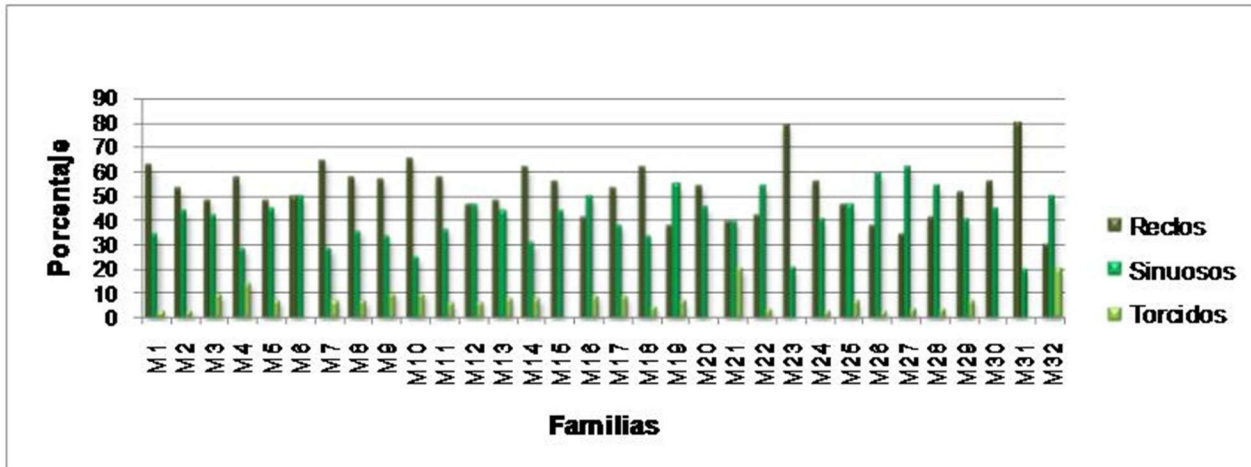
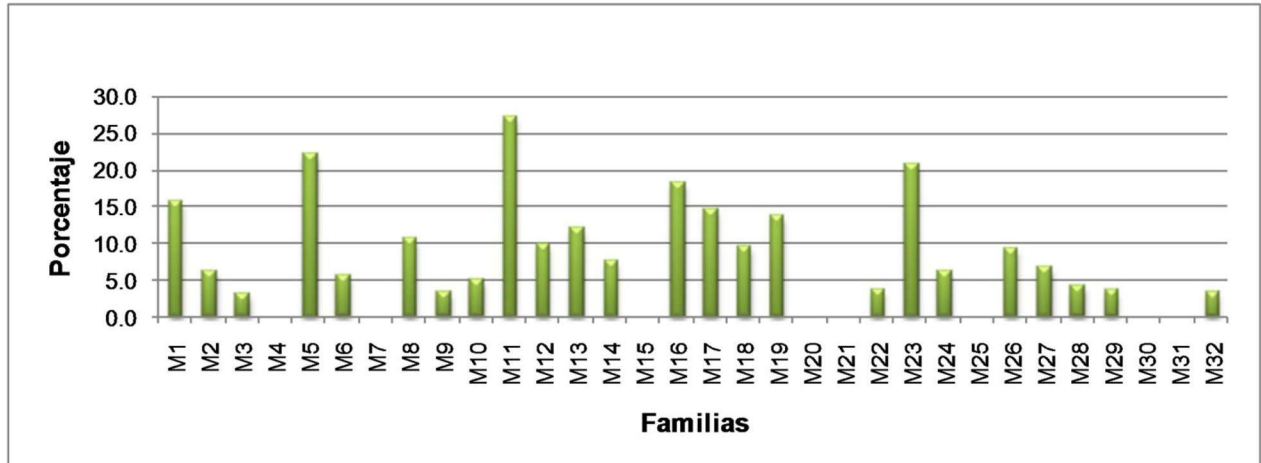


Figura 2-23. Desarrollo de rectitud de las familias en el área de evaluación de la finca Santa Anita

#### IV. Bifurcación

Ocho fueron las familias que no presentaron bifurcación durante el primer año de crecimiento, como se muestra en la figura 2-24. Fue la familia M11, cuya procedencia es San Jerónimo, Baja Verapaz, la que presentó 27.3%, que fue el porcentaje más alto de bifurcación en área de evaluación. El resto de familias presentaron bifurcación menor al 15%.



**Figura 2-24.** Bifurcación en el área de evaluación de la finca Santa Anita

## V. Estado fitosanitario

El porcentaje de árboles enfermos es relativamente bajo, tal y como se observa en la figura 2-25, identificando dos familias que presentaron los porcentajes más altos de árboles enfermos, las cuales fueron M12 y M16, cuya procedencia es San Jerónimo, Baja Verapaz para ambas, con 26.7 y 18.2%. Los porcentajes intermedios los presentan las familias M2 y M15, cuya procedencia es San Jerónimo, Baja Verapaz, con 12.5 y 12%. El resto de familias presentan un porcentaje menor al 10%, y fueron 12 familias las que no presentaron árboles enfermos, aunque no cabe duda que en los próximos años se infectarán, ya que la principal causa de enfermedad en la parcela fue la presencia del hongo fitopatógeno del género *Lophodermium sp.* (ver figura 2-20), y *Cronartium sp.* (ver figura 2-21) como en el caso de la parcela de la finca Sacoyou.

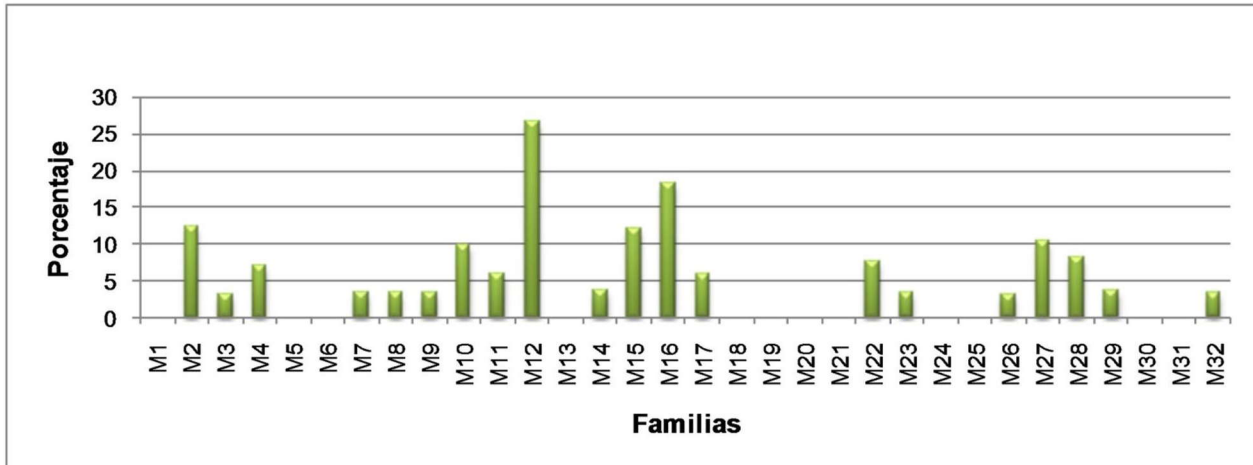


Figura 2-25. Estado fitosanitario en el área de evaluación de la finca Santa Anita

### C. *P. tecunumanii* en el área de evaluación de la finca Lagunilla

#### I. Sobrevivencia

La sobrevivencia de las familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla fue muy homogénea, como se observa en la figura 2-26, fue mayor del 80%, aunque se puede identificar una familia que logró el 100%, siendo esta la T16 cuya procedencia es Pachoc, Totonicapán.

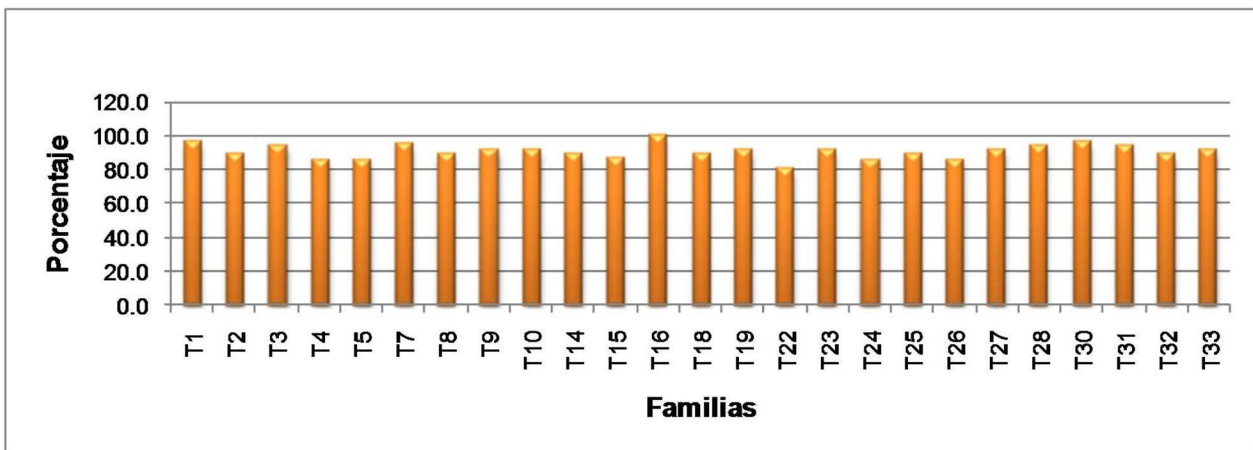


Figura 2-26. Sobrevivencia de las familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla

Las causas de muerte identificadas en esta parcela fueron las mismas descritas para las áreas de evaluación de las fincas Sacoyou y Santa Anita, incluyendo el paso del ganado.

Como se mencionó para las áreas de evaluación de las dos fincas anteriores, es necesario evitar la falta de competencia entre las familias evaluadas, por lo que deben introducirse árboles fillers.

## **II. Altura**

Las tasas de crecimiento inicial en *P. tecunumanii* son de uno a dos metros por año (Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000)). En el caso de la parcela experimental de la finca Lagunilla el promedio de altura se encuentra en el rango mencionado.

Según la prueba de Fisher las primeras 16 familias que se muestran en el cuadro 2-9, tendieron a presentar las mejores alturas, pero si tomamos en cuenta la representatividad con el número de repeticiones sólo son once familias, siendo ellas T14, T15, T23, T28, T9, T8, T32, T30, T19, T26 y T25 las que tendieron a presentar las mejores alturas.

En cuanto a las familias testigo, T30, T31 y T32, dos de ellas se encontraron entre las que tendieron a presentar las mejores alturas, quedándose fuera la T31 con 84.63 cm. Es de esperar que el patrón de crecimiento de las familias que tendieron a presentar las mejores sea similar en los próximos años de crecimiento.

En el anexo 2-7 se muestra el análisis de varianza para las familias de *P. tecunumanii* evaluadas en la finca Lagunilla.

**Cuadro 2-9.** Altura promedio alcanzada por las familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla.Prueba de Fisher ( $p \leq 0.05$ )

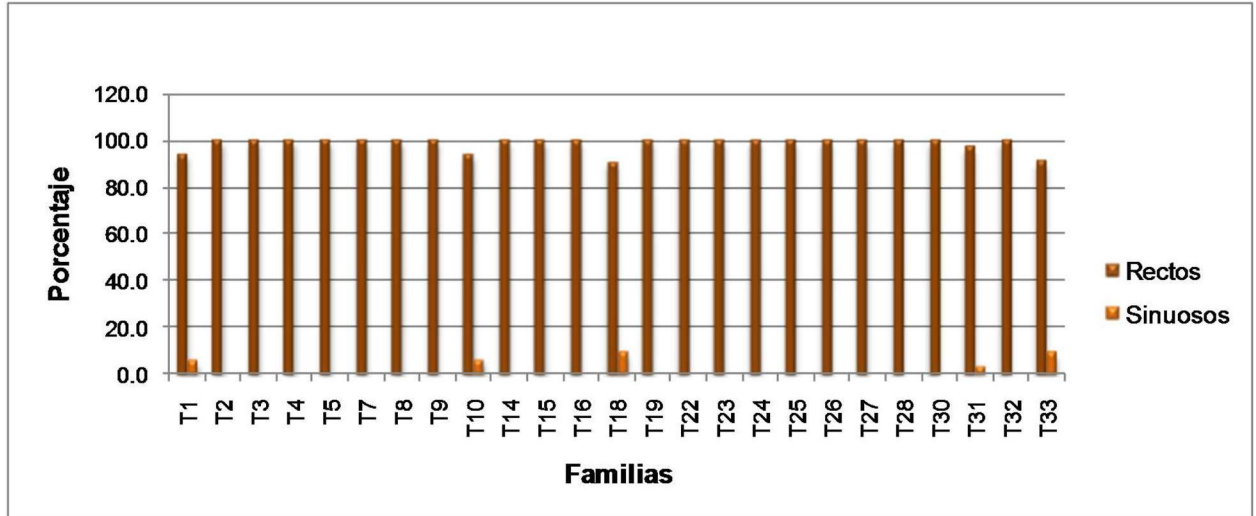
Familias	Altura media	No. Repeticiones	
T17	107.27	3	A
T14	97.40	5	A B
T15	97.19	5	A B
T21	96.28	3	A B C
T11	95.69	3	A B C
T23	94.31	6	A B C
T20	94.28	3	A B C
T28	94.01	6	A B C
T9	93.82	6	A B C
T8	93.51	6	A B C
T32	93.36	6	A B C
T30	93.17	6	A B C
T19	92.69	6	A B C
T26	91.96	6	A B C
T25	91.11	6	A B C D
T13	90.33	3	A B C D
T27	90.15	6	B C D
T1	89.26	6	B C D
T24	88.03	6	B C D
T7	86.83	4	B C D E
T12	85.20	3	B C D E
T31	84.63	6	B C D E
T6	84.58	3	B C D E F
T10	84.39	6	B C D E F
T33	84.31	6	B C D E F
T16	83.25	4	B C D E F
T4	82.53	6	C D E F
T3	79.76	6	C D E F
T29	79.40	3	C D E F
T5	78.79	6	D E F
T2	74.00	6	E F
T22	72.76	6	E F
T18	69.36	6	F

\*Las filas sombreadas son menores o iguales al 50% de las repeticiones

### III. Rectitud

El desarrollo de árboles rectos fue predominante en la mayoría de familias, y fueron cinco familias las que desarrollaron árboles sinuosos en un porcentaje menor al 20%, las cuales fueron T1, T10, T18, T31 y T33, tal y como se muestra en la figura 2-27. Es necesario recordar que la sinuosidad generalmente se corrige en los primeros años de crecimiento, lo cual da lugar a esperar que ésta disminuya aún más.





**Figura 2-27.** Desarrollo de rectitud de las familias en el área de evaluación de la finca Lagunilla

#### IV. Bifurcación

En la figura 2-28 se puede identificar que las familias T27 y T30, cuyas procedencias son San Vicente, Baja Verapaz y San Jerónimo, Baja Verapaz, respectivamente, presentaron los porcentajes más altos de bifurcación, que fueron 24.2 y 37.1%, respectivamente. Luego las familias T9, T22 y T23, cuyas procedencias son El Ingenio, Jalapa; San Jerónimo, Baja Verapaz; y, San Lorenzo, Zacapa, respectivamente, presentaron los porcentajes intermedios de bifurcación, los cuales fueron 21.2, 20.7 y 18.2%, respectivamente. La familia T14 cuya procedencia es La Soledad, Jalapa, no presentó bifurcación, y el resto de familias presentaron los porcentajes más bajos de bifurcación, siendo menores del 15%.

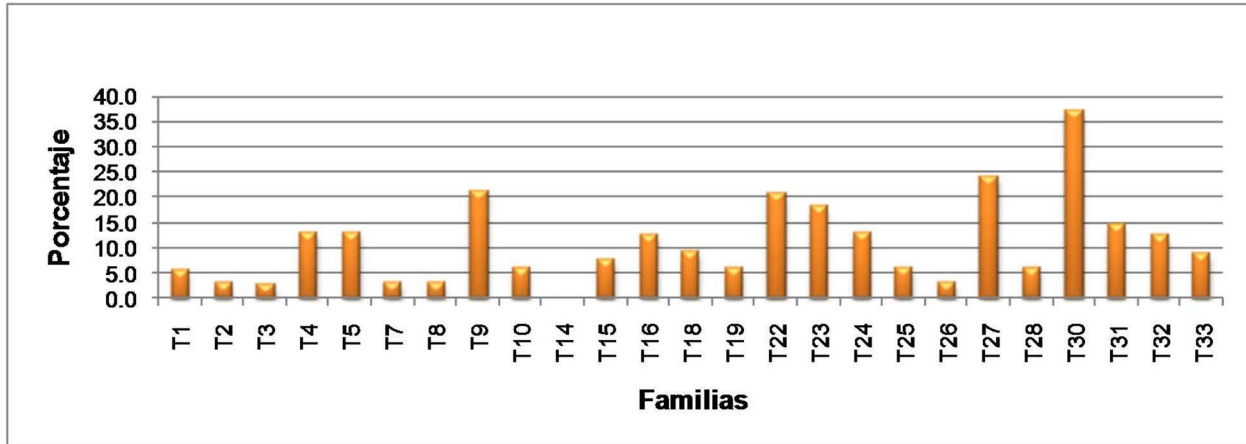


Figura 2-28. Bifurcación de las familias en el área de evaluación de la finca Santa Anita

## V. Estado fitosanitario

En el área de evaluación de la finca Lagunilla se encontró que absolutamente todos los individuos estaban afectados fitosanitariamente, principalmente por la presencia del mismo hongo encontrado en las dos parcelas experimentales anteriores, *Lophodermium sp.*, y también se presentó, con muy baja incidencia *Cronartium sp.* y en su fase inicial, como se muestra en la figura 2-29.



Figura 2-29. *Cronartium sp.* en su fase inicial en el área de evaluación de la finca Lagunilla

### 2.6.2 Diferencias entre las familias en el primer año de crecimiento

En las áreas de evaluación de las fincas Sacoyou y Santa Anita las diferencias entre familias se presentaron principalmente en las variables rectitud (ver figuras 2-17 y 2-23), bifurcación (ver figuras 2-18 y 2-24) y estado fitosanitario (ver figuras 2-19 y 2-25). En el

caso de la finca Lagunilla, las diferencias entre familias se mostraron en la variable bifurcación (ver figura 2-28).

## A. Comparación entre familias que presentaron alto potencial en el primer año de crecimiento

### I. Área de evaluación de la finca Sacoyou

En esta área de evaluación destacaron las familias M9 y M17, cuya procedencia es San Jerónimo, Baja Verapaz para ambas, inicialmente por su predominancia en el desarrollo de altura que superaron totalmente el promedio 1.1 m/año reportado por Nuñez (1996) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), y seguidamente por su alto potencial en el desarrollo de las variables sobrevivencia, rectitud, bifurcación y estado fitosanitario.

En la figura 2-30 se observa que la familia M17 vs. M9 logró un porcentaje mayor de sobrevivencia, mayor desarrollo de árboles rectos, menor desarrollo de árboles sinuosos y torcidos, cero individuos bifurcados y menor porcentaje de árboles enfermos. Por lo tanto, aunque en el desarrollo de la altura la familia M9 superó a la M17, en el desarrollo del resto de variables fue la M17 la que sobresalió. Determinando de esta manera que M17 fue la familia que presentó el mejor comportamiento en el área de evaluación de la finca Sacoyou.

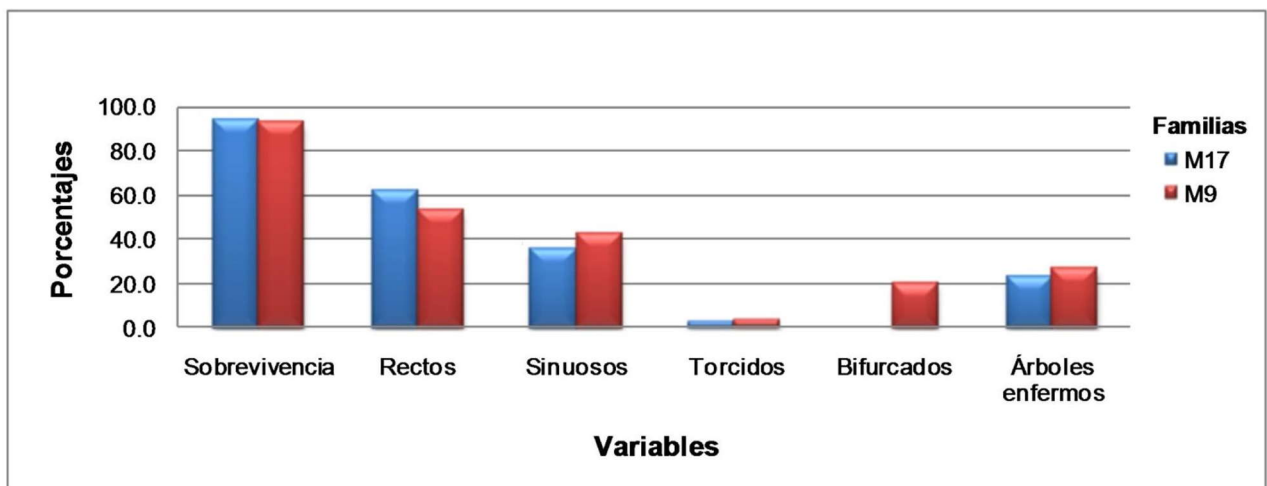


Figura 2-30. Comparación de familias de alto potencial en el área de evaluación de la finca Sacoyou

## II. Área de evaluación de la finca Santa Anita

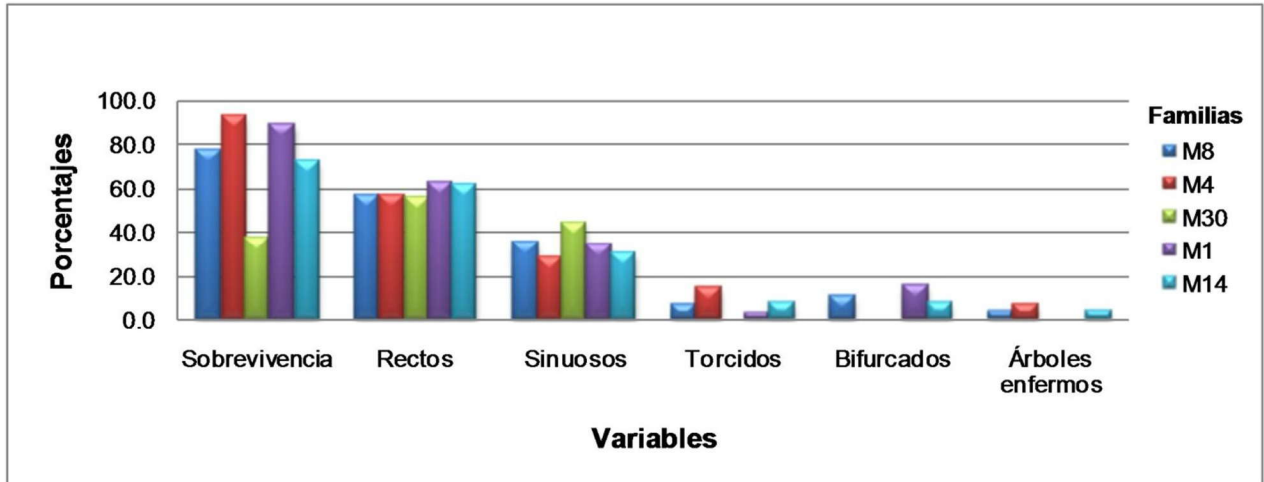
En esta área de evaluación destacaron las familias M8, M4, M30, M1 y M14, cuyas procedencias se muestran en el cuadro 2-7, inicialmente por su predominancia en el desarrollo de altura que superaron totalmente el promedio 1.1 m/año reportado por Nuñez (1996) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000), y seguidamente por su alto potencial en el desarrollo de las variables sobrevivencia, rectitud, bifurcación y estado fitosanitario.

**Cuadro 2-10.** Procedencias de las familias destacadas en el área de evaluación de la finca Santa Anita

Código de Campo	Procedencia	Departamento
M8	Cobán	Alta Verapaz
M4	Cobán	Alta Verapaz
M30	San Jerónimo	Baja Verapaz
M1	Cobán	Alta Verapaz
M14	San Jerónimo	Baja Verapaz

En la figura 2-31 se observa que la familia M4 vs. M8 logró un porcentaje mayor de sobrevivencia, igual desarrollo de árboles rectos, menor desarrollo de árboles sinuosos, mayor desarrollo de árboles torcidos, cero individuos bifurcados y mayor porcentaje de árboles enfermos. De manera que aunque en el desarrollo de la altura la familia M8 superó a la M4, en el desarrollo del resto de variables fue la M4 la que sobresalió, siendo ésta la familia que mejor comportamiento tuvo en el área de evaluación de la finca Santa Anita.

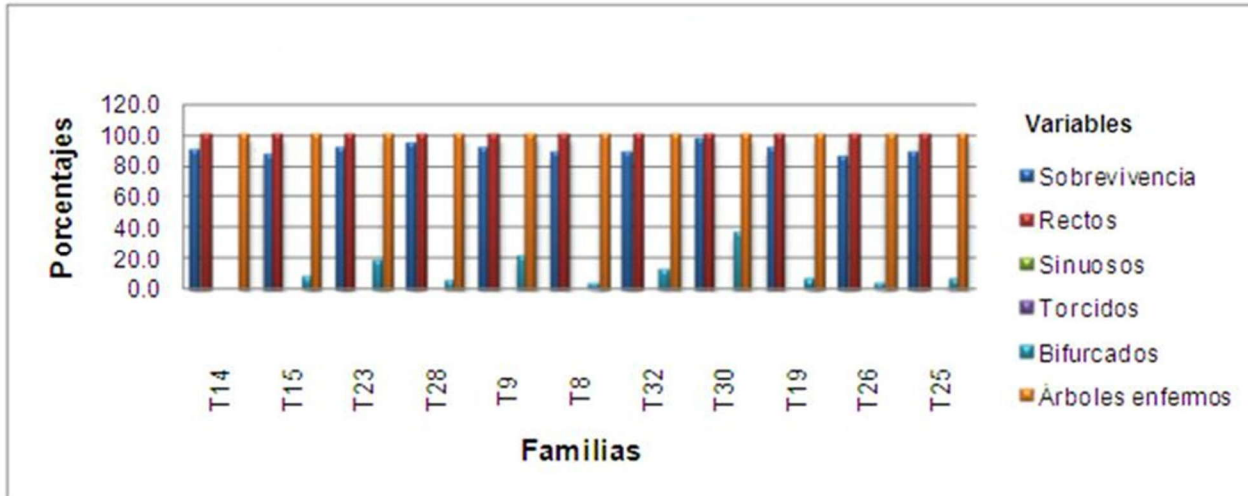
El desarrollo de las variables de las familias M30, M1 y M14 no permite sobresalir a una de la otra, de manera que es esta su posición final, tercero, cuarto y quinto lugar, respectivamente, en desarrollo en el primer año de crecimiento.



**Figura 2-31.** Comparación de familias de alto potencial en el área de evaluación de la finca Santa Anita

### III. Área de evaluación de la finca Lagunilla

En la figura 2-32 se observa que las familias T14, T15, T23, T28, T9, T8, T32, T19, T26 y T25, cuyas procedencias son las que se muestran en el cuadro 2-8, desarrollaron en 100% individuos rectos y enfermos, y la diferencia entre ellas está determinada por la sobrevivencia y el desarrollo de árboles bifurcados. Ya que éstas once familias desarrollaron cero individuos sinuosos y torcidos. Por lo tanto, aunque en el desarrollo de la altura de la familia T23 superó a la T28, en el porcentaje de sobrevivencia y el menor porcentaje de individuos bifurcados, fue la T23 la que sobresalió de T23 vrs. T28, de modo que el orden de familias destacadas cambia a T14, T15, T28, T23, T9, T8, T32, T19, T26 y T25, siendo la familia T14 la que logró el mejor comportamiento durante el primer año de crecimiento en el área de evaluación de la finca Lagunilla.



**Figura 2-32.** Comparación de familias de alto potencial en el área de evaluación de la finca Lagunilla

**Cuadro 2-11.** Procedencias de las familias destacadas en el área de evaluación de la finca Lagunilla

Código de campo	Procedencia	Departamento
T14	La Soledad	Jalapa
T15	La Soledad	Jalapa
T23	San Lorenzo	Zacapa
T28	San Vicente	Baja Verapaz
T9	El Ingenio	Jalapa
T8	Chiul	El Quiché
T32	San Jerónimo	Baja Verapaz
T30	San Jerónimo	Baja Verapaz
T19	San Jerónimo	Baja Verapaz
T26	San Lorenzo	Zacapa
T25	San Lorenzo	Zacapa

## 2.7 CONCLUSIONES

Las tres áreas de evaluación mostraron al primer año de crecimiento una respuesta positiva, y en las tres parcelas destacaron unas familias de otras.

Las familias M17 y M9 de *P. maximinoii* mostraron el mayor potencial en el área de evaluación de la finca Sacoyou, debido a que lograron desarrollar las mayores alturas y superar la altura promedio reportada por Nuñez (1996) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000). Al comparar M17 vs. M9, fue M17 la que logró un porcentaje mayor de

sobrevivencia, mayor desarrollo de árboles rectos, menor desarrollo de árboles sinuosos y torcidos, cero individuos bifurcados y menor porcentaje de árboles enfermos, determinando que esta familia fue la que presentó el mejor comportamiento durante el primer año de crecimiento en la finca Sacoyou.

En el área de evaluación de la finca Santa Anita las familias M8, M4, M30, M1 y M14 de *P. maximinoii* mostraron el mayor potencial debido a que desarrollaron las mayores alturas y porque superaron la altura promedio reportada por Nuñez (1996) citado por Dvorak, WS; Gutiérrez, EA et al. (2000). Al comparar M8 vrs. M4, fue M4 la que logró un porcentaje mayor de sobrevivencia, igual desarrollo de árboles rectos, menor desarrollo de árboles sinuosos, mayor desarrollo de árboles torcidos, cero individuos bifurcados y mayor porcentaje de árboles enfermos. De modo que el orden en que sobresalieron cambió a M4, M8, M30, M1 y M14, siendo la familia M4 la que presentó el mejor comportamiento durante el primer año de crecimiento en esta área de evaluación.

Las familias de *P. maximinoii* que presentaron el mejor comportamiento concuerdan con los resultados que ha obtenido Camcore de pruebas a los cinco y ocho años de edad que indicaron que entre las procedencias más productivas evaluadas en Brasil, Colombia y Sudáfrica se encontraron San Jerónimo, Baja Verapaz y Cobán, Alta Verapaz.

En el área de evaluación de la finca Lagunilla las familias de *P. tecunumanii* que mostraron el mayor potencial fueron T14, T15, T28, T23, T9, T8, T32, T19, T26 y T25, logrando el mayor desarrollo de alturas en comparación con el resto de familias evaluadas en esta área, y encontrándose debajo del rango normal de las tasas de crecimiento inicial para esta especie, según Dvorak, WS; Hodge, GR et al. (2000). Siendo la familia T14 la que presentó el mejor comportamiento durante el primer año de crecimiento en el área de evaluación de la finca Lagunilla.

En las tres áreas de evaluación las causas de muerte fueron similares, pero se debe recordar que todo debe limitarse a un monitoreo constante y no a un control, ya que este estudio considera la evaluación de la resistencia a plagas y enfermedades.

Debido a los resultados obtenidos de la finca Sacoyou se determina que los materiales que mostraron mejor comportamiento no fueron los originarios de los lugares donde se realizó la evaluación, de modo que no se cumplió con la hipótesis de trabajo. Pero en el caso de las fincas Santa Anita y Lagunilla, los materiales que mostraron mejor comportamiento sí fueron los originarios de los lugares donde se realizó la evaluación, de modo que se cumplió con la hipótesis de trabajo.

Las diferencias entre familias se dieron en las variables de rectitud, bifurcación y estado fitosanitario en las áreas de evaluación de las fincas Sacoyou y Santa Anita, mientras que en el área de evaluación de la finca Lagunilla las diferencias entre familias se dieron en bifurcación.

## **2.8 RECOMENDACIONES**

Para lograr determinar si las condiciones del sitio tienen efecto sobre el desarrollo de las familias se recomienda que se realice un análisis de suelo en las tres áreas de evaluación y de esta forma se pueda relacionar la interacción genotipo-sitio con el comportamiento de las familias.

Se debe tener un plan de supervisión permanente de las tres parcelas experimentales, para prevenir problemas y lograr un mantenimiento de las áreas de evaluación. Es necesario recordar que no debe aplicarse ninguna práctica silvicultural dentro de las parcelas experimentales a excepción de las limpias.

Se recomienda que en el año ocho, que es el último año de medición y constituye la mitad del ciclo de rotación, se realice un estudio de densidad de la madera en las tres parcelas experimentales para generar esta información y así incluirla en la base de datos de Camcore. La relevancia de esta información es que se generará información sobre la calidad de la madera que se producirá en la progenie de segunda generación.



## 2.9 BIBLIOGRAFÍA

1. Agyeman, VK; Marfo, KA; Kasanga, KR; Danso, E; Asare, AB; Yeboah, OM; Agyeman, OM. 2003. Revisión del sistema de plantación *taungya*: nuevas propuestas para el reparto de ingresos en Ghana. *In* Rentabilizar los bosques. Unasyuva 212 (54): 40-47.
2. Dvorak, WS; Gutiérrez, EA; Gapare, WJ; Hodge, GR; Osorio, LF; Bester, C; Kikuti, P. 2000. *Pinus maximinoii*. *In* Conservation & testing of tropical & subtropical forest tree species by the CAMCORE cooperative. North Caroline, US, North Caroline State University, College of Natural Resources. p. 106-127.
3. Dvorak, WS; Hodge, GR; Gutiérrez, EA; Osorio, LF; Malan, FS; Stanger, TK. 2000. *Pinus tecunumanii*. *In* Conservation & testing of tropical & subtropical forest tree species by the CAMCORE cooperative. North Caroline, US, North Caroline State University, College of Natural Resources. p. 188-209.
4. Farjon, A; Styles, B. 1997. Flora neotropica monograph No 75. Organization for flora neotropica. New York botanical garden. New York. p. 145-148, 166-171.
5. Gernandt, DS; Geada López, G; Ortiz García, S; Liston, A. 2005. Phylogeny and classification of *Pinus*. *Taxon* 54(1): 29-42.
6. González Sagui, ML. 2004. Caracterización del complejo de patógenos causales del tizón de la ascícula del pino en la finca Saquichaj, Cobán, Alta Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 49 p.
7. Guries, RP. 1991. Genética forestal y mejoramiento de los árboles forestales. *In* Young, RA. 1991. Introducción a las ciencias forestales. México, Noriega / Limusa. p. 141-163.
8. Gutiérrez C, B. \_\_\_\_\_. Propagación de material genético selecto de pino oregon. Chile. Instituto Forestal, Sede Bio Bio. 24 p.
9. Hodge, G. 2001. Guía para el diseño de ensayos genéticos de Camcore. CAMCORE. 19 p.
10. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 2003. Base de datos Forestales de Guatemala (DATAFORG) Versión 4.0. Proyecto de Investigación Forestal de INAB. Complete IT Solutions, Guatemala.
11. Lombardi, CR; Schroeder JA. 1987. Comportamiento de diferentes orígenes de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* y *Pinus oocarpa* en dos suelos arenosos corrientes (Argentina). *Quebracho* (3):49-57.
12. López, JL; Tighe, M. 2008. Informe visita Camcore a Grupo DeGuate. Camcore. 14 p.

13. Mendizabal-Hernández, L; Alba-Landa, J; Rebolledo-Camacho, V. 1999. Prueba de procedencias de *Pinus oocarpa* Shiede en el Mpio. Zapata, Veracruz, México. *Foresta Veracruzana* 1(2):9-12.
14. Monteoliva, S; Marlats, RM. 2007. Efecto del sitio, clon y edad sobre el crecimiento y la calidad de madera en sauces de corta rotación. Argentina. *Investigación Agraria: Sistemas y Recursos Forestales* 16(1):15-24.
15. Mora Poblete, F; Meneses Rojas, R. 2004. Comportamiento de procedencias de *Acacia saligna* (Labill.) H. L. Wendl. En la región de Coquimbo, Chile. *Ciência Florestal, Santa Maria* 14(1):103-109.
16. Pedersen AP; Olesen K; Graudal, L. 1993. Mejoramiento forestal a nivel de especies y procedencias. *In* Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Tomo I. Notas de clase. (en línea) <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0023s/A0023s.htm> Humbaek, Dinamarca.
17. Quemé Valladares, GA. 1987. Comportamiento inicial de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq) Steud en tres localidades de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 65 p.
18. Rodríguez, GH; López, CR. 2002. Variación genética de progenies de *Pinus caribaea* var. *Hondurensis* Barret y Golfari. Brasil. *Quebracho* 9:19-28.
19. Roulund H; Olesen K. 1992. Mejoramiento forestal a nivel de familia y de individuo. Nota de clase No. D.4. *In* Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Tomo I. Notas de clase. (en línea) <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0023s/A0023s.htm> Humbaek, Dinamarca.
20. Vivero, JL; Szejner, M; Gordon, J; Magin, G. 2005. The red list of trees of Guatemala. *Fauna & Flora Internacional*. Cambridge, United Kingdom. 48 p.
21. Wellendorf H; Ditlevsen, B. 1992. Introducción a la genética forestal. Nota de clase No. D.2. *In* Mejoramiento forestal y conservación de recursos genéticos forestales. Tomo I. Notas de clase. (en línea) <http://orton.catie.ac.cr/repdoc/A0023s/A0023s.htm> Humbaek, Dinamarca.
22. Woodbridge, W. 2002. Guía para medición de ensayos genéticos. CAMCORE. 26 p.

### **CAPÍTULO III**

#### **SERVICIOS REALIZADOS EN LA FINCA SACOYOU Y LA EMPRESA GEORECURSOS, S. A.**



### **3.1 PRESENTACIÓN**

Los servicios ejecutados se dirigieron a la solución de los problemas determinados en el diagnóstico realizado a la finca Sacoyou, y también se realizaron servicios adicionales encaminados al apoyo de la empresa Georecursos, S. A. De manera que el primer servicio consistió en un estudio de calidad de agua para consumo humano para la finca Sacoyou, ubicada en la Aldea Cojaj, Municipio San Pedro Carchá, en el Departamento de Alta Verapaz. Este estudio era indispensable para conocer la calidad de agua proveniente de los manantiales dentro de la jurisdicción de la finca Sacoyou, que se está utilizando para consumo humano.

El segundo servicio consistió en el establecimiento de parcelas permanentes de medición forestal –PPMF- y su registro en el software MiraSilv, y se llevó a cabo en la finca Sacoyou. El establecimiento de estas PPMF era necesario para cumplir con el Reglamento del Programa de Incentivos Forestales –PINFOR-.

En el tercer servicio se realizó un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental –EIA- para el proyecto de la cosecha de la plantación voluntaria de coníferas madura de la finca Santa Victoria, ubicada en San Andrés Semetabaj, del Departamento de Sololá. Este EIA se realizó para dar cumplimiento a la Ley de Áreas Protegidas y para utilizarlo como un instrumento para que el Consejo Nacional de Áreas Protegidas –CONAP- autorizara el desarrollo del proyecto.

En el cuarto servicio se realizó un inventario forestal en la finca Sacoyou en la plantación voluntaria establecida en el año 1990. Este inventario se realizó para conocer si se mantenía el volumen promedio y la calidad de producto que se ha obtenido de esta plantación y para determinar el tipo de producto maderable que se podría obtener.

El quinto servicio consistió en la elaboración de planes de manejo de reforestación para las fincas Sacoyou y Saguachil, y de protección para la finca Santa Victoria.

## **3.2 SERVICIO 1: Estudio de calidad de agua para consumo humano de la finca Sacoyou, Aldea Cojaj, San Pedro Carchá, Alta Verapaz.**

### **3.2.1 Objetivos**

#### **A. General**

Realizar un estudio de calidad de agua para consumo humano de la finca Sacoyou, ubicada en la Aldea Cojaj, en el Municipio San Pedro Carchá, en el Departamento de Alta Verapaz.

#### **B. Específicos**

- Evaluar los parámetros del agua de la Norma Guatemalteca Obligatoria de Agua Potable de la Comisión Guatemalteca de Normas –COGUANOR- para determinar la potabilidad del agua para consumo humano.
- Determinar la necesidad de aplicación de métodos de purificación de agua, según los niveles de contaminación de la misma.

### **3.2.2 Metodología**

#### **A. Revisión de las especificaciones de la Norma Guatemalteca Obligatoria de Agua Potable para consumo humano**

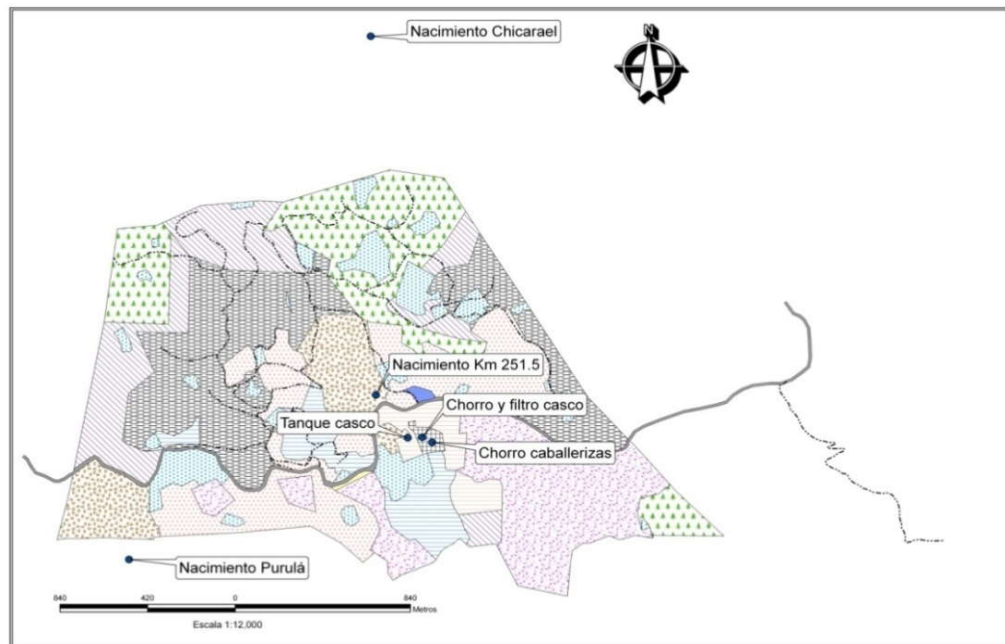
Con la revisión de la Norma Guatemalteca Obligatoria de Agua Potable se conocieron tanto los parámetros que COGUANOR evalúa para consumo humano mediante un análisis microbiológico de aguas, los cuales son *Escherichia coli*, coliformes, cloro libre y pH (COGUANOR, (2000)); como los límites aceptados de cada uno de dichos parámetros. Las coliformes para que sean aceptadas sólo debe encontrarse un máximo de un microorganismo por cada 100 mL (COGUANOR (2000)), mientras que *E. coli* no debe presentarse en 100 mL de agua (COGUANOR (2000)), y, el cloro libre debe presentarse entre 0.5-1.0 mg por litro de agua (COGUANOR (2000)).

## B. Ejecución en el campo

- 1) *Toma de muestras:* Consistió en dirigirse hacia cada uno de los puntos de muestreo (manantiales, tanques de captación y chorros) e introducir 100 mL en un recipiente esterilizado, y georreferenciar cada punto de muestreo.
- 2) *Traslado al laboratorio:* Consistió en llevar al laboratorio las muestras tomadas, éstas debieron conservarse a una temperatura baja y no más de un período de 24 horas. Se realizó un análisis microbiológico en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas de ANACAFÉ –ANALAB–.
- 3) *Análisis de los resultados:* Éste se realizó luego de recibir el resumen de características del laboratorio.

### 3.2.3 Resultados

Se muestrearon siete puntos, los cuales fueron el tanque del casco, el chorro del casco, el nacimiento ubicado en el kilómetro 251.5, el filtro del casco, el chorro de la caballeriza, el manantial Chicarael y el manantial Purulá. La distribución de estos puntos de muestreo se muestra en la figura 3-1.



**Figura 3-1.** Ubicación de puntos de muestreo en la finca Sacoyou

Los resultados obtenidos en el Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Agua de ANACAFÉ del análisis microbiológico se muestran en el cuadro 3-1 (ver anexos 3-1A y 3-1B).

**Cuadro 3-1.** Resumen de resultados del Análisis Microbiológico de Aguas

Punto de muestreo	NMP / 100 mL		ppm Cl libre (mg/L)	pH
	E. coli	Coliformes		
<i>Límite permisible</i> →	<i>NPM (menor que 1)</i>	<i>(menor que 2)</i>		
Tanque casco	4.10	> 2419.60	0.0	7.60
Chorro casco	2.00	228.20	0.0	7.80
Nacimiento Km 251.5	34.50	> 2419.60	0.0	7.70
Filtro casco	< 1.0	1.00	0.0	7.90
Chorro caballero	31.70	150.00	0.0	7.70
Manantial Chicarael	3.10	201.40	0.0	6.40
Manantial Purulá	9.80	191.80	0.0	6.30

Fuente: Laboratorio de Análisis de Suelos, Plantas y Aguas de ANACAFÉ.

\*NPM: Número más probable de unidades formadoras de colonias.

\*Límites permisibles según la norma microbiológica de COGUANOR, NGO 29-005:99, aplicable para el agua embasada para consumo humano.

Para conocer la potabilidad del agua de consumo del filtro que se utiliza en la casa patronal de la finca, se tomó una muestra con el objetivo de determinar si era necesario la sustitución del recipiente de purificación que se utiliza actualmente y que ya lleva tres años de uso, cuyo proceso de purificación se basa en la gravedad y las propiedades naturales de la arcilla. Según los resultados del análisis microbiológico mostrados en el cuadro 3-1, el número NPM es menor que uno, la presencia de coliformes es de uno, el nivel de cloro libre es de 0 mg / L y el pH es ligeramente alcalino, por lo que se determinó que aún tiene vida útil y su uso sigue siendo apto, de manera que no es necesario cambiarlo porque no excede los límites permisibles establecidos por COGUANOR.

Con respecto a los otros puntos de muestreo sí se hace necesario que se apliquen métodos de purificación de agua porque los límites permitidos por COGUANOR son sobrepasados, como se muestra en el resumen de resultados en el cuadro 3-1.

A continuación se describen los resultados del resumen de resultados del Análisis Microbiológico de Aguas presentado en el cuadro 3-1:



- a) **Tanque del casco:** En este punto de muestreo se detectó un NPM de *E. coli* bajo, pero mayor que el permisible, de 4.10, un nivel de coliformes alto, respecto al permisible por COGUANOR que es menor que uno, siendo éste mayor que 2419.6, un nivel de cloro libre de 0 mg / L y un pH de 7.6, definiéndose como ligeramente alcalino.
- b) **Chorro del casco:** En este punto de muestro se detectó un NPM de *E. coli* bajo, de 4.10, pero mayor que el permisible, de 2.0, un nivel de coliformes alto, respecto al que permite COGUANOR que es menor que uno, siendo de 228.2, un nivel de cloro libre de 0 mg / L y un pH de 7.8, definiéndose también como ligeramente alcalino.
- c) **Nacimiento del kilómetro 251.5:** En este punto de muestreo se detectó un NPM de *E. coli* alto, que sobrepasa el permisible, de 34.5, un nivel de coliformes que también sobrepasa el permisible que debe ser menor que uno, siendo éste mayor que 2419.6, un nivel de cloro libre de 0 mg / L y un pH de 7.7, definiéndose también como ligeramente alcalino.
- d) **Chorro de la caballeriza:** En este punto de muestreo se detectó un NPM de *E. coli* alto, siendo mayor que el permisible, de 31.7, un nivel de coliformes que también sobrepasa el permisible, siendo éste de 150.0, un nivel de cloro libre de 0 mg / L y un pH de 7.7, definiéndose también como ligeramente alcalino.
- e) **Manantial Chicarael:** En este punto de muestro se detectó un NPM de *E. coli* bajo, pero mayor que el permisible, de 3.1, un nivel de coliformes que sobrepasa el permisible, siendo éste de 201.4, un nivel de cloro libre de 0 mg / L y un pH de 6.4, definiéndose también como ligeramente ácido.
- f) **Manantial Purulá:** En este punto de muestro se detectó un NPM de *E. coli* relativamente bajo, pero mayor que el permisible, de 9.9, un nivel de coliformes que sobrepasa el permisible, siendo éste de 191.8, un nivel de cloro libre de 0 mg / L y un pH de 6.3, definiéndose también como ligeramente ácido.

El único punto de muestreo que no está conectado con la red de tubería de la finca es el Manantial Purulá, el resto de puntos de muestreo están conectados, iniciando desde el Manantial Chicarael, luego el tanque de distribución en el Km 251.5, luego el tanque del casco, el chorro del casco y el chorro de la caballeriza.

El Manantial Chicarael no posee una cobertura en su estructura, por lo que los roedores y aves defecan en el agua que se encuentra libre de protección, aunado a esto las personas llegan a lavar su ropa a este manantial porque es el punto más cercano de agua que les queda a ellos. El tanque de distribución del Km 251.5 no posee cobertura tampoco porque los pobladores de los alrededores arrancaron la tapadera para poder consumir agua de este punto. El tanque del casco tampoco posee cobertura, por lo que se repite el caso de contaminación por heces fecales de roedores y aves. Estas razones pueden ser las posibles causas de los altos niveles de *E. coli* y coliformes en el agua.

### **3.2.4 Evaluación**

Para la evaluación de este servicio se determinaron los parámetros del agua permitidos por COGUANOR, y se concluyó que éstos son sobrepasados en seis de los siete puntos que se muestrearon, los cuales fueron el tanque del casco, el chorro del casco, el nacimiento del kilómetro 251.5, el chorro de la caballeriza, el Manantial Chicarael y el Manantial Purulá, motivo por el cual se recomienda la aplicación de un método de purificación de agua, y en este caso se recomienda el método químico de purificación por cloración tomando como base la investigación realizada por Castillo Díaz (2008) sobre la Evaluación preliminar de cinco métodos para purificación de agua de lluvia captada para consumo humano en las comunidades El Jute I y Eben Ezer, Purulhá, Baja Verapaz, ya que éste método fue el que presentó las mejores características de purificación de agua en cuanto a sus características físicas, bacteriológicas, precio y tiempo de purificación, además fue uno de los más eficaces y su principal ventaja fue su fácil adquisición en las tiendas de las comunidades.

Las indicaciones de dosificación de cloro se muestran en el anexo 3-2.

### **3.3 SERVICIO 2: Establecimiento de Parcelas Permanentes de Medición Forestal – PPMF-, según metodología INAB, y su registro en el software MiraSilv versión 2.9**

#### **3.3.1 Objetivos**

##### **A. General**

En las plantaciones PINFOR establecidas en los años 2000, 2006 y 2007, establecer parcelas permanentes de medición forestal –PPMF- y registrarlas en el Manejo de Información sobre Recursos Arbóreos componente de Silvicultura –MiraSilv- (versión 2.9).

##### **B. Específicos**

- Estimar el porcentaje de sobrevivencia para cada PPMF.
- Calcular la distribución diamétrica, el área basal por hectárea y el volumen por hectárea para cada PPMF.

#### **3.3.2 Metodología**

##### **A. Establecimiento de PPMF**

- Se trabajaron parcelas de 500 m<sup>2</sup> donde entraron de 50 a 55 árboles, la forma de la parcela fue rectangular, y se instalaron de forma perpendicular a la pendiente orientando el lado más largo de Norte a Sur.
- El trazado de la parcela se delimitó con los mismos espacios entre surcos y se marcaron los tres árboles de cada esquina con spray.
- Las PPMF se marcaron en el terreno de modo que se pudieran reubicar en el futuro por personas o técnicos diferentes al que las estableció originalmente, para facilitar y asegurar las mediciones futuras sin errores.
- La medición de variables se inició en la hilera de izquierda a derecha.
- El marcaje de los árboles se hizo con clavos y laminillas de aluminio a 1.30 m sobre el suelo en los árboles que tenían más de esta altura, en los que no llegaban a esta altura el marcaje se hizo en la parte más desarrollada de la parte baja del fuste, para luego iniciar la medición de las variables de acuerdo a los formularios de medición de árboles en pie de MiraSilv que fueron diámetro a la altura del pecho

(en milímetros –mm–), altura total (en decímetros –dm–), forma y defectos del fuste, y, sanidad.



**Figura 3-2.** Accesorios y herramientas utilizadas para el marcaje de árboles en las PPMF



**Figura 3-3.** Medición de árboles



**Figura 3-4.** Árboles marcados

- Se georreferenció el centro de cada PPMF con GPS.
- Se llenaron los cuatro formularios descriptivos: Descripción de Sitio (ver anexo 3-3), Descripción de Experimento (ver anexo 3-4), Descripción de Parcela (ver anexo 3-5), para cada una de las parcelas o lotes que forman el experimento y la Medición de árboles en pie (anexo 3-6). Para las mediciones dasométricas se ingresaron los datos: Número de árbol, Número de ejes por árbol, Diámetro de cada árbol a la altura del pecho –DAP- (mm), Altura de cada árbol (dm), Códigos de forma y Códigos de sanidad.
  - Los códigos utilizados en el sistema MIRA son Código de país (CoPais), en este caso el código para Guatemala es GT, Código de proyecto (CoProy) hace referencia al código del proyecto corresponde al código de la región y subregión del INAB, en este caso es I23, Código de experimento (CoExp), en este caso se definió cada proyecto PINFOR como un experimento, de manera que el PINFOR 2000 es el Experimento 00001, el PINFOR 2006 es el Experimento 2006, y, el PINFOR 2007 es el Experimento 00003. Y, el Código de lote, haciendo saber que un lote es un grupo de parcelas establecidas en un área similar dentro de un experimento, en un experimento pueden existir más de un lote, en este caso se establecieron dos lotes por cada experimento, como se describe en el cuadro 3-2.

**Cuadro 3-2.** Resumen de lotes por experimento

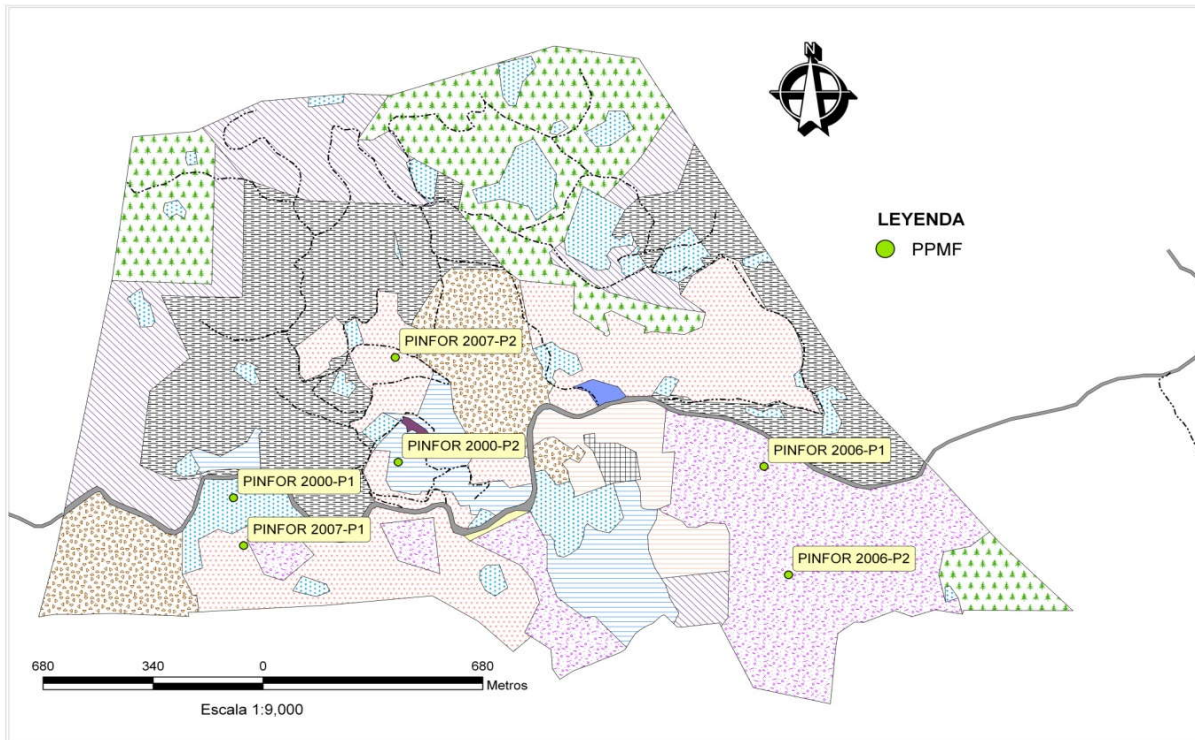
Proyecto	No. Experimento	No. Lote
PINFOR 2000	00001	01
		02
PINFOR 2006	00002	01
		02
PINFOR 2007	00003	01
		02

## **B. Ingreso de datos en el software MiraSilv versión 2.9**

El orden de ingreso de datos y grabación que se siguió es el que propone Ugalde Arias, (2003), de modo que fue de la siguiente manera: Códigos de país, proyecto y especie, Descripción del sitio, Descripción del Experimento, Descripción de la parcela, Descripción de la medición, Selección de las variables medidas y Grabación de datos de la medición.

### 3.3.3 Resultados

Se establecieron seis PPMF, las cuales están distribuidas como se describe a continuación: Dos en el PINFOR 2000, dos en el PINFOR 2006 y dos en el PINFOR 2007 (ver figura 3-5).



\*P1: Parcela ó lote 1

\*P2: Parcela ó lote 2

**Figura 3-5.** Ubicación de PPMF establecidas

La información generada en estas PPMF se registró previamente en los formularios de campo y posteriormente se ingresaron al sistema MIRA.

El porcentaje de sobrevivencia por PPMF, tomando en cuenta el número de árboles vivos encontrados dentro de cada PPMF, es como se muestra en el cuadro 3-3.

**Cuadro 3-3.** Porcentaje de sobrevivencia por parcela permanente

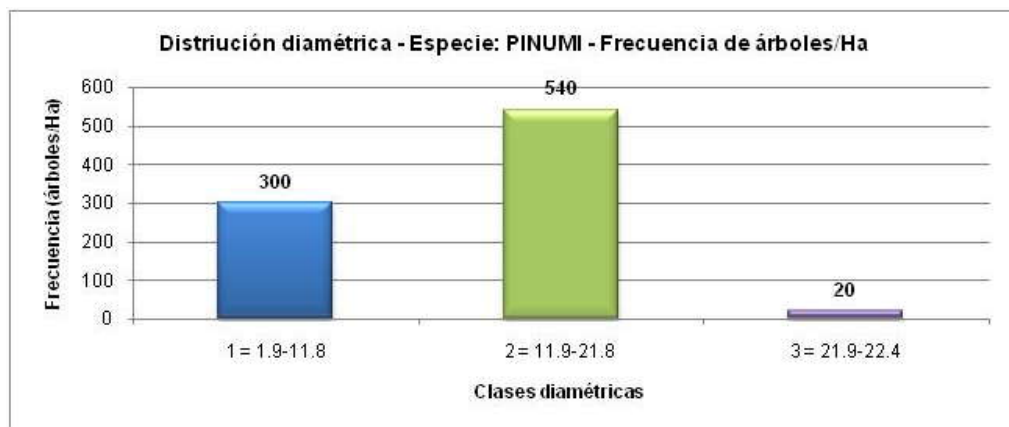
No. Experimento	No. Lote	Porcentaje de sobrevivencia
00001	01	86
	02	69.81
00002	01	85.45
	02	86
00003	01	82.14
	02	69.81

Las variables DAP y Altura Total son necesarias para estimar el volumen que puede obtenerse de una plantación, en este caso son obtenidas por parcela de dimensión conocida (500 m<sup>2</sup>), para luego ser proyectadas en el resto de la plantación. Las figuras obtenidas del sistema MIRA se describen a continuación.

#### A. Distribución diamétrica PINFOR 2000 (Experimento 00001)

En la figura 3-6 se observan los datos que resume el sistema MIRA, logrando identificar tres clases diamétricas que van desde 1.9 hasta 22.4 cm, este rango inicia así ya que se registraron dos diámetros de árboles suprimidos de 19 mm (1.9 cm) y 48 mm (4.8 cm) y al hacer la proyección por hectárea los rangos que el sistema MIRA despliega de esa forma.

En orden descendente la clase diamétrica que presenta mayor frecuencia de árboles por hectárea es la clase diamétrica dos (11.9 a 21.8 cm) con 540 árboles por hectárea; le sigue la clase diamétrica uno (1.9 a 11.8 cm) con 300 árboles por hectárea; y por último la clase diamétrica tres (21.9 a 22.4 cm) con 20 árboles por hectárea.

**Figura 3-6.** Distribución diamétrica del lote 1 del experimento 00001

En la figura 3-7 se presenta el informe de distribución diamétrica que genera el sistema MIRA en el cual se presenta el área basal por hectárea de 14.70 m<sup>2</sup>, y el volumen por hectárea es 70.98 m<sup>3</sup>, para el lote 1 del experimento 00001.

SISTEMA MIRA - SILV												13/04/2009
Usuario: FINCA SACOYOU												1
DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA POR ESPECIE												
País:	GT (GUATEMALA)			Fecha de medición:	03/12/2008							
Proyecto:	023			Ns. de medición:	1			Edad(meses): 6				
Experimento:	00001 (Sin diseño estadístico)			Área muestreada total:	500 m2							
Ns. Trat.:	000			Todos los árboles								
Cód. Trat.:	SAC1			Esta parcela								
Especie	Área muestreada (m2)	Parcelas	Clase diamétrica	Rango de clase (cm)	Frecuencia de ejes del área muestreada	Frecuencia de ejes por ha	Frec. en %	Área basal (m2/ha)	Área basal en%	Volumen (m3/ha)	Volumen en %	
PINUMI	500	1	1	1.9- 11.8	15	300	34.9	2.12	14.4	8.82	12.4	
			2	11.9- 21.8	27	540	62.8	11.79	80.2	57.55	81.1	
			3	21.9- 22.4	1	20	2.3	0.79	5.4	4.61	6.5	
Total por especie					43	860	100.0	14.70	100.0	70.98	100.0	

**Figura 3-7.** Vista del informe de distribución diamétrica del lote 1 del experimento 00001 que genera el sistema MIRA

Por lo anteriormente descrito se puede inferir que el crecimiento diamétrico es adecuado, ya que son pocos los que presentan un crecimiento acelerado, pero para incrementar los diámetros de la clase diamétrica dos se deberían ralea los individuos que presentan los diámetros más pequeños, es decir, la clases diamétrica uno.

En la figura 3-8 se presentan los datos que resume el sistema MIRA, de manera que se distinguen tres clases diamétricas que van desde 0.4 hasta 9.7 cm. En orden descendente la clase diamétrica que presenta mayor frecuencia de árboles por hectárea es la clase diamétrica dos (4.4 a 8.3 cm) con 480 árboles por hectárea; le sigue la clase diamétrica uno (0.4 a 4.3 cm) con 60 árboles por hectárea; y la clase diamétrica 3 (8.4 a 9.7 cm) con 60 árboles por hectárea.



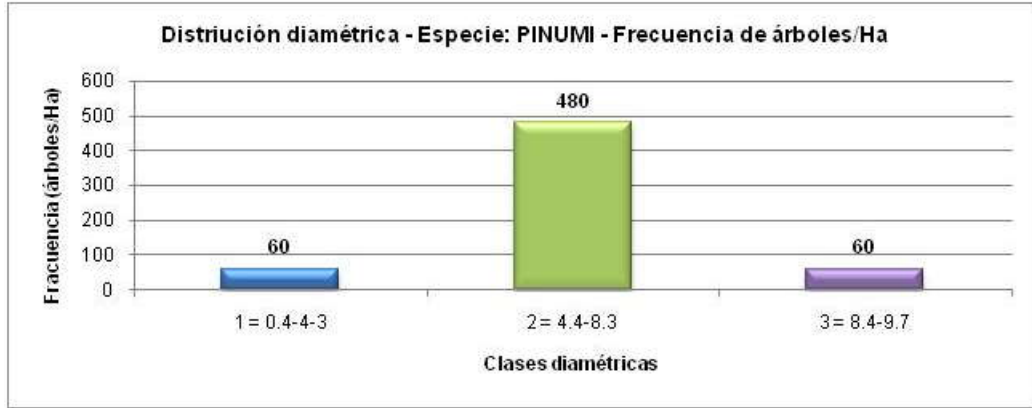


Figura 3-8. Distribución diamétrica del lote 2 del experimento 00001

En la figura 3-9 se presenta el informe de distribución diamétrica que genera el sistema MIRA, en el que se presenta el área basal por hectárea es 2.03 m<sup>2</sup>, y el volumen por hectárea es 9.81 m<sup>3</sup> para el lote 2 del experimento 00001.

**SISTEMA MIRA - SILV** 13/04/2009

**Usuario: FINCA SACOYOU** 1

**DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA POR ESPECIE**

País: GT (GUATEMALA) Fecha de medición: 13/01/2009

Proyecto: 023 Nº. de medición: 1 Edad(meses): 7

Experimento: 00001 (Sin diseño estadístico) Área muestreada total: 500 m2

Nº. Trat.: 000 Todos los árboles

Cód. Trat.: SAC1 Esta parcela

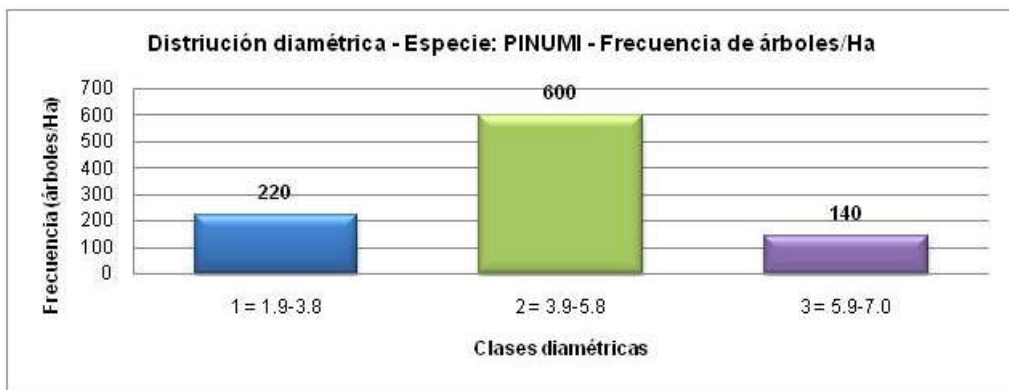
Especie	Área muestreada (m2)	Parcelas	Clase diamétrica	Rango de clase (cm)	Frecuencia de ejes del área muestreada	Frecuencia de ejes por ha	Frec. en %	Área basal (m2/ha)	Área basal en %	Volumen (m3/ha)	Volumen en %
PINUMI	500	1	1	0.4- 4.3	3	60	10.0	0.03	1.6	0.13	1.4
			2	4.4- 8.3	24	480	80.0	1.63	80.2	7.73	78.8
			3	8.4- 9.7	3	60	10.0	0.37	18.2	1.95	19.8
Total por especie					30	600	100.0	2.03	100.0	9.81	100.0

Figura 3-9. Vista del informe de distribución diamétrica del lote 2 del experimento 00001 que genera el sistema MIRA

Con lo descrito anteriormente se puede deducir que el crecimiento diamétrico es adecuado pero pobremente desarrollado en comparación con el lote uno del experimento 00001. Son pocos los individuos que presentan un crecimiento fuera de la clase diamétrica dos, que es la que mayor frecuencia presenta, así que para incrementar y homogenizar los diámetros se deberían ralea los individuos que presentan los diámetros más pequeños, es decir la clase diamétricas uno.

## B. Distribución diamétrica PINFOR 2006 (Experimento 00002)

En la figura 3-10 se presentan los valores de la distribución diamétrica que resume el sistema MIRA para el lote 1 del experimento 00002, de manera que se distinguen tres clases diamétricas que van desde 1.9 hasta 7.0 cm. En orden descendente la clase diamétrica que presenta mayor frecuencia de árboles por hectárea es la clase diamétrica dos (3.9 a 5.8 cm) con 600 árboles por hectárea; le sigue la clase diamétrica uno (1.9 a 3.8 cm) con 220 árboles por hectárea; y por último la clase diamétrica tres (5.9 a 7.0 cm) con 140 árboles por hectárea.



**Figura 3-10.** Distribución diamétrica del lote 1 del experimento 00002

En la figura 3-11 se presenta el informe de distribución diamétrica que genera el sistema MIRA, en el que se presenta el área basal por hectárea de 1.69 m<sup>2</sup>, y el volumen por hectárea de 3.08 m<sup>3</sup> para el lote 1 del experimento 00002.

**SISTEMA MIRA - SILV**

13/04/2009

Usuario: FINCA SACOYOU

1

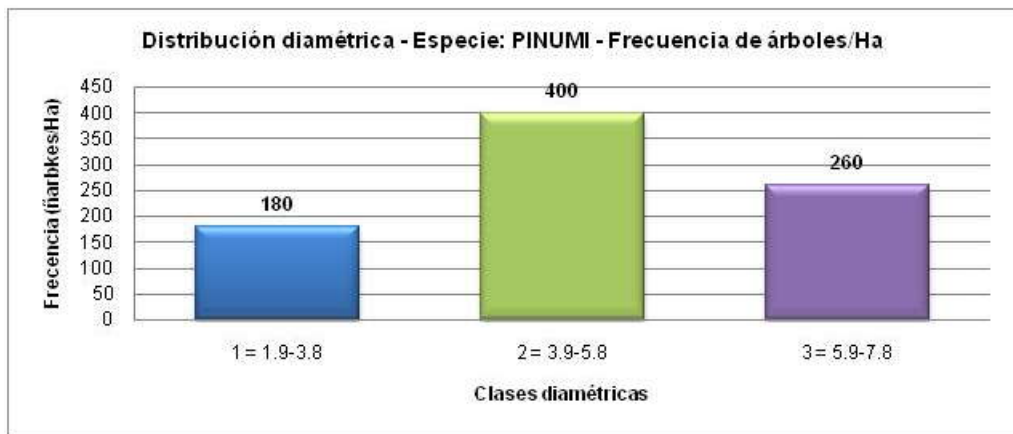
**DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA POR ESPECIE**

País:	GT (GUATEMALA)	Fecha de medición:	02/12/2008	
Proyecto:	023	Ns. de medición:	1	Edad(meses): 30
Experimento:	00002 (Sin diseño estadístico)	Área muestreada total:	500 m2	
Ns. Trat.:	000	Todos los árboles		
Cód. Trat.:	SAC2	Esta parcela		

Especie	Área muestreada (m2)	Parcelas	Clase diamétrica	Rango de clase (cm)	Frecuencia de ejes del área muestreada	Frecuencia de ejes por ha	Frec. en %	Área basal (m2/ha)	Área basal en%	Volumen (m3/ha)	Volumen en %
PINUMI	500	1	1	1.9- 3.8	11	220	22.9	0.15	8.9	0.21	6.9
			2	3.9- 5.8	30	600	62.5	1.09	64.7	1.99	64.7
			3	5.9- 7.0	7	140	14.6	0.45	26.4	0.88	28.4
Total por especie					48	960	100.0	1.69	100.0	3.08	100.0

**Figura 3-11.** Vista del informe de distribución diamétrica del lote 1 del experimento 00002 que genera el sistema MIRA

En la figura 3-12 se presenta el resumen de distribución diamétrica que produjo el sistema mira para el lote 2 del experimento 00002. Se distinguen tres clases diamétricas que van desde 1.9 hasta 7.8 cm. En orden descendente la clase diamétrica que presenta mayor frecuencia de árboles por hectárea es la clase diamétrica dos (3.9 a 5.8 cm) con 400 árboles por hectárea; le sigue la clase diamétrica tres (5.9 a 7.8 cm) con 260 árboles por hectárea; y por último la clase diamétrica uno (1.9 a 3.8 cm) con 180 árboles por hectárea.



**Figura 3-12.** Distribución diamétrica del lote 2 del experimento 00002

En la figura 3-13 se presenta el informe de distribución diamétrica que genera el sistema MIRA en el que se presenta el área basal por hectárea es 1.65 m<sup>2</sup> y el volumen por hectárea es 2.55 m<sup>3</sup> para el lote 2 del experimento 00002.

SISTEMA MIRA - SILV											
Usuario: FINCA SACOYOU											13/04/2009
DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA POR ESPECIE											
País: GT (GUATEMALA)		Fecha de medición: 13/01/2009									
Proyecto: I23		N°. de medición: 1				Edad (meses): 7					
Experimento: 00002 (Sin diseño estadístico)		Área muestreada total: 500 m <sup>2</sup>									
N°. Trat.: 000		Todos los árboles									
Cód. Trat.: SAC1		Esta parcela									
Especie	Área muestreada (m <sup>2</sup> )	Parcelas	Clase diamétrica	Rango de clase (cm)	Frecuencia de ejes del área muestreada	Frecuencia de ejes por ha	Frec. en %	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Área basal en %	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	Volumen en %
PINUMI	500	1	1	1.9- 3.8	9	180	21.4	0.11	6.8	0.12	4.5
			2	3.9- 5.8	20	400	47.6	0.71	43.1	1.03	40.5
			3	5.9- 7.8	13	260	31.0	0.83	50.2	1.40	55.0
Total por especie					42	840	100.0	1.65	100.1	2.55	100.0

**Figura 3-13** Vista del informe de distribución diamétrica del lote 2 del experimento 00002 que genera el sistema MIRA

### C. Distribución diamétrica PINFOR 2007 (Experimento 00003)

En la figura 3-14 se presenta el resumen de la distribución diamétrica del lote 1 del experimento 00003. Se diferencian tres clases diamétricas que van desde 0.8 hasta 6.9 cm.

En orden descendente la clase diamétrica que presenta mayor frecuencia de árboles por hectárea es la clase diamétrica uno (0.8 a 3.7 cm) con 560 árboles por hectárea; le sigue la clase diamétrica dos (3.8 a 6.7 cm) con 360 árboles por hectárea; y por último la clase diamétrica tres (6.8 a 6.9 cm) con 20 árboles por hectárea.

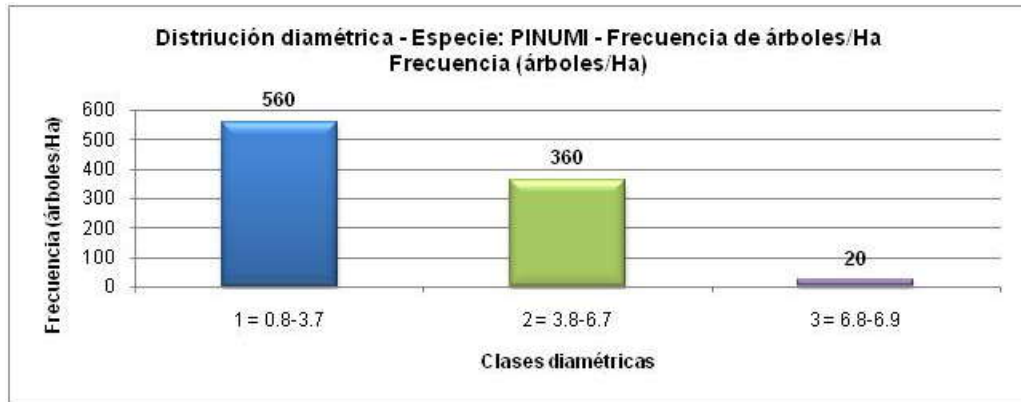


Figura 3-14. Distribución diamétrica del lote 1 del experimento 00003

En la figura 3-15 se presenta el informe de distribución diamétrica que genera el sistema MIRA en el que se presenta el área basal por hectárea es 1.06 m<sup>2</sup> y el volumen por hectárea es 1.73 m<sup>3</sup>.

**SISTEMA MIRA - SILV**

13/04/2009

Usuario: FINCA SACOYOU

1

**DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA POR ESPECIE**

País: GT (GUATEMALA)

Fecha de medición: 03/12/2008

Proyecto: I23

Ns. de medición: 1

Edad (meses): 18

Experimento: 00003 (Sin diseño estadístico)

Área muestreada total: 500 m<sup>2</sup>

Ns. Trat.: 000

Todos los árboles

Cód. Trat.: SAC3

Esta parcela

Especie	Área muestreada (m <sup>2</sup> )	Parcelas	Clase diamétrica	Rango de clase (cm)	Frecuencia de ejes del área muestreada	Frecuencia de ejes por ha	Frec. en %	Área basal (m <sup>2</sup> /ha)	Área basal en %	Volumen (m <sup>3</sup> /ha)	Volumen en %
PINUMI	500	1	1	0.8- 3.7	28	560	59.6	0.33	31.0	0.41	23.6
			2	3.8- 6.7	18	360	38.3	0.66	62.0	1.18	68.2
			3	6.8- 6.9	1	20	2.1	0.07	7.1	0.14	8.2
Total por especie					47	940	100.0	1.06	100.1	1.73	100.0

Figura 3-15. Vista del informe de distribución diamétrica del lote 1 del experimento 00003 que genera el sistema MIRA

En la figura 3-16 se presenta el informe de distribución diamétrica para el lote 2 del experimento 00003 que generó el sistema MIRA, mostrando una sola clase diamétrica que va desde 0.5 hasta 2.4 cm con una frecuencia de 740 árboles por hectárea, el área basal por hectárea es 0.13 m<sup>2</sup> y el volumen por hectárea de 0.09 m<sup>3</sup>.

**SISTEMA MIRA-SILV****Usuario: FINCA SACOYOU****DISTRIBUCIÓN DIAMÉTRICA POR ESPECIE**

País:	GT (GUATEMALA)	Fecha de medición:	13/01/2009	
Proyecto:	I23	Ns. de medición:	1	Edad(meses): 7
Experimento:	00003 (Sin diseño estadístico)	Área muestreada total:	500 m2	
Ns. Trat.:	000	Todos los árboles		
Cód. Trat.:	SAC1	Esta parcela		

Especie	Área muestreada (m2)	Parcelas	Clase diamétrica	Rango de clase (cm)	Frecuencia de ejes del área muestreada	Frecuencia de ejes por ha	Frec. en %	Área basal (m2/ha)	Área basal en%	Volumen (m3/ha)
PINUMI	500	1	1	0.5- 2.4	37	740	100.0	0.13	100.0	0.09
Total por especie					37	740	100.0	0.13	100.0	0.09

**Figura 3-16.** Vista del informe de distribución diamétrica del lote 2 del experimento 00003 que genera el sistema MIRA

#### **D. Diámetros y alturas promedio de los tres experimentos**

El lote 1 del experimento 00001 (PINFOR 2000) mostró un crecimiento adecuado tanto en diámetro como en altura, presentando un diámetro promedio de 141 mm (14.1 cm) y una altura promedio de 99 dm (9.9 m); en el lote 2 del experimento 00001 los árboles están muy delgados y muy altos, con un diámetro promedio de 65 mm (6.5 cm) y una altura promedio de 105 dm (10.5 m), por lo que es necesario planificar las prácticas silviculturales de raleo y poda en este lote para incrementar los diámetros. (Ver figuras 3-17 y 3-18).

Los lotes 1 y 2 del experimento 00002 (PINFOR 2006) presentaron un desarrollo adecuado, siendo muy similar el crecimiento de diámetros y alturas, mostrando el lote 1 un diámetro promedio de 45 mm (4.5 cm) y una altura promedio de 39 dm (3.9 m); mientras que el lote 2 presentó un diámetro promedio de 48 mm (4.8 cm) y una altura promedio de 31 dm (3.1 m). (Ver figuras 3-17 y 3-18).

El lote 1 del experimento 00003 (PINFOR 2007) presentó un crecimiento adecuado tanto en diámetro como en altura, mostrando un diámetro promedio de 36 mm (3.6 cm) y una altura promedio de 32 dm (3.2 m), y comparado con el lote 2, de este mismo experimento, presenta mayor desarrollo. El lote 2 presentó un diámetro promedio de 15 mm (1.5 cm) y

una altura promedio de 15 dm (1.5 m). En este caso no se recomienda la aplicación de raleos ni podas, porque los árboles son muy jóvenes. (Ver figuras 3-17 y 3-18).

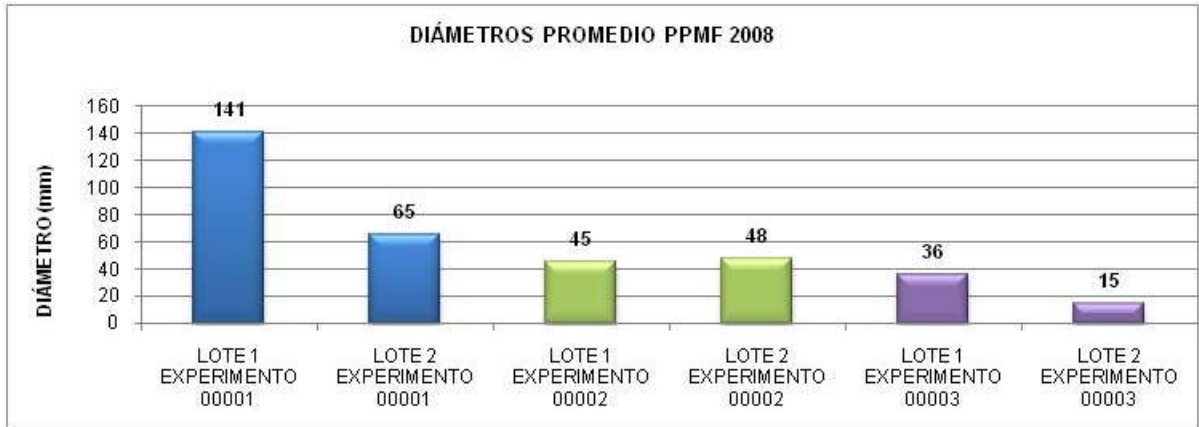


Figura 3-17. Diámetros promedio de las PPMF establecidas en el año 2008

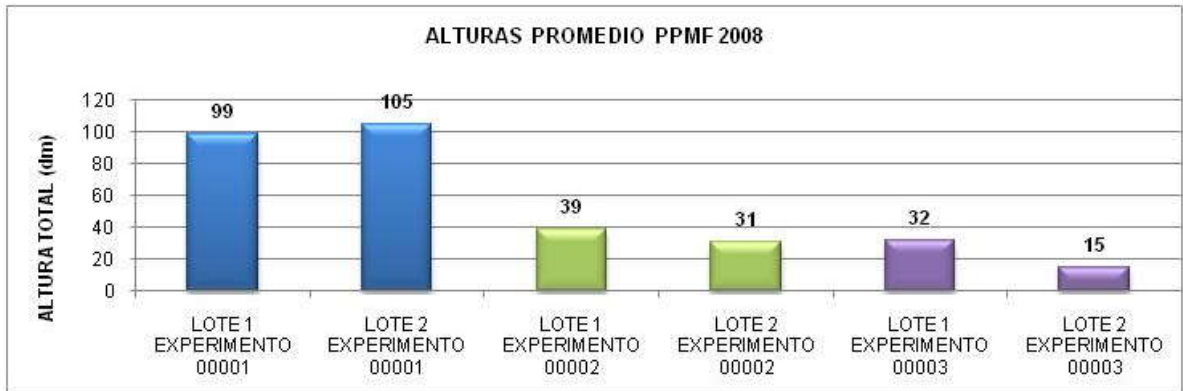


Figura 3-18. Alturas promedio de las PPMF establecidas en el año 2008

### 3.3.4 Evaluación

La evaluación de este servicio fue satisfactoria, logrando estimar el porcentaje de sobrevivencia, la distribución diamétrica, el área basal y volumen por hectárea para cada PPMF. De modo que se logró dar inicio al establecimiento de PPMF en la finca Sacoyou, su registro en el sistema MIRA, y además se logró dar cumplimiento al reglamento de PINFOR, sumado a esto se tiene conocimiento de cómo será el comportamiento futuro de crecimiento, desarrollo y rendimiento de estas plantaciones.

### **3.4 SERVICIO 3: Estudio de evaluación de impacto ambiental –EIA- de la cosecha de la plantación voluntaria de coníferas madura de la finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá**

#### **3.4.1 Objetivos**

##### **A. General**

Elaborar un estudio de impacto ambiental –EIA- de la cosecha de la plantación voluntaria de coníferas madura establecida por la finca Santa Victoria, San Andrés Semetabaj, Sololá.

##### **B. Específicos**

- Diagnosticar la plantación voluntaria a cosechar.
- Definir los impactos que la ejecución de este proyecto pueda causar al ambiente.
- Proponer las medidas de mitigación para los impactos adversos que se identifiquen.

#### **3.4.2 Metodología**

##### **A. Revisión de la guías para la elaboración del EIA**

La metodología que se siguió para la elaboración del EIA fue mediante la Guía de Términos de Referencia para la Elaboración de un Estudio de Evaluación de Impacto Ambiental del Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales –MARN- (2004).

##### **B. Identificación de impactos ambientales y determinación de medidas de mitigación**

Para identificar los impactos ambientales que tendrán un efecto determinado en la ejecución del proyecto de Cosecha de la Plantación Voluntaria de Coníferas Madura, se definieron en primer lugar las fases de desarrollo del proyecto, éstas se describen a continuación:

**a. Aprovechamiento:** El aprovechamiento incluye las actividades de tumba, corta y acarreo a bacadías de los productos y subproductos forestales.

**b. Movilización del producto:** Incluye el traslado de los productos y subproductos forestales desde las bacadías a los camiones, y su posterior comercialización.

**c. Recuperación forestal:** La recuperación forestal incluye la plantación ó reforestación del área aprovechada y las actividades silvícolas pertinentes.



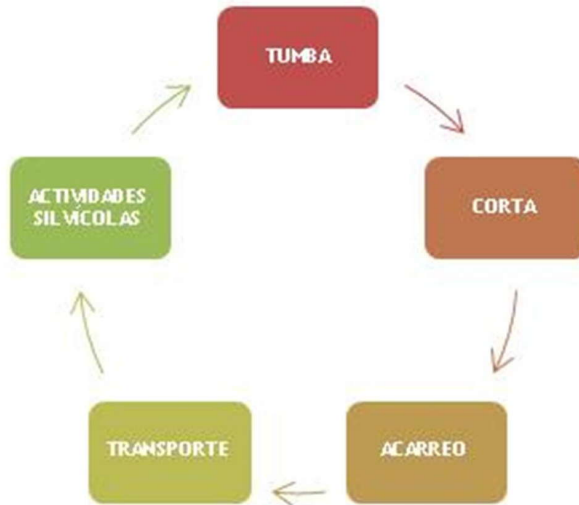
Luego se realizó un cronograma de las actividades a llevar a cabo dentro de cada fase que se presenta en el cuadro 3-4.

**Cuadro 3-4.** Cronograma de actividades

Actividad	Mes a partir del inicio del proyecto											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
<i>Aprovechamiento</i>												
Tumba	■	■	■	■	■							
Corta	■	■	■	■	■							
Acarreo	■	■	■	■	■							
<i>Movilización del producto</i>												
Transporte	■	■	■	■	■							
Comercialización	■	■	■	■	■							
<i>Recuperación forestal</i>												
Plantación				■	■	■						
Actividades silvícolas	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■

\*El cumplimiento de este cronograma dependerá del mes de autorización del CONAP.

Teniendo como resultado el flujograma de actividades del proyecto que se presenta en la figura 3-19.



**Figura 3-19.** Flujograma de actividades

Con las fases y actividades definidas, se desarrollaron las matrices de Leopold para identificar los impactos ambientales.

### 3.4.3 Resultados

#### A. IDENTIFICACIÓN DE IMPACTOS AMBIENTALES Y DETERMINACIÓN DE MEDIDAS DE MITIGACIÓN

##### I. Identificación y valoración de impactos ambientales

En la ejecución del presente proyecto se consideró importante tomar en cuenta los criterios de sostenibilidad ambiental, tendentes a la conservación del ambiente. Para la identificación de los indicadores de impacto y los componentes del ambiente impactado, se estableció una Matriz de Leopold modificada, tomando como base la sugerida por el Banco Centroamericano de Integración Económica.

En la Matriz de Leopold que se presenta en el cuadro 3-5 se identifican las principales actividades que podrían influir en el ambiente, identificando los siguientes medios y sus respectivos componentes: *Físico* (atmósfera, agua, suelo), *Biológico* (flora arbórea, flora arbustiva, fauna terrestre, hábitat), *Estético* (paisaje, producción de agua), *Socioeconómico* (salud y seguridad, empleo, economía local).

**Cuadro 3-5.** Matriz de Leopold

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FASES						
		APROVECHAMIENTO			MOVILIZACIÓN DEL PRODUCTO		RECUPERACIÓN FORESTAL	
		Tumba	Corta	Acarreo	Transporte	Comercio	Plantación	Actividades silvícolas
FÍSICO	Atmósfera	a	a	C	C	C	B	B
	Agua	a	a	a	C	C	B	B
	Suelo	A	A	A	C	C	B	B
BIOLÓGICO	Flora arbórea	A	C	C	C	C	B	B
	Flora arbustiva	A	A	A	C	C	B	B
	Fauna terrestre	A	A	C	C	C	B	B
	Hábitat	A	A	A	C	C	B	B
ESTÉTICO	Paisaje	A	A	A	C	C	B	B
	Producción de agua	C	C	C	C	C	B	B
SOCIOECONÓMICO	Salud y seguridad	a	a	a	C	C	B	B
	Empleo	B	B	B	B	B	B	B
	Economía local	B	B	B	B	B	B	B

Para cada uno de los componentes ambientales se cuantificaron y valoraron los impactos individuales por medio de códigos de letras, los cuales tienen el significado que se muestran en el cuadro 3-6.

**Cuadro 3-6.** Significado de códigos de letras

Código de letra	Significado	Descripción
A	Impacto adverso significativo	Representa impactos adversos que requieren procedimientos especiales de mitigación. Posee una duración temporal o perenne, de ámbito localizado o extensivo.
a	Impacto adverso no significativo	Representa impactos reversibles, con una duración temporal y sin cambio en las características fundamentales del componente ambiental considerado.
B	Impacto benéfico significativo	Representa impactos benéficos, de duración temporal o perenne, de ámbito localizado o extensivo.
C	No existe impacto significativo	Representa que no existe relación alguna directa o indirectamente entre la actividad del proyecto y el componente ambiental.

Fuente: Calderón Palma (2008).

## II. Evaluación de impactos y síntesis

La única fase que se ve afectada por impactos adversos no significativos es la de *Aprovechamiento*, principalmente la atmósfera en las actividades de tumba y corta, por emisión de gases por el uso de las motosierras. El agua se verá afectada por la eliminación de cobertura forestal. La salud y seguridad se verán afectadas por el riesgo que representa el trabajo como tal de tumba, corta y acarreo. Pero si lo vemos de una forma amplia, son impactos adversos no significativos debido a que tienen una duración temporal y son impactos reversibles.

En el cuadro 3-7 se muestra la matriz de Leopold modificada para los impactos adversos no significativos, estos están marcados con color anaranjado.

**Cuadro 3-7.** Impactos adversos no significativos

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FASES						
		APROVECHAMIENTO			MOVILIZACIÓN DEL PRODUCTO		RECUPERACIÓN FORESTAL	
		Tumba	Corta	Acarreo	Transporte	Comercio	Plantación	Actividades silvícolas
FÍSICO	Atmósfera	a	a	C	C	C	B	B
	Agua	a	a	a	C	C	B	B
	Suelo	A	A	A	C	C	B	B
BIOLÓGICO	Flora arbórea	A	C	C	C	C	B	B
	Flora arbustiva	A	A	A	C	C	B	B
	Fauna terrestre	A	A	C	C	C	B	B
	Hábitat	A	A	A	C	C	B	B
ESTÉTICO	Paisaje	A	A	A	C	C	B	B
	Producción de agua	C	C	C	C	C	B	B
SOCIOECONÓMICO	Salud y seguridad	a	a	a	C	C	B	B
	Empleo	B	B	B	B	B	B	B
	Economía local	B	B	B	B	B	B	B

En el medio socioeconómico hay impactos positivos en las tres fases del proyecto, generando empleo y ayudando en la economía local; además se generarán impactos positivos en todos los medios y sus componentes ambientales durante la fase de *recuperación forestal*. En el cuadro 3-8 se muestra la matriz de Leopold modificada para los impactos benéficos y están marcados con color verde.

**Cuadro 3-8.** Impactos benéficos significativos

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FASES						
		APROVECHAMIENTO			MOVILIZACIÓN DEL PRODUCTO		RECUPERACIÓN FORESTAL	
		Tumba	Corta	Acarreo	Transporte	Comercio	Plantación	Actividades silvícolas
FÍSICO	Atmósfera	a	a	C	C	C	B	B
	Agua	a	a	a	C	C	B	B
	Suelo	A	A	A	C	C	B	B
BIOLÓGICO	Flora arbórea	A	C	C	C	C	B	B
	Flora arbustiva	A	A	A	C	C	B	B
	Fauna terrestre	A	A	C	C	C	B	B
	Hábitat	A	A	A	C	C	B	B
ESTÉTICO	Paisaje	A	A	A	C	C	B	B
	Producción de agua	C	C	C	C	C	B	B
SOCIOECONÓMICO	Salud y seguridad	a	a	a	C	C	B	B
	Empleo	B	B	B	B	B	B	B
	Economía local	B	B	B	B	B	B	B

De manera que, en general, el proyecto promueve más impactos benéficos significativos, contribuirá a que se elimine y se aproveche lo que aún se pueda recuperar de la plantación voluntaria de coníferas madura, y que se asegure una recuperación forestal a través de una reforestación (plantación) y las respectivas actividades silviculturales, para asegurar un desarrollo sostenible de esta nueva plantación.

### III. Valoración de impactos ambientales identificados

Se valoraron los impactos identificados en general, la mayoría fueron impactos adversos no significativos e impactos benéficos significativos. Los impactos adversos significativos identificados fueron únicamente en la fase de *aprovechamiento*, estos poseen una duración temporal y son localizados. Por ejemplo, como sucede con el componente ambiental *suelo* que se ve afectado por las actividades de *tumba*, *corta* y *acarreo*, principalmente por el impacto de la caída de los árboles, por mantener las trozas en el suelo para cortarlas y desramarlas, y el acarreo de las trozas con las yuntas, de modo que se entiende que serán impactos localizados. La flora arbórea será afectada porque esta es la actividad principal, cosechar la plantación voluntaria de coníferas madura; la flora

arbustiva se afectará de la misma manera que el suelo, debido a la compactación por la caída del árbol; la fauna terrestre se afectará por la eliminación de parte de su hábitat; el hábitat se afectará por la alteración que se realizará en el área; el paisaje se alterará durante la ejecución de la cosecha de la plantación voluntaria de coníferas madura, pero como se mencionó anteriormente, estos componentes ambientales serán afectados por impactos reversibles y localizados.

De modo que los impactos adversos significativos no son relevantes y su efecto se mitigará con la fase de *recuperación forestal*.

La valoración de impactos adversos significativos se muestra en el cuadro 3-9 con color rojo.

**Cuadro 3-9.** Valoración de impactos adversos significativos identificados

MEDIO	COMPONENTE AMBIENTAL	FASES						
		APROVECHAMIENTO			MOVILIZACIÓN DEL PRODUCTO		RECUPERACIÓN FORESTAL	
		Tumba	Corta	Acarreo	Transporte	Comercio	Plantación	Actividades silvícolas
FÍSICO	Atmósfera	a	a	C	C	C	B	B
	Agua	a	a	a	C	C	B	B
	Suelo	A	A	A	C	C	B	B
BIOLÓGICO	Flora arbórea	A	C	C	C	C	B	B
	Flora arbustiva	A	A	A	C	C	B	B
	Fauna terrestre	A	A	C	C	C	B	B
	Hábitat	A	A	A	C	C	B	B
ESTÉTICO	Paisaje	A	A	A	C	C	B	B
	Producción de agua	C	C	C	C	C	B	B
SOCIOECONÓMICO	Salud y seguridad	a	a	a	C	C	B	B
	Empleo	B	B	B	B	B	B	B
	Economía local	B	B	B	B	B	B	B

## B. PLAN DE GESTIÓN AMBIENTAL

En relación a los impactos adversos significativos identificados en la fase de aprovechamiento, la propuesta de medida de mitigación es la última fase del proyecto *recuperación forestal*, que consiste en la reforestación del área que se coseche y la aplicación de las actividades silviculturales correspondientes.

El suelo, la flora arbórea, la flora arbustiva, la fauna terrestre, el hábitat y el paisaje, es decir, todos los componentes ambientales afectados en la fase de aprovechamiento se podrán recuperar con esta medida de mitigación.

### I. Actividades para cumplir la medida de mitigación

Para mitigar los impactos adversos significativos identificados se incluyó la fase de *recuperación forestal* y esta se divide en dos actividades plantación y actividades silvícolas, y cada una de ellas se describe en el cuadro 3-10, para cumplir con la medida de mitigación.

**Cuadro 3-10.** Actividades para cumplir la medida de mitigación

Sub-actividades	Descripción
<i>Plantación</i>	
Trazado	Se utiliza un distanciamiento de 3 m entre planta por 3 m entre líneas y platos de 90 cm de diámetro.
Ahoyado	Éste se lleva a cabo siguiendo el trazo original al cuadro.
Plantación	Consiste en la colocación definitiva de las plántulas en el sitio.
<i>Actividades silvícolas</i>	
Limpias	Consiste en la eliminación de plantas no deseables alrededor de la especie de interés, para disminuir la competencia por nutrientes, espacio y luz (INAB, 1999).
Plateos	Consiste en la eliminación de plantas no deseables en un diámetro de 90 cm alrededor de la planta de interés.
Raleos y podas	El raleo se aplica con el fin de regular el espaciamiento para favorecer el crecimiento en volumen de los árboles promisorios. La poda es una actividad que consiste en cortar ramas del fuste para producir madera sin nudos en turnos más cortos, principalmente (INAB, 1999).

Es necesario resaltar que por ser plantación voluntaria no existe obligatoriedad en el cumplimiento del compromiso de reforestación, Ley Forestal, Decreto 101-96, inciso a, Artículo 53; pero a pesar de ello se incluyó como la última fase del proyecto y se planificó para el primer turno de corta una reforestación correspondiente al *rodal 2*, 1.57 hectáreas, *rodal 3.*, 6.65 hectáreas, *rodal 4*, 1.69 hectáreas y *rodal 6*, 1.93 hectáreas, que se

realizarán a través de la siembra directa de plántulas, en los rodales manejados con densidades iniciales de 1,111 plantas por hectárea.

#### **3.4.4 Evaluación**

Se realizó el diagnóstico de la plantación voluntaria a cosechar, y con dicho diagnóstico se determinó que la plantación se encontraba en una etapa de desarrollo de sobremadurez, razón por la que se hizo necesario definir la ejecución de la cosecha final de la misma; además se definieron los impactos que la ejecución de este proyecto pueden causar al ambiente a través de una matriz de Leopold modificada y se propuso un plan de gestión para que los impactos adversos significativos identificados puedan mitigarse.

Además se logró el cumplimiento con la Ley de Áreas Protegidas al presentar este EIA, sumado a esto se logró utilizarlo como un instrumento para que el CONAP autorizara el desarrollo de este proyecto.

### **3.5 SERVICIO 4: Realización de un Inventario Forestal en la finca Sacoyou**

#### **3.5.1 Objetivos**

##### **A. General**

Realizar un inventario forestal con fines de cuantificación de volumen para corta final, en la finca Sacoyou.

##### **B. Específicos**

- Cuantificar el volumen por rodal.
- Detallar el tipo de producto maderable que se puede obtener.



### 3.5.2 Metodología

#### A. Determinación de equipo a utilizar

El equipo que se utilizó para establecer las parcelas fue una cinta métrica y spray. Y el equipo que se utilizó para medir las variables dasométricas fue una cinta diamétrica, un hipsómetro, GPS y libreta de campo (ver figura 3-20).



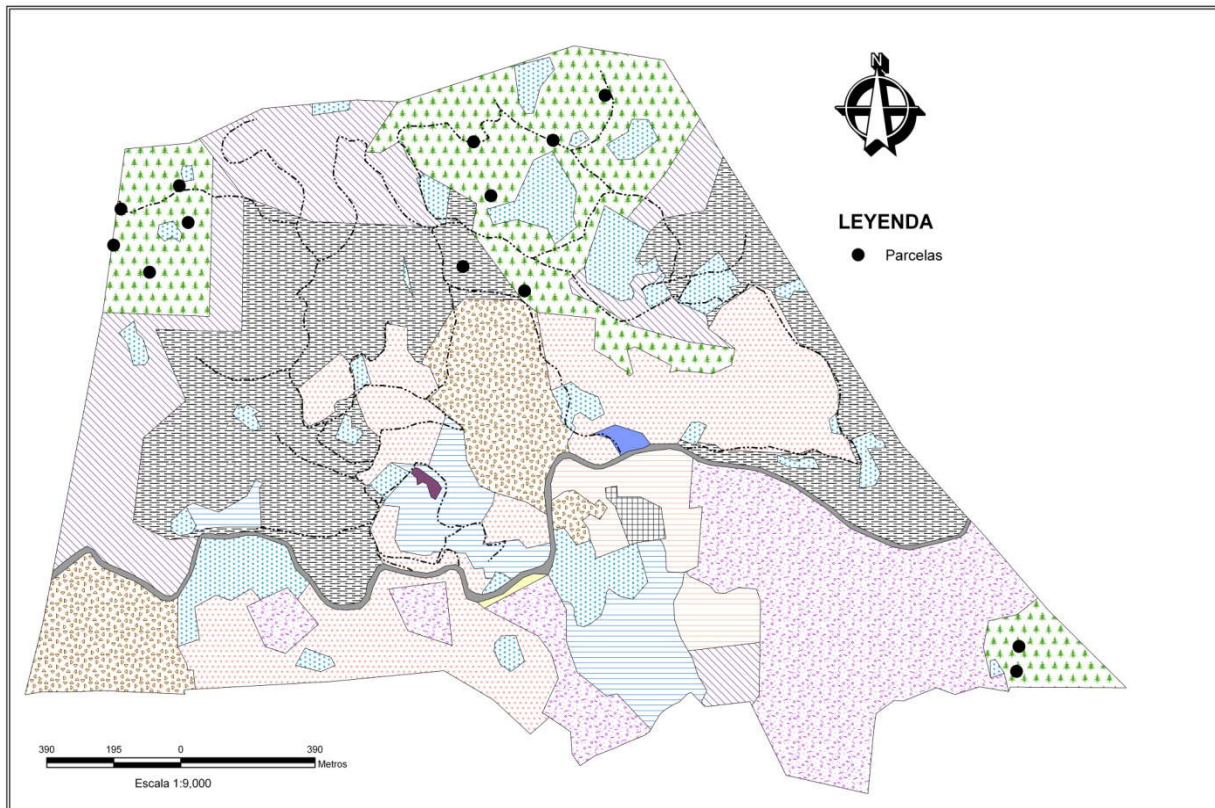
**Figura 3-20.** Equipo para establecer parcelas y para medir datos dasométricos

#### B. Procedimiento para realizar el inventario

La empresa contrató a dos técnicos forestales para dar apoyo en la realización de esta actividad, a los cuales se les dirigió siguiendo los pasos que se describen a continuación, a) realizar el muestreo con parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup>, b) muestrear como mínimo 13 parcelas, c) ubicar las parcelas en el terreno teniendo como base la representatividad de la población a muestrear, d) las variables que se definieron para medir fueron diámetro a la altura del pecho -DAP-, altura total y forma del fuste; y, e) calcular la información obtenida del inventario por muestreo aleatorio.

### 3.5.3 Resultados

Se utilizó un muestreo aleatorio, inventariando 13 parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup>. La ubicación de las parcelas se muestra en la figura 3-21.



**Figura 3-21.** Ubicación de las parcelas

La descripción básica del inventario se presenta a continuación en el cuadro 3-11.

**Cuadro 3-11.** Descripción básica del inventario

<b>Área del bosque a aprovechar</b>	57.45 ha
<b>Área muestreada</b>	0.65 ha
<b>Número de parcelas</b>	13
<b>Tamaño de parcelas</b>	500 m <sup>2</sup> (0.05 ha)
<b>Forma de parcelas</b>	Circular

En la plantación voluntaria establecida en el año 1990 con extensión de 57.45 hectáreas de *Pinus maximinoii*, de 18 años de edad, se seleccionó y midió una muestra aleatoria de 13 parcelas de forma circular de 500 m<sup>2</sup> (0.05 hectáreas) cada una.

Se definieron cuatro estratos, joven, mediano, maduro y sobremaduro, de acuerdo a los rangos de diámetros encontrados que fueron desde 15 cm hasta 45 cm. Los volúmenes por rodal que se estimaron fueron: para el estrato joven 11.3808 (m<sup>3</sup> por rodal), mediano 2488.3217 (m<sup>3</sup> por rodal), maduro 3832.0936 (m<sup>3</sup> por rodal) y sobremaduro 334.8133 (m<sup>3</sup> por rodal). Girón Hernández consultado por INAB/PROCAFOR, elaboró la Tabla de distribución del volumen por producto para árboles individuales de *Pinus maximinoii* H. E. Moore, en los departamentos de Alta y Baja Verapaz (ver anexo 3-7), y con base a ella y a los datos anteriores se calculó el producto maderable que se puede extraer.

En el cuadro 3-12 se muestran los resultados del inventario.

**Cuadro 3-12.** Resultados del inventario

Estrato	Rango	DAP (cm)	Altura total (m)	Por muestreo		Por hectárea		Por rodal	
				Frecuencia	Volumen (m <sup>3</sup> )	Frecuencia	Volumen (m <sup>3</sup> )	Frecuencia	Volumen (m <sup>3</sup> )
Joven	0-15	14	7	3	0.1288	4.6154	0.1981	265	11.3808
Mediano	15-30	25	17	87	28.1534	133.8460	43.3128	7689	2488.3217
Maduro	30-45	35	20	59	45.3571	90.7691	66.7031	5215	3832.0936
Sobremaduro	≥45	48	19	3	3.7881	4.6154	5.8279	265	334.8133
<b>TOTAL</b>				<b>152</b>	<b>75.4273</b>	<b>234</b>	<b>116.0419</b>	<b>13434</b>	<b>6666.6093</b>

El total de producto maderable que se contabilizó por rodal en el inventario forestal fue 6,666.61 m<sup>3</sup> (2,826,642.36 pies tablares), del cual se calcularon 3,744.30 m<sup>3</sup> (1,587,585.31 pies tablares) de troza, 1,045.60 m<sup>3</sup> (443,334.22 pies tablares) de trocillo y 1,186.70 m<sup>3</sup> (795,722.83 pies tablares) de leña.

En el cuadro 3-13 se describe la distribución de producto.

**Cuadro 3-13.** Distribución de producto

<b>Total</b>	<b><math>m^3</math></b>	<b>6,666.61</b>
	<b>Pies tablares</b>	<b>2,826,642.36</b>
Troza	$m^3$	3,744.30
	Pies tablares	1,587,585.31
Trocillo	$m^3$	1,045.60
	Pies tablares	443,334.22
Leña	$m^3$	1,876.70
	Pies tablares	795,722.83

### 3.5.4 Evaluación

Este servicios se logró evaluar con base al cumplimiento de los objetivos, cuantificando el volumen por rodal en un total de 2,826,642.36 pies tablares ( $6666.6093 m^3$ ), y definiendo el producto maderable que se puede extraer, resultando un total de troza 1,587,585.31 pies tablares ( $3,744.30 m^3$ ), trocillo 443,334.22 pies tablares ( $1,045.60 m^3$ ) y leña 795,722.83 pies tablares ( $1,876.70 m^3$ ).

## 3.6 SERVICIO 5: Elaboración de planes de manejo de reforestación y protección

### 3.6.1 Objetivo

Colaborar con la empresa Georecursos, S. A. en la realización de planes de manejo de reforestación y protección que sean asignados.

### 3.6.2 Metodología

Esta actividad se realiza en cuatro pasos:

- **Elaboración de Estudio de Capacidad de Uso**
- **Elaboración de mapas**
  - i. Mapa de ubicación
  - ii. Mapa de coordenadas geográficas
  - iii. Mapa de uso
  - iv. Mapa de curvas a nivel
  - v. Mapa de pendientes
  - vi. Mapa de profundidades
  - vii. Mapa de capacidad de uso de la tierra
  - viii. Mapa de accesos

- **Colecta de papelería legal**
  - i. Certificación original reciente del inmueble
  - ii. Fotocopia de cédula de vecindad
  - iii. Fotocopia del carnet de NIT
  - iv. Declaración Jurada donde se exime al INAB de responsabilidades
  - v. Patente de Comercio
  - vi. Patente de Sociedad
  - vii. NIT de la empresa
  - viii. Certificación de inscripción del representante legal
- **Llenado de formatos de INAB**

### 3.6.3 Resultados

Se realizaron los planes de manejo para reforestación para el año 2009 de las fincas Saguachil y Sacoyou con las características que se muestran en el cuadro 3-14. El plan de manejo de reforestación para el año 2009 para la finca Sacoyou se muestra en el anexo 3-8.

**Cuadro 3-14.** Características de la reforestación

Finca	Especie	Área a reforestar (hectáreas)	Duración del proyecto hasta corta final	Densidad inicial de plantación	Densidad final de plantación (plantas por hectárea)	Distancia de plantación	
						Espacio entre Surcos (m)	Espacio entre Plantas (m)
Saguachil	<i>Pinus</i>	50	25 años	1,111	250	3	3
Sacoyou	<i>maximinoiii</i>	80					

También se realizó el plan de manejo para protección para el año 2009 de la finca Santa Victoria de la cual el área efectiva de bosque a proteger y sujeta al PINFOR para protección es de 245 hectáreas. La topografía del terreno se puede catalogar como quebrada, donde las pendientes pronunciadas mayores al 55% ocupan un 62% del terreno total a proteger. El área boscosa a proteger es atravesada por dos corrientes de agua permanentes conocidos como río Panajachel y el Panasacar, el cual debido a la pendiente tan pronunciada produce algunas cataratas en la parte media de la finca. Asimismo, en el bosque se producen varias corrientes efímeras, las cuales drenan a ríos permanentes pertenecientes a la Cuenca del lago de Atitlán. El ecosistema a proteger es un bosque

principalmente latifoliado, del cual, las especies predominantes son encino (*Quercus* sp), duraznillo (*Calatola laevigata*), cedro (*Cedrella* sp.) y aliso (*Alnus* sp.).

Existe una serie de factores que amenazan la permanencia y protección del recurso, los cuales están relacionados con el factor socioeconómico predominante en la región, siendo principalmente la búsqueda de material energético para consumo (leña). Por lo tanto se establecieron cuatro categorías de recursos a proteger, las cuales se describen a continuación:

**I. Protección de especies vegetales:** Las especies a proteger son encino (*Quercus* sp), duraznillo (*Calatola laevigata*), cedro (*Cedrella* sp.), aliso (*Alnus* sp.), y pino (*Pinus pseudostrobus*).

**II. Protección de fauna:** Las especies de fauna silvestre a proteger son el tepezcuintle (*Cuniculus paca*) y el armadillo (*Dasypus novemcinctus*), debido a que están peligro de extinción principalmente por la reducción de su hábitat, asimismo son muy amenazadas en la región por la cacería indiscriminada.

**III. Protección de recursos hidrológicos:** Para la protección de las fuentes de agua se han definido los ríos Sarajmaj y Molinos debido a la cantidad de quebradas efímeras, nacimientos y fuentes de agua en general. La protección es justificada debido a que el cauce del río es un importante recurso desde el punto de vista escénico, así como ecológico por las condiciones especiales de humedad que genera en la finca. Estas áreas se proponen con el fin de producir diversos efectos sobre el recurso forestal, reducir los efectos de erosión y contaminación, y, proveer del líquido vital a las comunidades aledañas.

**IV. Infraestructura actual y futura:** Con el objetivo de implementar adecuadamente el componente de control y vigilancia, así como para los monitoreos correspondientes, se utilizarán las veredas existentes en el bosque y se habilitarán algunos senderos en las

áreas que no tengan acceso actual. En este caso, no se planea utilizar maquinaria para habilitar más caminos de acceso al bosque, realizando esta actividad de forma manual.

#### **3.6.4 Evaluación**

La evaluación de este servicio fue satisfactoria ya que se logró la elaboración de planes de manejo para reforestación para el año 2009 para las fincas Saguachil y Sacoyou, y el plan de manejo para protección para el año 2009 para la finca Santa Victoria, consiguiendo establecer los objetivos del manejo forestal que se realizarán en las fincas así como los medios para lograr dichos objetivos.

### **3.7 RECOMENDACIONES GENERALES**

En el caso del *Estudio de calidad de agua para consumo humano*, debido a que los niveles de contaminación superaron los límites permitidos por COGUANOR se recomienda que se evalúen métodos de purificación de agua para que sean aplicados a criterio de los usuarios según su funcionalidad y efectividad. Según la Evaluación Preliminar de Cinco Métodos para la Purificación de Agua de Lluvia Captada para Consumo en las Comunidades de El Jute 1 y Eben Ezer, Purulhá, Baja Verapaz, realizada por Castillo Díaz (2008), el método de purificación de agua más aceptado fue *Purificación por Cloración*, debido a la eficacia y aceptación comprobada. Razón por la que se recomienda que se evalúe este método de purificación de agua con el fin de que el agua que se consuma sea apta.

En el caso del *Establecimiento de parcelas permanentes de medición forestal* se debe hacer un registro anual para conocer el desarrollo de las parcelas establecidas, y por consiguiente de esta especie de pino (*Pinus maximinoii*), para poder planificar las prácticas silviculturales en base a estos registros, y en base a esto también saber qué comportamiento y rendimientos esperar con futuras reforestaciones.

En el caso del *Estudio de evaluación de impacto ambiental para la finca Santa Victoria* se recomienda cumplir con el Plan de Gestión Ambiental para lograr mitigar los impactos adversos significativos identificados en la fase de aprovechamiento.

En el caso de los *planes de manejo* se recomienda procurar la realización de las actividades que se describen en estas herramientas de planificación, con el fin de mantener o mejorar la condición de los recursos naturales que rodean el área para la que se planificó.

### 3.8 BIBLIOGRAFÍA GENERAL

1. Arias Rivas, B; Calderón Palma, AM; Pérez Hernández, AE. 2008. Estudio de evaluación de impacto ambiental del aprovechamiento forestal de bosque natural, finca Vega Grande, Zacapa, Guatemala. Zacapa, Guatemala, Municipalidad de Zacapa. 48 p.
2. Calderón Palma, AM. 2008. Evaluación ambiental inicial y plan de gestión ambiental de la construcción del segundo nivel del mercado municipal de Nahualá, ubicado en la zona 1 de Nahualá, Sololá. Guatemala, MARN. 63 p.
3. Canter, LW. 1998. Manual de evaluación de impacto ambiental, técnicas para la elaboración de los estudios de impacto. 2 ed. España, McGraw Hill. 841 p.
4. Castillo Díaz, AG. 2008. Captación y uso del agua de lluvia, reproducción de plantas medicinales y servicios comunitarios en Purulhá y Rabinal, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 196 p.
5. Centro Virtual de Información del Agua, MX. 2009. Purificación del agua (en línea). México. Consultado 22 feb 2009. Disponible en <http://www.agua.org.mx/content/view/2634/32/>
6. COGUANOR (Comisión Guatemalteca de Normas, GT). 2000. Norma guatemalteca obligatoria agua potable. Cartilla ambiental 9, cuidado de la salud y el ambiente, NGO-20-0001-98. Diario Oficial, Guatemala, ene, 19:12
7. Cruz S, JR De la. 1982. Clasificación de zonas de vida de Guatemala a nivel de reconocimiento. Guatemala, Instituto Nacional Forestal. 42 p.
8. Ecofiltro.org. 2009. Características físicas del ecofiltro (en línea). Guatemala. Consultado 9 ene 2009. Disponible en <http://www.ecofiltro.org/index.php?showPage=15&cache=1>
9. Georecursos, GT. 2002. Estudio de evaluación de impacto ambiental línea de transmisión eléctrica 69 kV, Huehuetenango – Ixtahuacán. Guatemala. 90 p.
10. \_\_\_\_\_. 2002a. Estudio de evaluación de impacto ambiental línea de transmisión eléctrica 69 kV, Jalapa – Mataquescuintla. Guatemala. 90 p.

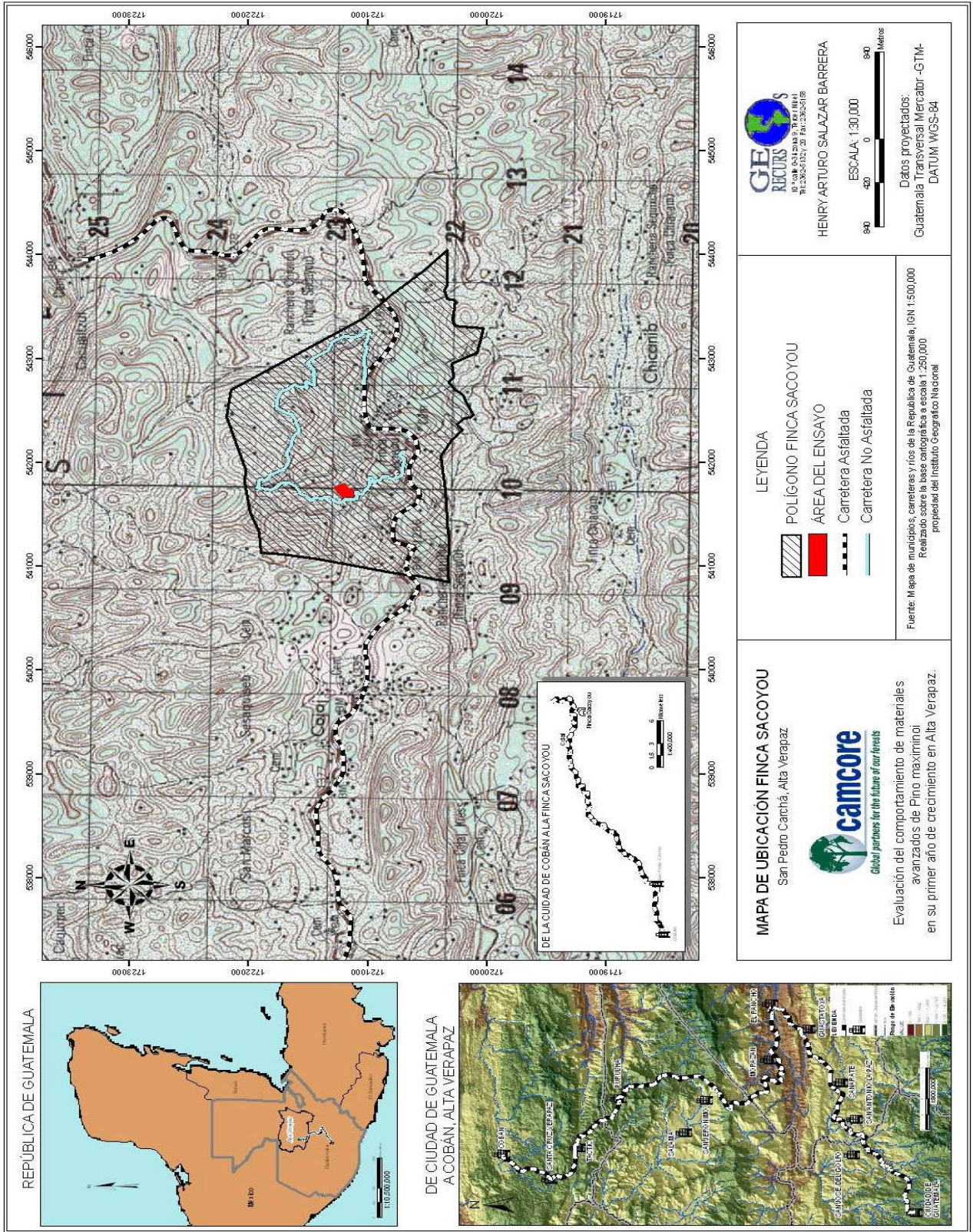


11. Huerta Mendoza, L. 2003. Métodos para purificar agua (en línea). México. Consultado 9 ene 2009. Disponible en [http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos\\_04/purificar\\_agua\\_mzo04.pdf](http://www.profeco.gob.mx/revista/publicaciones/adelantos_04/purificar_agua_mzo04.pdf)
12. IGN (Instituto Geográfico Nacional, GT). 1972. Atlas nacional de Guatemala. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas. 104 p.
13. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT). 1999. Manual técnico forestal. Guatemala. 110 p.
14. \_\_\_\_\_. 2000. Manual para la clasificación de tierras por capacidad de uso. Guatemala. 96 p.
15. \_\_\_\_\_. 2001. Manual para la elaboración de planes de manejo forestal en bosques de coníferas (modelo centroamericano). Guatemala. 212 p.
16. \_\_\_\_\_. 2007. Reglamento del programa de incentivos forestales PINFOR. Guatemala. 22 p.
17. INAB (Instituto Nacional de Bosques, GT); PROCAFOR (Programa Centroamericano Forestal, GT). s.f. Guías, tablas y curvas para la realización de inventarios forestales en planes de manejo y planes operativos. Guatemala. 58 p.
18. \_\_\_\_\_. 1995. Manual de inventarios para planes de manejo de bosques de coníferas. Guatemala, Finnish International Development Agency. 43 p.
19. MARN (Ministerio de Ambiente y Recursos Naturales, GT). 2004. Guía de términos de referencia para la elaboración de un estudio de evaluación de impacto ambiental. Guatemala, MARN, Dirección General de Gestión Ambiental y Recursos Naturales. 6 p.
20. \_\_\_\_\_. 2005. Listado taxativo. Guatemala. 37 p.
21. Meierhofer, R; Wegelin, M; Torres, X; Gremion, B; Mercado, A; Mausezahl, D; Hobbins, M; Indergand-Echeverría, S; Grimm, B; Aristanti, C. 2003. Desinfección solar del agua: guía de aplicación (en línea). Suiza. Consulta 28 mar. 2009. Disponible en [http://74.125.47.132/search?q=cache:xzburujjaiMJ:www.sodis.ch/files/SODIS\\_Manual\\_sp.pdf+manual+sodis&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=gt](http://74.125.47.132/search?q=cache:xzburujjaiMJ:www.sodis.ch/files/SODIS_Manual_sp.pdf+manual+sodis&cd=1&hl=es&ct=clnk&gl=gt)
22. Palacios López, ER. 2001. Inventarios forestales y planes de manejo forestal guía de estudio. Guatemala, Escuela Nacional Central de Agricultura. 105 p.
23. Pereira, LF. 1998. Guías, tablas y curvas para la realización de inventarios forestales en planes de manejo y planes operativos. Guatemala, PROCAFOR / INAB, Manejo Forestal Proyecto 7. 52 p.

24. Simmons, C; Tárano, J; Pinto, JH. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la república de Guatemala. Trad. Pedro Tirado Sulsona. Guatemala, José De Pineda Ibarra. 1000 p.
25. SOCODEVI (Sociedad de Cooperación para el Desarrollo Internacional, ES) / INTA (Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria, UY). 2006. Guía para la realización de planes de manejo predial. proyecto implantación de un modelo de desarrollo forestal sustentable en Argentina y Uruguay. Uruguay. 35 p.
26. Sodis.org. 2003. SODIS (en línea). Bolivia. Consultado 28 mar. 2009. Disponible en <http://www.fundacionsodis.org/es/pagina/comohacer>
27. Ugalde Arias, LA. 2003. Manual del usuario MiraSilv. Costa Rica, CATIE. 91 p.

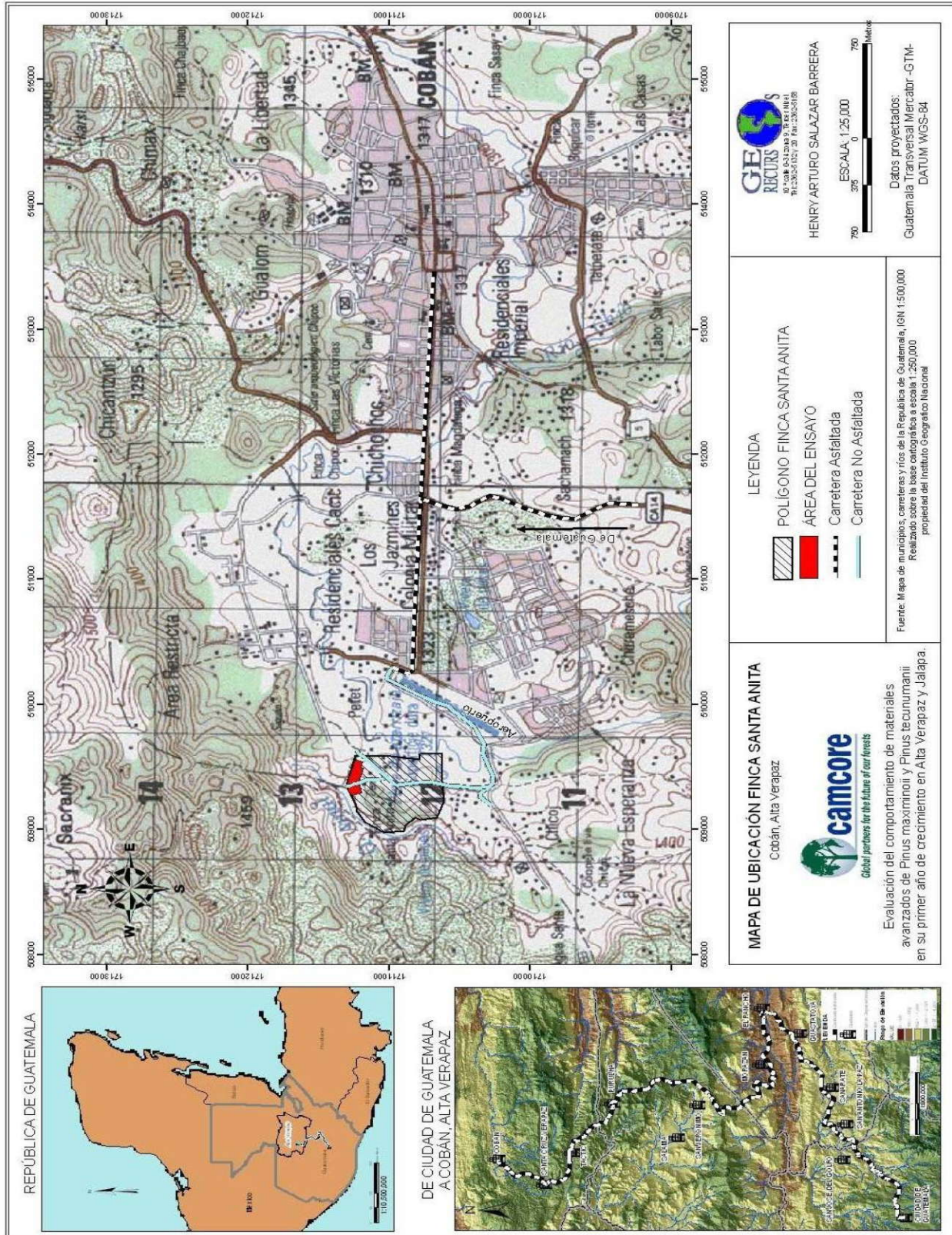
**ANEXOS**





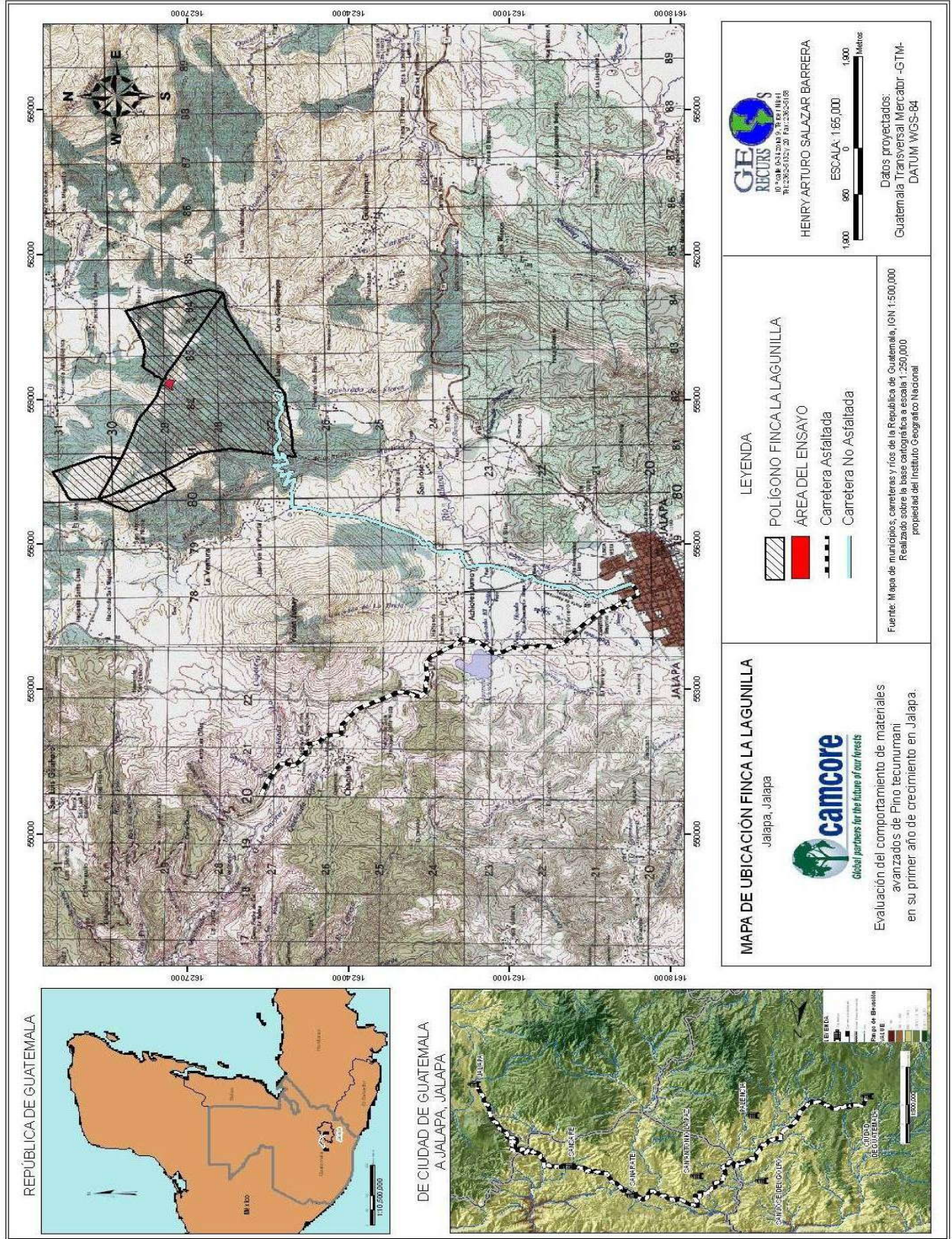
Anexo 2-1. Mapa de ubicación política y geográfica de la finca Sacoyou





Anexo 2-2. Mapa de ubicación política y geográfica de la finca Santa Anita





Anexo 2-3. Mapa de ubicación política y geográfica de la finca Lagunilla





**Anexo 2-5.** Análisis de varianza para las familias de *P. maximinoii* evaluadas en la finca Sacoyou.

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	17623.59	39	451.89	3.14	<0.0001
Bloque	7311.26	17	430.07	2.99	0.0003
<b>Tratamiento</b>	<b>10312.32</b>	<b>22</b>	<b>468.74</b>	<b>3.26</b>	<b>&lt;0.0001</b>
Error	14088.76	98	143.76		
Total	31712.35	137			

**Anexo 2-6.** Análisis de varianza para las familias de *P. maximinoii* evaluadas en la finca Santa Anita.

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	291239.16	54	5393.32	8.27	<0.0001
Bloque	258636.33	23	11245.1	17.25	<0.0001
<b>Tratamiento</b>	<b>32602.83</b>	<b>31</b>	<b>1051.7</b>	<b>1.61</b>	<b>0.0332</b>
Error	89326.18	137	652.02		
Total	380565.34	191			

**Anexo 2-7.** Análisis de varianza para las familias de *P. tecunumanii* evaluadas en la finca Lagunilla.

**Cuadro de Análisis de la Varianza (SC Tipo I)**

<b>F.V.</b>	<b>SC</b>	<b>gl</b>	<b>CM</b>	<b>F</b>	<b>Valor p</b>
Modelo	24384	55	443.34	3.65	<0.0001
Bloque	16447	23	715.07	5.88	<0.0001
<b>Tratamiento</b>	<b>7937.2</b>	<b>32</b>	<b>248.04</b>	<b>2.04</b>	<b>0.0034</b>
Error	13619	112	121.59		
Total	38002	167			



**Análisis Microbiológico de Aguas**

Orden: 20488  
 Propietario: JENIFFER SILVA  
 Finca: SACOYOU  
 Localización: San Pedro Carchá, Alta Verapaz

No.	Identificación	NMP/100ml		ppm	
		E. coli NMP [menor que 1]	Coliformes NMP [menor que 2]	Cl libre mg/l	pH
113007	Tanque Casco	4.10	> 2419.6	0.00	7.60
113008	Chorro Casco	2.00	228.20	0.00	7.80
113009	Nacimiento Km. 251.5	34.50	> 2419.6	0.00	7.70
113010	Filtro Casco	< 1.0	1.00	0.00	7.90
113011	Chorro Caballeriza	31.70	150.00	0.00	7.70

Determinación cuantitativa por el método: Collant.

**Observaciones**

NMP: Numero mas probable de unidades formadoras de colonias.  
 Límites permisibles de según la norma microbiológica de COGUANOR, NGO 29-005-99, aplicable para el agua embasada para consumo humano.

Fecha de ingreso: Lunes 19 de Enero de 2009  
 Fecha de análisis: Martes 20 de Enero de 2009  
 Hora de Análisis: 09:00  
 Fecha de Reporte: Miércoles 21 de Enero de 2009



Ing. Patricia Guzmán  
 ANALAB

Los resultados de este informe son validos unicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.  
 El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.  
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

Teléfono y Fax: 337-4173  
 Página 1/1

www.laboratorioanalab.com

E-mail: analab@anacafe.org

Sta. calle 0-50, Zona 14, Guatemala, Guatemala, C.A.  
 21/01/2009 03:09 p.m.



**Análisis Microbiológico de Aguas**

**Orden:** 20326  
**Propietario:** SACOYOU, S. A.  
**Finca:** Sacoyou  
**Localización:** San Pedro Carchá, Alta Verapaz

No.	Identificación	NMP/100ml		ppm
		E. coli NMP	Coliformes NMP	
112245	Manantial Chicarael	3.10	201.40	0.00
112246	Manantial Purula	9.80	191.80	0.00
				6.30

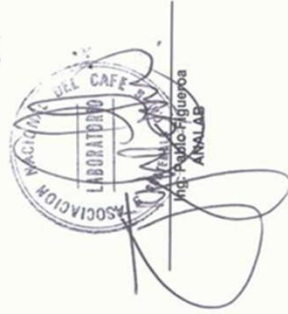
Determinación cuantitativa por el método: Colliert.

**Observaciones**

NMP: Numero mas probable de unidades formadoras de colonias.  
 Límites permisibles de según la norma microbiológica de COGUANOR, NCO 29-005-99, aplicable para el agua embotasada para consumo humano.

**Fecha de Ingreso:** Viernes, 05 de diciembre del 2008  
**Fecha Entrega:** Miércoles, 17 de diciembre del 2008

**Fecha de Reporte:** Miércoles 17 de Diciembre de 2008



Los resultados de este informe son válidos únicamente para la muestra como fue recibida en el Laboratorio y en su impresión ORIGINAL.  
 El Laboratorio ANALAB, no se responsabiliza por el uso inadecuado que se le de a este informe.  
 La reproducción parcial o total de este informe deberá ser autorizada por escrito por ANALAB.

5a. calle 0-50, Zona 14, Guatemala, Guatemala, C.A.  
 17/12/2008 10:17 a.m.

E-mail: [analab@anacafe.org](mailto:analab@anacafe.org)

[www.laboratorioanalab.com](http://www.laboratorioanalab.com)

Teléfono y Fax: 337-4173  
 Página 1/1

<b>Tratamiento del agua con una solución clorada líquida al 5 ó 6%</b>		
<b>Cantidad de agua a purificar</b>	<b>Para agua limpia agregue esta cantidad de cloro</b>	<b>Para agua turbia muy fría o de superficie, agregue esta cantidad de cloro</b>
¼ litro - 1 litro	3 gotas	5 gotas
½ galón - 2 litros	5 gotas	10 gotas o 1/8 cucharadita
1 galón – 4 litros	10 gotas ó 1/8 cucharadita	20 gotas o ¼ cucharadita
5 galones – 19 litros	50 gotas o 2.5 mililitros	5 mililitros o 1 cucharadita
10 galones – 38 litros	5 mililitros o 1 cucharadita	10 mililitros o 2 cucharaditas

### Procedimiento

1. Se introduce la cantidad de agua que se desea purificar en un recipiente limpio.
2. Se agrega la cantidad de cloro usando un gotero o una cucharita, tomando como base el cuadro anterior, para comparar la cantidad de agua y la cantidad de cloro que corresponda.
3. Se deja reposar el agua por 30 minutos.
4. Se cubre el recipiente con una tapa o una tela.

### Fuente

- Castro, ML De; Benavides, L. PE. 2000. Cloración agua (en línea) Perú. Consultado 22 feb 2009. Disponible en <http://www.cepis.ops-oms.org/eswww/proyecto/repidisc/publica/hdt/hdt39/hdt39.html>
- Castillo Díaz, AG. 2008. Captación y uso del agua de lluvia, reproducción de plantas medicinales y servicios comunitarios en Purulhá y Rabinal, Baja Verapaz. Tesis Ing. Agr. Guatemala, USAC. 196 p.

**Anexo 3-2.** Dosificación de cloro por cantidad de agua a purificar

DESCRIPCIÓN DEL SITIO

Código del país: <sup>1</sup> Código del proyecto: <sup>2</sup> Región - Sitio: <sup>3</sup>

Nombre del sitio: \_\_\_\_\_<sup>4</sup>

Nombre del dueño: \_\_\_\_\_<sup>5</sup>

Clasificación del dueño:  
0=no hay información, 1=individual, 2=terreno comunal, 3=grupo organizado,  
4=industria estatal, 5=instituto o agencia estatal, 6=industria privada, <sup>6</sup>  
7=instituto o agencia privada, 8=otro

Ubicación del sitio y distancia en km del sitio al pueblo (caserío) más cercano: \_\_\_\_\_<sup>7</sup>

Localización del sitio(distrito, cantón, provincia, estado): \_\_\_\_\_<sup>8</sup>

Clasificación de Clima o Zona de Vida: <sup>9</sup>

Código de Clima o Zona de Vida: <sup>9a</sup>

Lat. en grados:  Lat. minutos:  Lat. segundos:  Norte = N, Sur = S: <sup>10</sup>

Long. en grados:  Long. minutos:  Long. segundos:  Este = E, Oeste = W: <sup>11</sup>

Tipo de suelo según mapa edáfico: \_\_\_\_\_<sup>12</sup>

Fuente de información: \_\_\_\_\_<sup>13</sup>

Elevación en msnm: <sup>14</sup>

Código de paisaje:  
0=no hay información, 1=ciénaga o pantano, 2=llanura de inundación,  
3=plano, 4=ondulado, 5=con colinas, 6=con colinas fragmentadas, <sup>15</sup>  
7=fuertemente escarpado, 8=montañoso

Código de fuego:  
0=no hay información, 1=nunca, 2=raro (< 1 por año), <sup>16</sup>  
3=anuales (1 por año), 4=frecuentes (varias veces por año)

Código de estación meteorológica para precipitación: <sup>17</sup>

Código de estación meteorológica para temperatura: <sup>18</sup>

Distancia del sitio a la estación meteorológica representativa más cercana en km: <sup>19</sup>

Diferencia de elevación(elevación en metros de la estación metereológica menos el valor de la elevación del sitio): <sup>20</sup>

Signo de la diferencia(+ o -): <sup>21</sup>

Frecuencia de heladas:  
0=no hay información, 1=nunca, 2=raro(al menos 1 vez al año), <sup>22</sup>  
3=común(varias veces al año), 4=periódico (estacional).

Pendiente promedio (%): <sup>23</sup>

Notas: \_\_\_\_\_<sup>24</sup>

DESCRIPCIÓN DE EXPERIMENTO

Código de país:  <sup>1</sup> Código de proyecto:  <sup>2</sup> No. serial del experimento:  <sup>3</sup>

Número de la Región - Sitio :  <sup>4</sup> Número total de lotes:  <sup>5</sup>

Código de tipo de experimento: P=Parcelas individuales; D=Experimento con diseño estadístico  <sup>6</sup>

Número de nivel del factor uno:  <sup>7</sup> dos:  <sup>8</sup> tres:  <sup>9</sup>

Descripción de nivel del factor 1: \_\_\_\_\_ <sup>10</sup> Descripción de nivel del factor 2: \_\_\_\_\_ <sup>11</sup>

Descripción de nivel del factor 3: \_\_\_\_\_ <sup>12</sup>

Código de tipo de diseño experimental:  
0=sin diseño, 1=bloques completamente al azar, 2=bloques irrestricto al azar, 3=factorial,  <sup>13</sup>  
4=cuadrado latino, 5=parcela subdividida, 6=nelder, 7=bloques incompletos al azar,  
8=otro: \_\_\_\_\_

Número total de repeticiones:  <sup>14</sup>

Código de estado del experimento:  
CA = Cancelado CO = Concluido o finalizado  <sup>15</sup>  
AS = Activo sin cambio AC = Activo con cambio

Fecha de establecimiento o plantación (dd-mm-aaaa): -- <sup>16</sup>

---

Duración esperada del experimento (años):  <sup>17</sup> Número total de tratamientos del experimento:  <sup>18</sup>

Elevación promedio del experimento:  <sup>19</sup>

Número serial de perfil de suelo correspondiente a este experimento:  <sup>20</sup>

Eliminación de la vegetación:  
1>manual, 2=mecánico, 3=químico, 4=fuego, 5=animal  
códigos en orden de importancia (hasta 3 opciones)  <sup>21</sup>

Código del método de preparación del suelo antes de la plantación:  
0=no hay información, 1=ninguno, 2=arado, 3=subsolado (subsuelaje),  <sup>22</sup>  
4=otro \_\_\_\_\_

Método de establecimiento de la plantación:  
0=no hay información, 1>manual, 2=mecánico o aéreo, 3>manual+mecánico  <sup>23</sup>

Código de tipo de vegetación utilizada en la plantación:  
0=no hay información, 1=plantación, 2=siembra directa, 3=vegetación natural,  <sup>24</sup>  
4=vegetación natural interplantada, 5=vegetación natural + siembra directa,  
6=dispersión de semillas.

Código de material vegetativo utilizado en la plantación:  
0=no hay información, 1=semilla, 2=planta en bolsa plástica, 3=planta en otro tipo  <sup>25</sup>  
de envase, 4=estaca pequeña, 5=estaca tipo poste, 6=pseudo-estaca (con poda de raíz  
y/o de hojas), 7=raíz desnuda, 8=trasplante de regeneración natural, 9=otro \_\_\_\_\_

Código de topografía:  
0=no hay información, 1=plana, 2=cumbre o cima, 3=escarpada o pendiente alta,  <sup>26</sup>  
4=cumbre redondeada, 5=pendiente media, 6=terracea, 7=pendiente inferior,  
8=depresión, 9=llanura de inundación, 10=varia dentro del experimento

Fertilización durante la plantación:  
0=no hay información, 1=no, 2=sí  <sup>27</sup>

Fórmula o tipo del fertilizante usado(macro y micro elementos, u orgánico): \_\_\_\_\_ <sup>28</sup>

---

Cantidad de fertilizante:  <sup>29</sup>

Unidad de aplicación del fertilizante: 1=g/árbol, 2=kg/ha, 3=ml/árbol, 4=l/ha  <sup>30</sup>

Método de aplicación del fertilizante:  
0=no hay información, 1=en el hoyo, 2=alrededor del árbol, 3= disperso en la plantación,  <sup>31</sup>  
4=en líneas, 5=foliar, 6=aéreo, 7=otro: \_\_\_\_\_

Notas:  <sup>32</sup>

Anexo 3-4. Formulario de descripción de experimento



**DESCRIPCIÓN DE PARCELA**

Código del país: <sup>1</sup>                                  Código del proyecto: <sup>2</sup>

Número serial del experimento: <sup>3</sup>                                  Número serial de tratamiento: <sup>4</sup>

Número serial de lote dentro del sitio: <sup>5</sup>                                  Número serial de repetición: <sup>6</sup>

Código de tratamiento: <sup>7</sup>

Especie - parcela: <sup>8</sup>

Fecha de plantación(dd-mm-aaaa): --<sup>9</sup>

Número serial del nivel del factor uno: <sup>10</sup>                                  dos: <sup>11</sup>                                  tres: <sup>12</sup>

Descripción de nivel del factor 1: \_\_\_\_\_<sup>13</sup>                                  Descripción de nivel del factor 2: \_\_\_\_\_<sup>14</sup>

Descripción de nivel del factor 3: \_\_\_\_\_<sup>15</sup>

Número de árboles originales en la parcela: <sup>16</sup>

Espaciamiento(cm): <sup>17</sup> X <sup>18</sup> X <sup>19</sup>

Area de la parcela: <sup>20</sup> Unidad: 1=m<sup>2</sup>, 2=m <sup>21</sup>

Código o nombre del lote: \_\_\_\_\_<sup>22</sup>

Número de identificación del lote de semilla: <sup>23</sup>

Banco o entidad que suministró las semillas: \_\_\_\_\_<sup>24</sup>

Procedencia o fuente de semillas: \_\_\_\_\_<sup>25</sup>

Código de frecuencia de inundaciones: <sup>26</sup>  
 0=no hay información, 1=nunca, 2=raro(< 1 vez al año),  
 3=ocasional(1 a 3 veces por año), 4=frecuentes(> 3 veces por año)

Código del drenaje externo: 1=libre, 2=impedido <sup>27</sup>

Código de erosión: <sup>28</sup>  
 0=no hay información, 1=ninguna, 2=moderado,  
 3=severo, 4=muy severo

Código de pedregosidad superficial: <sup>29</sup>  
 0=no hay información, 1=poco(1-10%),  
 2=medio(10-30%), 3=alto(> 30%)

Código de aspecto geográfico o exposición de la parcela: <sup>30</sup>  
 0=no hay información, 1=norte, 2=este, 3=sur, 4=oeste,  
 5=llano, 6=Noreste, 7=Noroeste, 8=Sureste, 9=Suroeste

Código de frecuencia del viento: <sup>31</sup>  
 0=no hay información, 1=poco viento(no afecta crecimiento),  
 2=moderado(afecta poco el crecimiento),  
 3=muy ventoso(restringe el crecimiento)

Pendiente promedio de la parcela en porcentaje: <sup>32</sup>

Lat. en grados:  Lat. minutos:  Lat. segundos:  Norte = N, Sur = S: <sup>33</sup>

Long. en grados:  Long. minutos:  Long. segundos:  Este = E, Oeste = W: <sup>34</sup>

Observaciones: \_\_\_\_\_<sup>35</sup>

**Anexo 3-5. Formulario de descripción de parcela**

**MEDICIÓN DE ÁRBOLES EN PIE**

Código de país [ ] [ ]<sup>1</sup> Código de proyecto [ ] [ ] [ ]<sup>2</sup> No. serial del experimento [ ] [ ] [ ] [ ]<sup>3</sup> Ns. del tratamiento [ ] [ ] [ ]<sup>4</sup> No. serial lote [ ] [ ] [ ] [ ]<sup>5</sup>

No. serial de la repetición [ ] [ ]<sup>6</sup> Región - Sitio [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]<sup>7</sup> Nombre del sitio \_\_\_\_\_<sup>8</sup>

Código de tratamiento [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]<sup>9</sup> Fecha de plantación [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]<sup>10</sup>

Fecha de medición [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]<sup>11</sup> Tipo de diámetro [ ] [ ]<sup>12</sup> P=a la altura del pecho (DAP)  
B=basal del eje  
T=basal del tocón No. de rotación [ ] [ ]<sup>13</sup>

Especie-Parcela [ ] [ ] [ ] [ ] [ ] [ ]<sup>14</sup> Especie \_\_\_\_\_<sup>15</sup>

No. árboles originales [ ] [ ] [ ]<sup>16</sup> No. árboles vivos [ ] [ ] [ ]<sup>17</sup> Espaciamiento original [ ] [ ] [ ] cm X [ ] [ ] [ ] cm X [ ] [ ] [ ] cm<sup>18</sup>

**Descripción de factores y niveles:**

Código del factor 1 [ ] [ ] [ ]<sup>19</sup> Código del factor 2 [ ] [ ] [ ]<sup>21</sup> Código del factor 3 [ ] [ ] [ ]<sup>23</sup>  
Nombre del factor 1 \_\_\_\_\_ Nombre del factor 2 \_\_\_\_\_ Nombre del factor 3 \_\_\_\_\_

Número serial del nivel [ ] [ ]<sup>20</sup> Número serial del nivel [ ] [ ]<sup>22</sup> Número serial del nivel [ ] [ ]<sup>24</sup>  
Descripción del nivel \_\_\_\_\_ Descripción del nivel \_\_\_\_\_ Descripción del nivel \_\_\_\_\_

Nombres de anotadores \_\_\_\_\_<sup>25</sup>

Observaciones \_\_\_\_\_<sup>26</sup>

27	28	29	30	31	32	33	34	35	27	28	29	30	31	32	33	34	35
Árbol No.	Eje No.	Diámetro (mm)	Altura total (dm)	*Código de forma y defectos de fuste	Código sanitario				Árbol No.	Eje No.	Diámetro (mm)	Altura total (dm)	*Código de forma y defectos de fuste	Código sanitario			

\*Códigos para forma y defectos del fuste: 1=cola de zorro, 2=poco sinuoso, 3=muy sinuoso, 4=torcedura basal  
 5=bifurcado, 6=inclinado, 7=enfermo, 8=con plagas, 9=copa asimétrica, A=tallo quebrado con recuperación  
 B=tallo quebrado sin recuperación, C=sin copa, D=replantación, E=spp extraña, F=rebrote, G=raleado.  
 H=regeneración natural, I=dominante, J=codominante, K=suprimido, L=ejes rectos y sin defectos de forma.  
 (Columnas en blanco para otras variables).  
 \*\*Códigos de estado sanitario (ver descripción en el reverso)

**Anexo 3-6. Formulario de medición de árboles en pie**



TABLA DE DISTRIBUCION DEL VOLUMEN POR PRODUCTO PARA ARBOLES INDIVIDUALES DE *Pinus maximinoi* H.E. Moore, EN LOS DEPARTAMENTOS DE ALTA Y BAJA VERAPAZ.

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

† Tz (Troza %) = 1.654835 Ln H + 0.000422 D - 0.043198 H  
 † Tc (Trociño %) = 10.318851 - 2.391644 Ln H - 0.058462 D + 0.064263 H  
 † Lñ (Leña %) = -0.046817 + 2.760181 Ln D - 1.598876 Ln H  
 \* Válidas para árboles ≥ a 25 cm de DAP

Fuente: Tesis Girón Hernández, PROCAFOR/FAUSAC.

Anexo 3-7. Tabla de distribución de volumen por producto para árboles individuales de *Pinus maximinoii* H. E. Moore en los Departamentos de Alta y Baja Verapaz

**Anexo 3-8.** Plan de manejo de reforestación para el año 2009 para la finca Sacoyou

**INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES -INAB-  
SOLICITUD DE INGRESO AL PROGRAMA DE INCENTIVOS FORESTALES**

18 de septiembre de 2008

Número de solicitud: \_\_\_\_\_

**I. DATOS GENERALES**

1. Nombre del propietario: **Compañía Agrícola e Industrial Sacoyou, S.A.**
2. Cédula de vecindad: No. de orden:                      Registro:  
Extendida en:    Departamento:
3. Lugar y fecha de nacimiento:
4. Número de Identificación Tributaria -NIT- : **507701-K**
5. Nombre del Representante Legal: **Manuel Enrique Aragón Castillo**
6. Cédula de vecindad: No. de orden:                      Registro:  
Extendida en: **Guatemala**                      Departamento: **Guatemala**
7. Lugar y fecha de nacimiento: **Guatemala, 3 de octubre de 1960.**
8. Dirección para recibir notificaciones:  
Municipio: **Cobán**                                      Departamento: **Alta Verapaz**
9. Teléfono del propietario:

**II. DATOS DEL TERRENO**

1. Nombre del terreno: **Sacoyou**
  - 1.1 Está ubicado dentro de Áreas Protegidas? **No**
  - 1.2 En caso afirmativo sírvase adjuntar constancia de CONAP
2. Ubicación: Caserío:                                      Aldea: **Cojaj**  
Municipio: **San Pedro Carchá**                      Departamento: **Alta Verapaz**
3. Área total del terreno: **414.08 Ha.** Área a reforestar o manejar: **80.52 Ha.**
4. Coordenadas: **Lat. Norte 15° 33' 15" / Long. Oeste 90° 06' 22"**
5. Registrado en la Propiedad inmueble: **Si**
6. El terreno está libre de gravámenes, enajenaciones o hipotecas: **Si**
7. En caso de haber contestado negativamente a la pregunta anterior, indique los nombres de las personas o instituciones a favor de quien están esos compromisos y las fechas de vencimiento.

**III. DECLARACIÓN DEL REPRESENTANTE LEGAL**

Como representante legal del terreno que se describe, DECLARO bajo juramento que los datos consignados en la presente solicitud son verídicos y estoy dispuesto a responder judicialmente en caso se hallare falsedad en cualquier información por parte de INAB.

(f) \_\_\_\_\_

Propietario o Representante Legal

**INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES –INAB-  
FORMULARIO PARA ESTUDIOS DE CAPACIDAD DE USO DE LA TIERRA**

No. de solicitud \_\_\_\_\_

**I. DESCRIPCIÓN DE LA FINCA**

- 1.1 Nombre: **Sacoyou**
- 1.2 Municipio: **San Pedro Carchá**
- 1.3 Departamento: **Alta Verapaz**
- 1.4 Propietario: **Compañía Agrícola e Industrial Sacoyou, S.A.**
- 1.5 Solicitante: **Compañía Agrícola e Industrial Sacoyou, S.A. / Manuel Enrique Aragón Castillo (Representante Legal)**
- 1.6 Superficie: **414.08 ha.**
- 1.7 Superficie en estudio: **80.52 ha.**
- 1.8 Área a reforestar: **80.52 ha.**
- 1.9 Acceso: **Partiendo de la ciudad capital 209 Km. por la carretera CA-9 y CA-14, hasta llegar a la cabecera departamental de Alta Verapaz, seguidamente se conduce 12 Km. al municipio de San Pedro Carchá donde se toma el camino que lleva a Cahabón, durante 14 Km. hasta llegar a la finca.**
- 1.10 Colindancias (N, S, E, O):
 

Norte:	<b>José Ac y compañeros</b>
Sur:	<b>Chiacam</b>
Este:	<b>José Ac y compañeros</b>
Oeste:	<b>Cojaj de Andrés Maquin</b>
- 1.11 Localización Geográfica: Lat. 15° 33' 15"      Long. 90° 06' 22"

**II. OBJETIVOS DEL ESTUDIO**

Clasificar las tierras de la finca Sacoyou según su capacidad de uso, para determinar las áreas factibles de ser reforestadas mediante el programa de incentivos forestales del INAB.

**III. METODOLOGÍA**

- **Primera fase de gabinete:** Durante esta fase, se recopiló información básica del área, y con base en esta información, se determinaron las unidades de mapeo, y se realiza el mapa de pendientes.
- **Fase de campo:** Se realizó la verificación de los datos de profundidad, pendiente, pedregosidad y drenaje en cada unidad de mapeo.
- **Segunda fase de gabinete:** En esta fase se realizaron los mapas de pendiente y profundidad de suelos con base en los datos tomados en el campo, se sobrepusieron y se determinó la capacidad de uso de las diferentes unidades aplicando la matriz de capacidad de uso de la tierra de la región *Tierras Calizas Altas del Norte* y la tabla de factores limitantes. Cuantificación de áreas y rotulación.

**Matriz de capacidad de uso para la región “Tierras Calizas Altas del Norte”**

Profundidad de suelo	Pendiente %				
	-8	8-16	16-32	32-55	+55
+90	A	A/Am	Am	Ap	F/Fp
50-90	A	A/Am	Am/Aa	Ap/F	F/Fp
20-50	Am/Aa	Am/Aa	Ss/Ap	F	Fp
-20	Aa/Ss	Ss/Ap	Ss/F	Fp	Fp

#### IV. ANÁLISIS DE FACTORES Y NIVELES

Como resultado de los muestreos de campo para la determinación de la capacidad de uso de la tierra, se obtuvo la información que se resume en la siguiente tabla:

Unidad fisiográfica	Pendiente del terreno (%)	Profundidad del suelo (cm)	Factores Modificadores		Capacidad de uso Modificada	Uso predominante	Extensión	
			Pedregosidad	Drenaje			(ha)	(%)
U1	8 - 16	20-50	Si	No	Ss	Guamil	14.92	18.53
U2	16 - 32	20-50	Si	No	Ap		4.74	5.89
U3	32 - 55	20-50	No	No	F		58.43	72.56
U4	+ 55	50-90	No	No	Fp		2.43	3.02
<b>Total</b>							<b>80.52</b>	<b>100</b>

\* Algunos de los valores se han estandarizado y promediado para establecer las unidades.

#### VI. OBSERVACIONES GENERALES

El área a reforestar cuenta con una topografía que va de quebrada a ondulada, y que actualmente son áreas sin cobertura arbórea. La finca cuenta con una red de caminos perimetrales e intermedio que facilitarán el acceso y la protección contra incendios.

#### VII. CONCLUSIONES Y/O RECOMENDACIONES DE MANEJO

El área con vocación forestal se pretende inscribir en el programa de incentivos forestales debido a la urgencia del área en cuanto a la repoblación forestal. Con esta reforestación se pretende mejorar la infiltración en el suelo y por ende los cuerpos de agua, así como mejorar la productividad del terreno. Considerando la productividad del área y el uso actual del área, el terreno sí tiene vocación forestal, por lo que sí se recomienda para el establecimiento de proyectos forestales.

#### VIII. REFERENCIAS DEL PROFESIONAL/TÉCNICO RESPONSABLE

- 8.1. Nombre completo:
- 8.2. Profesión:
- 8.3. Colegiado:
- 8.4. No. Registro INAB: ECUT:
- 8.5. Dirección y teléfono:
- 8.6. Oficina/subregión: Georecursos, S. A.
- 8.7. A través de la siguiente firma, certifico que la información anteriormente consignada es correcta y veraz.

Firma: \_\_\_\_\_

#### IX. PARA USO EXCLUSIVO DEL INAB

- 9.1 Nombre del técnico revisor
- 9.2 Cargo
- 9.3 Oficina/Subregión
  - a) Estudio aprobado:
  - b) Estudio no aprobado:

En caso de no ser aprobado, indique las razones:

Firma: \_\_\_\_\_

**INSTITUTO NACIONAL DE BOSQUES -INAB-  
FORMULARIO PARA PLANES DE REFORESTACIÓN POR INCENTIVOS FORESTALES**

No. de solicitud \_\_\_\_\_

**DATOS GENERALES DEL TERRENO**

Nombre: **Sacoyou - Cojaj**

Municipio: **San Pedro Carchá**

Nombre del propietario: **Compañía Agrícola e Industrial Sacoyou, S. A. / Manuel Enrique Aragón Castillo  
(Representante Legal)**

Registro de propiedad:

**Area total: 414.08 ha.**

Área con vocación forestal: **80.52 ha.**

**II.OBJETIVOS DE LA PLANTACIÓN**

- Establecer plantaciones comerciales de *Pinus maximinoii* para cosechar dentro de 25 años, 250 m<sup>3</sup> de troza/hectárea.
- Obtener una cobertura boscosa para el mejoramiento ambiental y edáfico del área.
- Aumentar la productividad de la finca mediante la implementación de plantaciones forestales productivas.
- Producir al menos 15 m<sup>3</sup>/ha de subproducto en forma de leña y poste de cerco en las intervenciones silviculturales de los años 6, 9, 12 y 15.

**III. JUSTIFICACIÓN DE LA UTILIZACIÓN DE LAS ESPECIES**

Las condiciones climáticas y a las características biofísicas del área, como la altura sobre el nivel del mar, biotemperatura, precipitación pluvial, entre otros, hacen que la finca sea un lugar apropiado para el cultivo de la especie ya mencionada anteriormente.

**PROCEDENCIA DE LA SEMILLA**

Vivero FEDECOVERA

Municipio: Cobán

Departamento: Alta Verapaz

**CARACTERÍSTICAS DE LA REFORESTACIÓN**

Especie	Área a reforestar (ha)	Duración del proyecto hasta corta final	Densidad inicial de plantación	Densidad final de plantación (plantas / ha)	Distancias de plantación	
					E.S. (m)	E.P (m)
<i>Pinus maximinoii</i>	80	25 años	1,111	250	3	3

**DESCRIPCIÓN DEL MÉTODO DE REFORESTACIÓN**

**Etapa de viveros:** Se realiza en envases y bandejas plásticas, estos envases son conocidos como root-trainer. Los mismos se llenan con una mezcla de materia orgánica inerte y berelita, a esta mezcla se le agrega la micorriza necesaria para tener una buena germinación y crecimiento de la semilla. Esta aplicación puede ser directa o a través del riego. Al mes de haber germinado las semillas se aplica un fertilizante foliar para mejorar las características de las plantas. En estos envases permanecen las plántulas durante seis meses.

**Preparación del sitio:** Consiste en efectuar las actividades de limpieza y amontonamiento de residuos.

**Trazado del área a repoblar:** Se utiliza un distanciamiento de 3 metros entre planta, por 3 metros entre líneas y platos de 90 centímetros de diámetro.

**Ahoyado del área:** Éste se lleva a cabo siguiendo el trazo original al cuadro.

**Plantación:** Consiste en el traslado definitivo de las plántulas al sitio, mediante el acarreo de la planta al lugar.

**JUSTIFICACIÓN DE QUE LA VEGETACIÓN A ROZAR NO ES SUSCEPTIBLE DE EXPLOTACIÓN ECONÓMICA NI MEJORAMIENTO MEDIANTE MANEJO**

**Descripción de la vegetación en los terrenos a reforestar:** Las áreas a reforestar no cuentan con cobertura arbórea.

**Justificación técnica que la vegetación de los terrenos a reforestar no es susceptible de explotación económica:** Como anteriormente fue indicado, no existía ningún tipo de vegetación en las áreas a reforestar que pudiera ser manejada técnicamente ya que no tiene valor económico.



**Vivero:** Esta etapa comprende las actividades de siembra, trasplante, fumigaciones, fertilizaciones, riego, limpieas, control de plagas y enfermedades en su etapa de endurecimiento, antes de su definitivo traslado al campo.

**Preparación del sitio:** Durante esta etapa se procederá a la limpieza del área a reforestar, amontonando los residuos para su posterior quema. Seguidamente se efectuará la actividad de trazo de la plantación, utilizando un distanciamiento de 3 por 3 metros. La actividad final de esta etapa será el ahoyado, siguiendo el trazo anteriormente realizado.

**Plantación:** Después de transportar las plantas al área marcada, se procederá a la plantación de las mismas. Durante las actividades de preparación de sitio y plantación, se contratarán cuadrillas temporales de trabajadores, para tener una mayor efectividad en realizar las mismas.

**Completación:** Se realizará una supervisión en la extensión plantada, con el fin de comprobar aquellas plantas que no tuvieron prendimiento, para realizar una completación en estos lugares y así tener la densidad de plantas establecida en un inicio. Esta actividad se realizará dos meses después de la primera plantación y se utilizarán las plantas producidas en las bolsas de polietileno.

**Limpías:** Esta etapa consistirá en remover especies no deseables del área de plantación, para evitar la competencia con las plántulas de pino, de esta manera se mantendrá también un mejor estado fitosanitario del área, al remover hospederos de plagas.

**Prevención y control de incendios:** Se realizarán barreras cortafuegos perimetrales de un ancho de 6 metros, al área de plantación, así como barreras intermedias. Los caminos internos y las quebradas serán barreras auxiliares en el control y la prevención de fuegos forestales, al mantenerlos limpios en la época de verano. Implementación de una brigada contra fuegos forestales, conformada por los trabajadores de la finca, debidamente equipados, con herramientas de protección y combate de incendios forestales. Rondines permanentes, principalmente en el área a reforestar y durante la época de mayor peligro de incendios. Contratación de personal temporal en la época de verano, en la cual la incidencia de los incendios es mayor.

**Control de plagas y enfermedades:** Revisiones periódicas en la plantación para verificar el estado fitosanitario de la misma. Poniendo especial énfasis en el ataque de roya de pino, himenópteros (hormigas, zompos), nemátodos y algún tipo de roedor. Las aplicaciones de biocidas, se realizarán en caso de ser necesarias. Revisión y control manual.

**Podas:** Esta actividad se realizará si se encuentran árboles con deformaciones muy notorias o si existe demasiada interacción entre los individuos que afecte su desarrollo.

**Solicitud e inspección de certificados:** Estos se solicitarán a los personeros de INAB, después de la comprobación en campo según los estándares que fueron establecidos en la ley y reglamento.

**Supervisión:** Se efectuará mensualmente, con visitas de parte del regente forestal y el apoyo de su cuerpo técnico.

**Administración:** Esta se realizará por parte del propietario de la finca y de los encargados de campo, siguiendo el plan de trabajo propuesto por el administrador.

### VIII. ANTECEDENTES DEL AUTOR DEL ESTUDIO TÉCNICO

Nombre:

Profesión:

Dirección y teléfono:

Telefax:

Número de registro forestal nacional:

7.5 Firma \_\_\_\_\_

### ANTECEDENTES DEL PROPIETARIO Y FORESTADOR

Nombre: **Compañía Agrícola e Industrial Sacoyou, S. A. / Manuel Enrique Aragón Castillo (Representante Legal)**

Profesión: **Ingeniero Agrónomo en Recursos Naturales Renovables.**

Dirección y teléfono:

Firma: \_\_\_\_\_