

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ingeniería Forestal

Inventario Forestal y Plan de Manejo para la resinación de la  
especie *Liquidambar styraciflua* L. en  
la finca Los Cimientos, San Jerónimo, Baja Verapaz

por  
Lucía Morales Ramírez

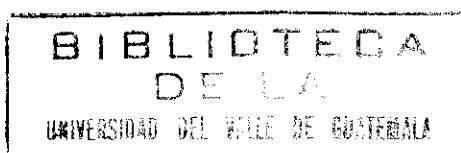
Trabajo de graduación presentado para  
optar al grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería Forestal

Guatemala  
2002

Inventario Forestal y Plan de Manejo para la resinación de la  
especie *Liquidambar styraciflua* L. en  
la finca Los Cimientos, San Jerónimo, Baja Verapaz

UNIVERSIDAD DEL VALLE DE GUATEMALA

Facultad de Ciencias y Humanidades  
Departamento de Ingeniería Forestal



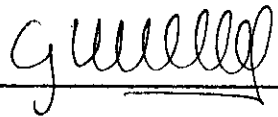
Inventario Forestal y Plan de Manejo para la resinación de la  
especie *Liquidambar styraciflua* L. en  
la finca Los Cimientos, San Jerónimo, Baja Verapaz

por  
Lucía Morales Ramírez

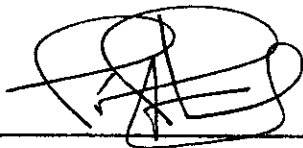
Trabajo de graduación presentado para  
optar al grado académico de  
Licenciatura en Ingeniería Forestal

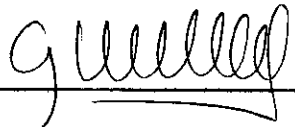
Guatemala  
2002

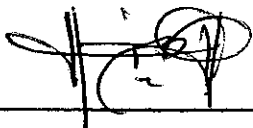
**Vo. Bo.**

(f)   
Ing. Giuseppe Dal Bosco

**Tribunal**

(f)   
Ing. César Castañeda

(f)   
Ing. Giuseppe Dal Bosco

(f)   
Ing. Julio López

**Fecha de aprobación:** Guatemala, 22 de Junio de 2002

## **PREFACIO**

En julio de 2001 el Ing. César Castañeda, jefe del Departamento de Ingeniería Forestal de la Universidad del Valle de Guatemala, recibió una carta del Ing. Armando Palomo, Coordinador del Proyecto Inversiones para la Paz de AGEXPRONT / AID. En ella, el Ing. Palomo manifestaba el interés del proyecto en desarrollar el uso del liquidámbar, debido al gran potencial que presenta la resina de esta especie para su uso en perfumería y su importancia para el sustento de la economía campesina en la vecina República de Honduras. También proponía un tema de tesis a desarrollar en la Finca Los Cimientos en donde se estaban realizando ensayos de resinación y de rendimiento. Los puntos a tratar eran: 1. La rodalización de la finca, ya que se tenía información de que la calidad de la resina podía variar con la altura. 2. Inventario del liquidámbar existente. 3. Elaboración de un plan de manejo del liquidámbar, incluidos los entresagues necesarios. 4. Toma de muestras de resina para diferentes alturas. 5. Estimación del potencial de rendimiento de resina por árbol para diferentes edades y diámetros de árbol. 6. Estimación de incrementos en diámetro y volumen para el liquidámbar. 7. Estimación del potencial de rendimiento de resina de la finca. Además, aclaraba que la institución dueña de la finca estaba dispuesta a brindar alojamiento y comida y que el Ing. Jorge Castiglione le daría seguimiento al tema.

El Ing. Castañeda me hizo entrega de la carta en agosto, a inicio del segundo ciclo académico del 2001 y luego de manifestarle mi interés, se organizó una reunión con el Ing. Castiglione a principios de septiembre. En dicha reunión el Ing. Castiglione expuso la importancia de la resina del liquidámbar en Honduras y la voluntad del proyecto de cubrir los gastos del trabajo. Se acordó un viaje a la finca, para que yo conociera al administrador y decidiera si tomaba el tema para el trabajo de graduación. El Ing. Castiglione y yo realizamos el viaje en la segunda semana de septiembre. Ahí nos esperaba el Señor Emilio Manjón, administrador de la finca y representante de la Fundación Centro de Servicios Cristianos (FUNCEDESCRI). En un breve paseo nos mostró el ensayo de resinación y algunas partes de la finca. Luego se negociaron los puntos a tratar en mi trabajo de graduación y se acordó que me encargaría de lo siguiente: 1. Recopilar toda la información posible sobre la especie. 2. Realizar un inventario de las existencias de liquidámbar en los bosques de la finca, para lo cual podría utilizar datos de inventarios anteriores. 3. Rodalizar la finca de acuerdo a la altitud. 4. Estimar la producción de resina por árbol y el potencial de la finca a partir de los datos del ensayo de resinación que ya se estaba realizando. 5. Elaborar una propuesta de manejo.

De regreso en Guatemala, el Ing. Castiglione se encargó de los trámites respectivos con AGEXPRONT. Entre tanto yo comencé a buscar información sobre el liquidámbar. Esta tarea resultó más difícil de lo esperado, ya que hay muy poca documentación sobre esta especie en el país, por lo que me vi en la necesidad de buscar en internet, donde encontré varios artículos, aunque muy poco sobre la resina. Sin embargo, este trabajo recopila toda la información que fue posible encontrar sobre el liquidámbar, por lo que se espera que pueda ser una guía útil para las personas que buscan información sobre la especie.

Más adelante, el Señor Manjón me entregó copias de dos inventarios y planes de manejo anteriores de la finca Los Cimientos y de los mapas topográficos. También me hizo entrega de una ampliación de una fotografía aérea en blanco y negro. Me explicó que la finca había sido adquirida por partes, dos de los terrenos contaban con un inventario, plan de manejo y mapa topográfico, aunque ambos inventarios y planes de manejo habían sido realizados antes del levantamiento topográfico y sólo uno tomaba en cuenta las existencias de liquidámbur. El terreno más reciente de la finca no había sido inventariado ni contaba con un mapa. Por lo que el siguiente paso consistió en la adquisición de fotografías en falso color para una mejor estratificación de la finca y un sencillo levantamiento topográfico de esta parte de la finca. Luego siguió el inventario forestal, para el cuál tomé como referencia los inventarios anteriores de la finca.

Por último, terminado el muestreo y luego de haber recibido los datos del ensayo de resinación, me esperaba otro reto: organizar la información, interpretar los resultados y proponer un sistema de manejo adecuado. Por una parte me di cuenta de mis limitaciones. Supe que al final de los estudios universitarios, aún queda mucho que aprender. Pero también reconocí la utilidad de la base científica que adquirí en esta casa de estudios y pude aplicar muchos de los conceptos aprendidos a lo largo de la carrera. Esta integración de conocimientos me dio una idea más clara del papel que juega un Ingeniero Forestal. También me di cuenta del valioso aporte de las personas que me ayudaron desde la fase de campo hasta la elaboración de este documento. Por ello, quiero expresar mis agradecimientos a (al):

- Ing. César Castañeda, por recomendarme para este trabajo.
- Ing. Jorge Castiglione, por escogerme para hacer este trabajo y por toda su ayuda.
- Señor Emilio Manjón, por el alojamiento y por compartir conmigo la información sobre la finca.
- Don Domingo, sus hijos Edwin e Ismael y al Don Apólito, por guiarme en los terrenos de la finca y ayudarme a levantar las parcelas para el inventario forestal.
- Rebecca, por su compañía y ayuda en el levantamiento de las parcelas.
- Giuseppe, por asesorarme en todas las fases del trabajo.
- Mis papás, por todo su apoyo.

## CONTENIDO

	Página
LISTA DE CUADROS	i
LISTA DE GRÁFICAS	ii
LISTA DE FIGURAS, FOTOGRAFÍAS Y MAPAS	iii
RESUMEN	iv
I. INTRODUCCIÓN	1
II. OBJETIVOS	3
A. General	3
B. Específicos	3
III. MARCO TEÓRICO	4
A. Historia del liquidámbar	4
B. Botánica y ecología del liquidámbar	4
1. Taxonomía	4
2. Nombres comunes	4
3. Distribución geográfica	4
4. Descripción botánica	5
a. Fuste	5
b. Copa	5
c. Corteza	5
d. Hojas	5
e. Flores	5
f. Frutos	5
g. Semillas	5
5. Ecología	5
a. Altitud	5
b. Asociación	6
c. Fuego	6
d. Interacción con animales	6
e. Plagas y enfermedades	6
f. Precipitación	6
g. Propagación	6
1) Por semilla	6
2) Vegetativa	7
h. Suelos	7
i. Sombra y luz	7
j. Topografía	7
C. Usos del liquidámbar	7
1. Usos maderables	7
a. Características de la madera	8
1) Durabilidad natural	9
2) Preservación	9
3) Secado	9
4) Trabajabilidad	9
2. Usos no maderables	10
a. La resina	10

1) Descripción y usos	10
2) Oferta y demanda mundiales	11
a) Fuentes de suministro	11
b) Mercados	11
c) Calidad y precios	11
3) Cadena productiva (en Honduras)	12
a) Resinación y recolección	12
b) Transporte	13
c) Transformación primaria	13
4) Producción y rendimiento por árbol	13
b. Usos medicinales	14
c. Usos ornamentales	14
IV. PRESENTACIÓN DEL CASO	15
A. Régimen de propiedad	15
B. Descripción biofísica	15
1. Datos generales	15
a. Ubicación política y geográfica	15
b. Superficie	16
c. Colindantes	16
d. Vías de acceso	16
2. Suelos y capacidad de uso	17
3. Topografía y rango altitudinal	17
4. Clima y meteorología	18
5. Hidrología	18
6. Zonas de vida	18
a. Bosque muy húmedo Subtropical frío	19
b. Bosque húmedo Subtropical templado	19
7. Uso actual y cobertura de la tierra	19
V. ANÁLISIS DEL CASO	20
A. Inventario forestal	20
1. Metodología del inventario	20
a. Diagrama de actividades del inventario	21
b. Equipo	22
c. Materiales	22
d. Personal	22
2. Ecuaciones utilizadas	22
a. Número de muestras	22
b. Indicadores forestales	22
c. Parámetros poblacionales de los estratos	23
d. Parámetros poblacionales de toda el área inventariada	24
e. Proporción de liquidámbar	24
3. Resultados del inventario	24
a. Uso y cobertura de la tierra	24
b. Rodalización	26
c. Resumen estadístico del inventario	26
d. Indicadores forestales por estrato	27
1) Dinámica poblacional del estrato 4 (Bosque mixto)	28

2) Dinámica poblacional del estrato 7 (Bosque latifoliado con liquidámbar)	30
3) Dinámica poblacional del estrato 9 (Liquidámbar en los guatales)	33
e. Proporción de liquidámbar	34
f. Distribución diamétrica del liquidámbar	35
1) Distribución diamétrica del liquidámbar en el estrato 4 (Bosque mixto)	35
2) Distribución diamétrica del liquidámbar en el estrato 7 (Bosque latifoliado con liquidámbar)	36
3) Distribución diamétrica del liquidámbar en el estrato 9 (Liquidámbar en los guatales)	37
g. Abundancia de liquidámbar resinable	38
4. Análisis de los resultados del inventario	39
a. Validez de los resultados	39
b. Dinámica poblacional de los estratos	39
c. Liquidámbar en los estratos	39
B. Rendimiento en la producción de resina	40
1. Metodología del ensayo de resinación	40
2. Resultados del ensayo de resinación	41
3. Análisis de los resultados de resinación	46
C. Evaluación del método de recolección de resina	47
1. Ventajas	47
2. Desventajas	47
3. Alternativas	48
a. Desroñe o descortezado	50
b. Trazado del canal central o entalladura	50
c. Engrapado	50
d. Pica o rebana	50
e. Colocación del bote	50
f. Recolección	50
g. Nuevas picas	51
VI. PROPUESTA TÉCNICA PARA EL CASO	52
A. Objetivos del plan de manejo	52
1. Duración y modificaciones	52
2. Unidades del plan de manejo	52
a. Unidad 1	54
b. Unidad 2	54
c. Unidad 3	54
d. Unidad 4	54
D. Criterios silviculturales	54
1. Cortas	54
2. Regeneración	55
a. Identificación	55
b. Limpieza	55
c. Desyerba	55
3. Protección forestal	55

a. Prevención y control de incendios	55
1) Vigilancia	56
2) Organización y capacitación	56
3) Herramientas	56
4) Equipo	56
5) Establecimiento de líneas de control	56
6) Eliminación de material combustible	57
b. Control de plagas y enfermedades	57
1) Parásitos	57
2) Plagas	57
c. Protección de las fuentes de agua	57
E. Manejo de las unidades	57
1. Cortas	57
a. Raleos en la unidad 1	57
b. Raleos en la unidad 2	59
c. Raleos en la unidad 3	61
d. Raleos en la unidad 4	62
2. Regeneración	62
a. Regeneración en la unidad 1	62
b. Regeneración en la unidad 2	62
c. Regeneración en la unidad 3	62
d. Regeneración en la unidad 4	63
3. Protección forestal	63
a. Protección en la unidad 1	63
b. Protección en la unidad 2	63
c. Protección en la unidad 3	63
d. Protección en la unidad 4	64
F. Aprovechamiento	64
1. Resinación	64
2. Extracción de madera	64
a. Tala	65
b. Arrastre y extracción	65
c. Transporte	66
d. Caminos y bacardillas	66
G. Investigación	66
1. Parcelas permanentes de muestreo (ppm)	66
2. Ensayos de resinación	67
H. Cronograma de actividades	67
I. Análisis financiero de las actividades	68
VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	72
A. Conclusiones	72
B. Recomendaciones	73
VIII. BIBLIOGRAFÍA	74
LISTADO DE ANEXOS	78

## LISTA DE CUADROS

		<b>Página</b>
Cuadro 1	Propiedades generales de la madera de liquidámbar	8
Cuadro 2	Características anatómicas de la madera de liquidámbar	8
Cuadro 3	Propiedades físico-mecánicas de la madera de liquidámbar	9
Cuadro 4	Uso y cobertura del suelo	25
Cuadro 5	Rodales de los estratos	26
Cuadro 6a	Rodales muestreados y parcelas levantadas	26
Cuadro 6b	Datos estadísticos del número de árboles y del volumen en toda el área inventariada	27
Cuadro 7	Número de árboles, volumen y área basal por hectárea	27
Cuadro 8	Número de árboles, volumen y área basal por estrato	28
Cuadro 9	Indicadores forestales del liquidámbar por hectárea, en cada estrato	35
Cuadro 10	Indicadores forestales del liquidámbar por estrato	35
Cuadro 11	Clases diamétricas del liquidámbar en el estrato 4	36
Cuadro 12	Clases diamétricas del liquidámbar en el estrato 7	36
Cuadro 13	Clases diamétricas del liquidámbar en el estrato 9	37
Cuadro 14	Indicadores forestales del liquidámbar resinable por hectárea en cada estrato	38
Cuadro 15	Indicadores forestales del liquidámbar resinable por estrato	38
Cuadro 16	Producción de resina, agosto-diciembre de 2001	41
Cuadro 17	Datos de los árboles resinados y de la primera cosecha	42
Cuadro 18	Proyección de la producción de resina en peso bruto	45
Cuadro 19	Proyección de la producción de resina procesada artesanalmente, en una cosecha	46
Cuadro 20	Unidades de manejo	53
Cuadro 21	Cantidad de árboles para raleo por ha en la unidad 1	58
Cuadro 22	Remanentes por ha en la unidad 1	58
Cuadro 23	Volumen por ha que se va a extraer en el raleo de la unidad 1	59
Cuadro 24	Volumen total que se va a extraer en el raleo de la unidad 1	59
Cuadro 25	Cantidad de árboles para raleo por ha en la unidad 2	60
Cuadro 26	Remanentes por ha en la unidad 2	60
Cuadro 27	Volumen por ha que se va a extraer en el raleo de la unidad 2	61
Cuadro 28	Volumen total que se va a extraer en el raleo de la unidad 2	61
Cuadro 29	Cuantificación del aprovechamiento en los raleos de las unidades 1 y 2	65
Cuadro 30	Cronograma de actividades para el primer año de funcionamiento del plan de manejo	68
Cuadro 31	Cronograma de actividades para los siguientes 4 del plan de manejo	68
Cuadro 32	Costos y beneficios de las actividades silviculturales y de la resinación	70
Cuadro 33	Flujo de caja para los primeros 5 años	71

## LISTA DE GRÁFICAS

		<b>Página</b>
Gráfica 1	Composición vegetal en el estrato 4 (bosque mixto)	28
Gráfica 2	Dominancia ecológica en el estrato 4 (bosque mixto)	29
Gráfica 3	Distribución del volumen en el estrato 4 (bosque mixto)	29
Gráfica 4	Distribución del área basal por marca de clase y por especie en el estrato 4 (bosque mixto)	30
Gráfica 5	Distribución de frecuencias por clase diamétrica y por especie en el estrato 4 (bosque mixto)	30
Gráfica 6	Composición vegetal en el estrato 7 (bosque latifoliado con liquidámbar)	31
Gráfica 7	Dominancia ecológica en el estrato 7 (bosque latifoliado con liquidámbar)	31
Gráfica 8	Distribución del volumen en el estrato 7 (bosque latifoliado con liquidámbar)	32
Gráfica 9	Distribución del área basal por marca de clase y por especie en el estrato 7 (bosque latifoliado con liquidámbar)	32
Gráfica 10	Distribución de frecuencias por clase diamétrica y por especie en el estrato 7 (bosque latifoliado con liquidámbar)	33
Gráfica 11	Distribución del área basal por marca de clase y por especie en el estrato 9 (rodales de L en los guatales)	34
Gráfica 12	Distribución de frecuencias por clase diamétrica y por especie en el estrato 9 (rodales de L en los guatales)	34
Gráfica 13	Distribución del liquidámbar (árboles / ha) por clase diamétrica en el bosque mixto (estrato 4)	36
Gráfica 14	Distribución del liquidámbar (árboles / ha) por clase diamétrica en el bosque latifoliado con liquidámbar (estrato 7)	37
Gráfica 15	Distribución del liquidámbar (árboles / ha) por clase diamétrica en los rodales de liquidámbar en los guatales (estrato 9)	38
Gráfica 16	Relación entre el diámetro del árbol y el número de picas realizadas	43
Gráfica 17	Relación entre el diámetro del árbol y la producción de resina en peso bruto	44
Gráfica 18	Relación entre el número de picas y la producción de resina en peso bruto	44
Gráfica 19	Relación entre la altitud y la producción de resina en peso bruto	44
Gráfica 20	Relación entre el número de árboles y la producción de resina en peso bruto	45

## LISTA DE FIGURAS, FOTOGRAFÍAS Y MAPAS

		<b>Página</b>
Figura 1	Picas hechas con hacha	12
Figura 2	Picas en forma de "V"	49
Figura 3	Método de pica de corteza 1	51
Figura 4	Método de pica de corteza 2	51
Mapa 1	Mapa de Polígonos	16
Mapa 2	Mapa de Hipsometría	17
Mapa 3	Mapa de Hidrografía	18
Mapa 4	Mapa de Uso de la tierra	25
Mapa 5	Mapa de Rodales	26
Mapa 6	Mapa de Unidades de Manejo	53

## RESUMEN

Se llevó a cabo un inventario forestal, una estimación de la producción de resina del liquidámbar, una evaluación del método de resinación y un plan de manejo de los bosques de la finca Los Cimientos, con vistas a la resinación del liquidámbar. La finca pertenece a la Fundación Centro de Servicios Cristianos y se encuentra ubicada en San Jerónimo, Baja Verapaz. Tiene una extensión de 181.00 ha y su rango altitudinal va de los 1540 a los 2086 msnm.

El primer paso del inventario fue la elaboración del mapa de uso de la tierra con ayuda de fotografías aéreas a color, a fin de identificar los estratos con presencia de liquidámbar. El uso de la tierra se distribuye en 10 estratos. Los estratos con presencia de liquidámbar son: el bosque mixto de pino, encino y liquidámbar (43.99 ha), bosque mixto con predominancia de encino (22.50 ha), bosque latifoliado con liquidámbar (24.50 ha) y los rodales de liquidámbar en los guatales (10.75 ha); los cuales fueron subdivididos en 8, 5, 7 y 9 rodales respectivamente.

Se levantó un total de 31 parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup> en los estratos de bosque mixto de pino, encino y liquidámbar, bosque mixto con dominancia de encino y bosque latifoliado con liquidámbar para una intensidad de muestreo del 1.46% y una confiabilidad del 90%. Se obtuvo un error de muestreo de 19.30% para el número de árboles y de 36.64% en el volumen.

Los resultados del inventario indican que la abundancia de liquidámbar es insignificante en el bosque mixto con predominancia de encino. En el bosque mixto de pino, encino y liquidámbar y en el bosque latifoliado con liquidámbar se encontraron densidades muy altas (hasta más de 500 y 1000 árboles / ha, respectivamente) y distribuciones diamétricas irregulares. La mayor parte está concentrada en árboles de las clases diamétricas inferiores. El único estrato que muestra una tendencia de distribución normal es el estrato de rodales de liquidámbar en los guatales.

A partir del inventario también se pudo determinar que la finca cuenta con más de 40,000 árboles de liquidámbar, de los cuales cerca de 8,000 tienen un diámetro resinable. El estrato con mayor potencial para resinación es el bosque latifoliado con liquidámbar, donde se encuentran hasta 225 árboles / ha. Sin embargo, la abundancia de liquidámbar resinable en los estratos de bosque mixto y rodales de liquidámbar en los guatales tampoco es despre-

ciable (38 árboles / ha y 59 árboles / ha, respectivamente), en comparación con los 5 a 19 árboles por hectárea reportados en Honduras, donde se cuenta con una industria de resina del liquidámbar.

Una vez finalizado el inventario, se procedió a estimar la producción de resina por árbol, a partir de los datos de un ensayo de resinación realizado por la administración de la finca. Se observó que la producción de resina no es proporcional al diámetro del árbol ni al número de picas. Tampoco se encontró relación entre la altitud del árbol y su rendimiento. Se estima que la producción promedio es de 1.20 a 1.51 onzas / árbol / mes y que en el proceso artesanal de limpieza sólo se logra un 71% de rendimiento al filtrar la resina y un 50% al decantar el agua.

En la evaluación del método de resinación se observó que, a pesar de parecer sencillo y económico, es contraproducente ya que requiere adiestramiento en el uso del hacha para que la resina no se escurra de las picas; expone la resina a la contaminación por agua y materia orgánica y causa serios daños mecánicos y fitopatológicos al árbol. Además, se pierde la oportunidad de utilizar este recurso para fines maderables. Por ello se investigaron otros métodos de resinación, pero al momento no hay otras técnicas utilizadas en el liquidámbar. Sin embargo, se encontraron otros métodos de resinación que pueden ser implementados en el liquidámbar, como la técnica de resinación del "benjui" y el "método pica de corteza" que se aplica en pinos.

A partir de lo anterior se elaboró una propuesta técnica. Ésta consiste en un plan de manejo que busca mejorar las condiciones del bosque para favorecer el crecimiento del liquidámbar con el fin de extraer su resina. Tiene una duración de 5 años y se divide en cuatro unidades de manejo, en las cuales se incluyen las siguientes actividades silviculturales: cortas, regeneración y protección. Se propone realizar un raleo por lo bajo, de intensidad media para bajar la densidad de árboles de las clases inferiores e intermedias y eliminar los árboles suprimidos y un raleo de selección, para eliminar los árboles codominantes y dominantes de buena calidad en dos de estas unidades. A partir de los raleos se obtendrá 229.65 m<sup>3</sup> de madera en forma de trozas (13%), trocillos (1%) y leña (86%). El método de extracción propuesto es el arrastre por bueyes. El método de regeneración es el de regeneración natural. Las actividades de protección deberán estar orientadas hacia la prevención y control de incendios y plagas.

El plan de manejo también sugiere la implementación de parcelas permanentes de muestreo y ensayos de resinación en los que se compare la producción, según diferentes métodos de resinación. Finalmente, se analizó la rentabilidad del proyecto por medio de la relación costo / beneficio y el flujo de caja. Se encontró que la combinación de la resinación y las actividades silviculturales es rentable porque presenta una relación costo / beneficio de 2.16 y un balance positivo de Q. 932,214.17.

# I. INTRODUCCIÓN

Guatemala es un país de bosques. Cerca del 35% del territorio nacional (37,727 km<sup>2</sup>) está cubierto por bosques. Para poder mantener este recurso natural es necesario su uso sostenible. A este respecto es importante saber que los elementos de la sostenibilidad son: el crecimiento económico, el equilibrio ecológico, el cambio en las formas de producción y consumo, la equidad social y genérica, el respeto a la diversidad étnica y social y la garantía de la calidad de vida para las generaciones futuras (ASÍES, 1996: 7). El manejo forestal, que busca el máximo rendimiento físico, técnico y monetario con la mayor rentabilidad y sin infringir la perpetuidad de la capacidad productiva de los bosques, garantiza el uso sostenible de dicho recurso. Para ello, el manejo forestal se vale de la cuantificación, planificación, silvicultura, recuperación y protección de los bosques (MAGA et al., 1999: 15). Este trabajo toma en cuenta estas técnicas para dar un uso sostenible a los bosques de la finca Los Cimientos.

La Fundación Centro de Servicios Cristianos (FUNCEDESCRI) es propietaria de la finca Los Cimientos y administra en el lugar el Centro de Capacitación para las Artes y Oficios Forestales "Bosque Los Cimientos". Éste es un proyecto de educación alternativa en todo lo referente al manejo integral y sostenible de los recursos forestales y está dirigido a comunidades, instituciones públicas o privadas, estudiantes, investigadores, técnicos, ambientalistas y turistas. El objetivo primordial del centro es ofrecer un espacio para la educación forestal, sobre todo en lo que se refiere al manejo, la reforestación y los procesos de extracción, transformación y comercialización de los productos maderables y no maderables del bosque. Bajo este contexto, uno de los proyectos del centro es desarrollar el uso del liquidámbar, ya que en Guatemala, a pesar de su abundancia no se le da ningún uso (Standley y Steyermark, 1949: 429) y los planes de manejo propuestos hasta ahora sugieren su sustitución por especies más comerciales.

La finca Los Cimientos se encuentra ubicada en el municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz. Tiene una extensión de 181.00 ha (4.02 caballerías) y una altitud comprendida entre los 1540 y los 2086 msnm. Los bosques naturales del lugar corresponden a las zonas de vida de bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)) y bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-S(f)) según la metodología de Holdridge, descrita por De la Cruz. Son respectivamente bosques mixtos de encino, pino y liquidámbar y bosques latifoliados en los que se encuentra cedro de altura, pimientillo, encino, aguacatillo, liquidámbar y otras especies latifoliadas. El liquidámbar se encuentra abundantemente en toda la finca.

El liquidámbar (*Liquidambar styraciflua* L.) es un árbol decíduo de la familia Hamamelidaceae. Tiene forma piramidal, llega a alcanzar más de 35 m de altura y puede medir hasta más de 1 m de diámetro. Se distingue porque sus hojas en forma de estrella se toman de color naranja en noviembre, cuando el árbol comienza a perder su follaje. En Estados Unidos es fuente de madera rolliza con la que se fabrica una gran variedad de productos, asimismo su madera se emplea para chapas, madera contrachapada, pulpa y combustible. Por su belleza también se siembra en parques, pasajes y jardines. Por otro lado, su nombre genérico que proviene del latín *liquidus* = líquido, y del árabe *ambar* = ámbar, alude a la fragante resina producida por los árboles. Esta resina, conocida como estoraque comercial o americano o bálsamo copáimico es utilizada en la perfumería para aromatizar jabones, cosméticos y tabaco. En Honduras, muchos campesinos obtienen gran parte de sus ingresos de la resinación del liquidámbar y existen por lo menos tres plantas que llevan a cabo la purificación de la resina para su posterior exportación.

Tras averiguar el uso que se le da al liquidámbar en Honduras, el centro de capacitación "Bosque Los Cimientos" acudió a la Gremial de Exportadores de Productos No Tradicionales (AGEXPRONT), que se encargó de desarrollar una investigación sobre la tecnología de extracción de la resina. Por medio de esta investigación, se entró en contacto con un grupo de campesinos de Honduras que vino a dar un curso de capacitación en la finca Los Cimientos. La administración de la finca realizó la resinación de algunos árboles y llevó un control de su producción, para poder estimar el rendimiento promedio por árbol.

A raíz de lo anterior, impulsar la resinación del liquidámbar constituye un proyecto del programa "Inversiones para la Paz" de la United States Agency for International Development (USAID) y AGEXPRONT que tiene como meta fomentar el uso sostenible de este recurso, con el fin de contribuir al desarrollo forestal y económico del país. La finca Los Cimientos representa un proyecto piloto del cual otros productores pueden aprender y ser incentivados. Pero para ello es necesario contar con un inventario forestal de la finca, estimar la producción de resina y elaborar un plan de manejo, puntos que son tratados en este trabajo de graduación.

## **II. OBJETIVOS**

### **A. General**

Hacer un cálculo estimativo de la abundancia de *Liquidambar styraciflua* L. en la finca Los Cimientos y evaluar su potencial para la producción de resina, con el fin de formular un plan de manejo que contribuya al uso sostenible de este recurso y al desarrollo forestal del país.

### **B. Específicos**

1. Realizar un inventario forestal para determinar las existencias de liquidámbar en la finca Los Cimientos.
2. Rodalizar la finca de acuerdo a la presencia y dominancia de liquidámbar.
3. Estimar la producción de resina por árbol a partir de los datos del primer año de cosecha, proporcionados por la administración de la finca.
4. Evaluar el método de resinación.
5. Elaborar una propuesta de manejo de los bosques enfocada a la producción de resina de liquidámbar.

### III. MARCO TEÓRICO

#### A. Historia del liquidámbar

El liquidámbar es un fósil viviente. Actualmente hay tres especies de liquidámbar: una en Formosa, otra en Turquía y otra nativa de América. Se sabe de la existencia de 20 especies extintas, la más antigua encontrada en las rocas del eoceno superior en Groenlandia, en las correspondiente a una época en que dicho continente tenía un clima subtropical, hace unos 55 millones de años. Algunos fósiles más tardíos han aparecido en Italia, Siberia, Colorado y en grandes cantidades en los fondos meocénicos de los lagos de Suiza. En muchas de las regiones en las que aparecen las especies vivientes se han encontrado hojas que datan desde el pleistoceno a la era glacial (Day, 1996:2).

La especie americana fue descrita a los europeos por primera vez por Francisco Hernández, el gran herbario de México alrededor de 1651. Dice que tiene "hojas como las del maple" y una resina de la cual dice que su "naturaleza es picante en el tercer orden, y seca, y adicionada al a tabaco, fortalece ia cabeza, estómago y corazón, induce el sueño, y alivia dolores en la cabeza causados por resfrios. Sola, disipa humores, alivia el dolor, cura erupciones de la piel... y disipa tumores más allá de lo que se puede creer" (Day, 1996:2).

#### B. Botánica y ecología del liquidámbar

##### 1. Taxonomía

El liquidámbar pertenece a la familia Hamamelidaceae, su nombre científico es *Liquidambar styraciflua* L. y su sinónimo *L. macrophylla* Oerst (Standley y Steyermark, 1949: 428). El nombre genérico proviene del latín *liquidus* = líquido, y el árabe *ambar* = ambar, que alude a la fragante resina producida por los árboles (Ishimaru, 1996:168).

##### 2. Nombres comunes

Además de llamársele liquidámbar, la especie también se conoce en Guatemala como estoraque, en Cobán, "ocop", "ocob" y "ocóm" en Quecchí "tzoté" en Huehuetenango y "quiramba" en Tactic (Standley y Steyermark, 1949: 428). En los países vecinos tiene otros nombres comunes. Así, en Honduras se le llama "liquidambo", "diqidambo" y bálsamo blanco, en Costa Rica: "liquidamber", y en México: copalillo, "icob", estoraque y "suchete". Como la mayor parte de la literatura sobre el liquidámbar proviene de los EE.UU. es importante saber que en dicho país las denominaciones comunes son "sweetgum", liquidambar, "redgum", "alligator tree", "star-leaved gum" y "bilsted" (Day, 1996: 1)

##### 3. Distribución geográfica

Originario de Norteamérica, el liquidámbar crece naturalmente al Este y Sur de los EE.UU., en México, Guatemala, El Salvador, Honduras y Nicaragua. En Guatemala hay liquidámbar en los departamentos de Alta Verapaz, Baja Verapaz, El Progreso, Izabal, Zacapa, Chiquimula, Quiché y Huehuetenango (Standley y Steyermark, 1949: 428).

#### 4. Descripción botánica

El liquidámbar es un árbol que alcanza hasta 40 m de altura. El diámetro de su tronco puede medir hasta 1 m o más.

**a. Fuste.** Es recto, cilíndrico; la base es alargada o con gambas rectas (CATIE, 1999: 1).

**b. Copa.** En espacios abiertos desarrolla una copa piramidal muy simétrica con ramas extendidas casi horizontalmente y muy abajo en el tronco. Cuando crece en áreas boscosas, el tronco tiende a ser libre de ramas hasta muy arriba, donde forma una copa pequeña (Day, 1996: 1).

**c. Corteza.** Es gris, profundamente fisurada longitudinalmente, desprendiéndose en aristas escamosas (Day, 1996: 1). Su grosor es de 1 a 1.3 cm (CATIE, 1999: 1).

**d. Hojas.** Son simples, alternas, en pecíolos largos y delgados (10-18 cm), largas y anchas, cordadas o subcordadas, en forma de estrella con 3 a 7 lóbulos, los lóbulos oblongotriangulares, acuminadas; finamente aserradas, color verde fuerte y lustroso arriba, envés más pálido, glabras excepto por grupos de pelos en las axilas de los nervios (Standley y Steyermark, 1949: 428). El árbol es deciduo, pierde el follaje a partir de diciembre. Antes de caer, las hojas se tornan de diferentes tonos de rojo y las nuevas hojas comienzan a salir antes de comenzar las lluvias y son de un color verde claro brillante.

**e. Flores:** Son pequeñas, apétalas, en cabezuelas, monoicas. Las flores estaminadas sin perianto, entremezcladas con pequeñas brácteas, forman un racimo terminal. Las flores pistiladas en cabezuelas globosas con pedúnculos delgados, compuestas de ovarios biloculares, subtendidos por escamas minúsculas (Standley y Steyermark, 1949: 428).

**f. Frutos.** Son cabezuelas globosas, de 3 cm de diámetro, en un pedúnculo largo, un poco espinosas, formadas por muchas cápsulas dehiscentes, cada una con 1 ó 2 semillas (Standley y Steyermark, 1949: 428).

**g. Semillas.** Tienen forma oblonga, comprimida, de 6 a 8 mm de largo, con un ala lateral corta, membranosa y redondeada en el ápice. La testa es de color castaño oscuro, lisa, opaca, de 0.1 a 0.2 mm de grosor. El embrión es recto, espatulado, de color blanco y ocupa toda la cavidad de la semilla. Tiene dos cotiledones planos y oblongos. La radícula es corta y dirigida al hilo. Presentan una delgada capa de endospermo triploide y opaco (CATIE, 1999: 1).

#### 5. Ecología

**a. Altitud.** Su distribución altitudinal varía de 900 a 2100 msnm (Standley y Steyermark, 1949: 428).

**b. Asociación.** Generalmente asociado a pino y/o encino (Standley y Steyermark, 1949: 428). También forma rodales puros (CATIE, 1999: 1).

**c. Fuego.** Es uno de los agentes más dañinos para el liquidámbar. Su delgada corteza lo hace más susceptible al fuego. Después de ser dañados por el fuego en la parte superior, los árboles de liquidámbar brotan profílicamente desde la raíz, pero cuando este tipo de crecimiento se repite una y otra vez, eventualmente acaba con las reservas de carbohidratos y causa la muerte de la planta (USDA Forest Service, 2002: 2). Los incendios de verano afectan más a los árboles jóvenes de liquidámbar que los incendios que ocurren en invierno. Las heridas causadas por el fuego en los árboles vivos, permiten la entrada de insectos y enfermedades. En tanto que la albura no muera con el fuego, las heridas basales son cubiertas por una exudación de goma que las protege, pero cuando los incendios se repiten, es posible que la albura del árbol muera y se puedan establecer hongos e insectos (Kormanik, s.f.: 6). Sin embargo, el fuego también puede ser una herramienta útil de manejo para controlar el liquidámbar en aquellos lugares donde no es una especie deseada (USDA Forest Service, 2002: 3).

**d. Interacción con animales.** Las ardillas y pájaros se alimentan de las semillas (USDA Forest Service, 2002: 1). Animales herbívoros como el ganado y los venados pueden causar daño a las plantas jóvenes (Kormanik, s.f.: 6).

**e. Plagas y enfermedades.** Excepto por los defoliadores, los insectos atacan a los árboles de liquidámbar sólo cuando éstos están dañados, decadentes o muertos. Entre las plagas insectiles reportadas en EE.UU. encontramos: los gorgojos de la corteza (*Dryocoetes betulae* y *Pityophthorus liquidambarus*), los platipódidos (*Platypus compositus*) y los tenebriónidos (*Strongylium* spp.). Entre los defoliadores están la oruga (*Malacosoma disstria*) y la palomilla (*Actias luna*) (Kormanik, s.f.: 7). El liquidámbar también se ve afectado por un gran número de enfermedades causadas por diferentes agentes. Entre las enfermedades bacteriales está un cáncer causado por una bacteria desconocida. Los hongos causan pudrición de raíz, cánceres, agallas, manchas foliares, royas, pudrición de la madera y manchas. Los nemátodos causan lesiones, pudrición de raíz, espirales y atrofias. El liquidámbar también es atacado por la planta parasítica conocida como muérdago<sup>1</sup> (Roncadori, 1999: 3).

**f. Precipitación.** Se encuentra en sitios en donde la precipitación anual va de 1000 a 1500 mm (CATIE, 1999: 1).

### **g. Propagación:**

**1) Por semilla.** La especie comienza a florecer de 20 a 30 años de edad y puede continuar hasta los 150 años. La floración se produce de marzo a mayo en EE.UU., de enero a marzo en México y de octubre a diciembre en Honduras y Guatemala. Los frutos se producen de noviembre a enero en Honduras y Guatemala. La dispersión de los frutos es anemocórica. El número de semillas puras por kilogramo varía de 120,000 a 180,000. El porcentaje de germinación en semillas frescas va de 75 a 88%. La germinación es epigea y fanerocotilar. Se inicia 12 a 15 días después de la siembra y finaliza 19 a 25 días después. Las semillas necesitan un tratamiento

<sup>1</sup> En esta sección no se presentan los nombres científicos de todos estos parásitos, ya que la lista es muy larga para incluirla y desviaría la atención del contenido esencial del texto. Para profundizar en este punto, consultar el ANEXO 1.

pregerminativo, ya sea por inmersión en agua a temperatura ambiente de dos a 48 horas o estratificación en frío durante dos a cuatro semanas (CATIE, 1999: 2).

**2) Vegetativa:** El liquidámbar también es capaz de reproducirse vegetativamente por medio de brotes hasta la edad de 50 años. Los brotes crecen más rápido que las plántulas provenientes de semillas germinadas. Así, a la edad de 10 años pueden tener el mismo tamaño y forma que las plantas de semilla de 18-20 años (USDA Forest Service, 2002: 2).

**h. Suelos.** Es muy tolerante a diferentes suelos y sitios, pero crece mejor en suelos ricos, húmedos, aluviales y arcillosos en las orillas de los ríos (USDA Forest Service, 2002: 1). Además, tolera muy bien suelos anegados por largos períodos de tiempo (Angelov et al, 1995: 483). También es importante mencionar que la aplicación de aguas servidas como fertilizante orgánico acelera su crecimiento por lo menos durante los primeros 9 años. Los árboles tratados pueden alcanzar hasta cuatro veces más volumen de lo normal en este período (Sung et al, 1994: 114).

**i. Sombra y luz.** El liquidámbar no reacciona favorablemente a la sombra. Necesita una adecuada disponibilidad de luz para alcanzar su potencial. Los árboles jóvenes son capaces de soportar cierta competencia en rodales puros de tierras bajas. A medida que aumenta la edad, los árboles son menos competitivos y pueden responder pobremente a la liberación debido a la reducción en la capacidad de regeneración de la corona. Los árboles de todas las clases diamétricas tienden a desarrollar ramas epicórmicas cuando los rodales son raleados excesivamente. Raleos moderados estimulan ramas epicórmicas en árboles con un desarrollo de copa ligero a moderado. En rodales mixtos con pino, donde el liquidámbar se encuentra en forma de plántulas o brotes, la remoción del piso de pino resulta generalmente en un rápido crecimiento del liquidámbar (Kormanik, s.f.: 6).

**j. Topografía:** Crece tanto en faldas de laderas como en planicies de montañas (CATIE, 1999: 1).

## C. Usos del liquidámbar

### 1. Usos maderables

En Guatemala, a pesar de su gran abundancia no se le da otro uso, más que como leña (Standley y Steyermark, 1949). Sin embargo, en otros países, el liquidámbar es muy apreciado en la industria de muebles por su madera color café rojiza (Ishimaru, 1996). En EE.UU. el liquidámbar es una fuente importante de madera aserrada, entre las maderas duras es el segundo en producción después de la de robles (Day, 1996: 2). La madera se utiliza para hacer cajas, embalajes, muebles, carpintería, gabinetes para tele-visores y fonógrafos, decoración de interiores (Kormanik, s.f.: 7), botes y juguetes (Day, 1996: 2). Incluso en Honduras, *Benítez y Montesinos (1988)* mencionan el uso para ebanistería, carpintería en general, molduras, enchapes, chapas decorativas, artículos torneados, cajas, floreros, copas, ceniceros, mueblería fina, decorados interiores, marcos, escaparates, embalajes, gabinetes, forros para paredes, artesanías, paletas, palillos, abatelenguas, fósforos, puertas, estructuras para interiores, envases para dulces, platos y cucharas para helados.

El liquidámbar también se transforma en chapas decorativas y madera contrachapada, que sirven en la fabricación de cajas, tarimas, embalajes, canastas y decoración de interiores (Kormanik, s.f.: 7).

La fibra es utilizada comercialmente para producir productos de papel de grano fino y pulpa de alta calidad (Ishimaru, 1996).

Otros usos de la madera incluyen durmientes, postes para cercos, virutas de madera y como combustible (USDA Forest Service, 2002: 4).

### a. Características de la madera

Aunque en otros países es una importante materia prima, el liquidámbar no tiene mayor uso en el país (*vid. supra*). Esto se debe al desconocimiento de su potencial como madera, tanto a nivel del manejo forestal como industrial y de mercado. A continuación se detallan sus propiedades generales, físicomecánicas y anatómicas, así como algunas observaciones adicionales.

Cuadro 1: Propiedades generales de la madera de liquidámbar

Propiedad	Descripción
Color	Albura color blanco rosado y duramen café a café rojizo
Textura	Fina
Veteado	Fino
Grano	Recto a entrecruzado
Olor y sabor	No característicos
Brillo	Bajo a mediano

Fuente: IRENA (1993) y CATIE (1999)

Cuadro 2: Características anatómicas de la madera de liquidámbar

Elementos	Descripción
Parénquima	Indistinguible a simple vista, paratraqueal escaso, apotraqueal difuso y ocasionalmente con finas líneas de parénquima marginal.
Poros	Visibles sólo con lupa, en distribución semicircular de forma circular a oval, solitarios y múltiples, radiales y tangenciales. Elementos vasculares con placa de perforación escaleiforme, puntuaciones intervasculares areoladas, medias a grandes de forma oval.
Radios	Visibles con lupa, uniseriados biseriados, ocasionalmente triseriados y localmente biseriados, heterocelulares; puntuaciones radiovasculares semejantes a intervasculares.
Fibras	Libriiformes.
Anillos de crecimiento	Poco distinguibles, aparentemente limitados por anillos semiporosos y finas líneas de parénquima marginal.

Fuente: IRENA (1993)

Cuadro 3: Propiedades físico-mecánicas de la madera de liquidámbar

Propiedades físicas		Valor
Peso específico verde (g/cm <sup>3</sup> )		0.87
Peso específico seco al aire (g/cm <sup>3</sup> )		0.63
Peso específico anhidro (g/cm <sup>3</sup> )		0.60
Peso específico básico (g/cm <sup>3</sup> )		0.48-0.55
Contracción volumétrica total (%)		17.00
Relación: contracción tangencial total contracción radial total		1.36
Propiedades mecánicas (contenido de humedad de 12%)		Valor
Flexión estática	Módulo de rotura (kg/cm <sup>2</sup> )	713
	Módulo de elasticidad (kg/cm <sup>2</sup> )	114,000
Compresión	Paralela a la fibra resist. máx. (kg/cm <sup>2</sup> )	384
	Perpendicular a la fibra límite proporcional (kg/cm <sup>2</sup> )	57
Cizalladura	Resistencia máxima plano radial (kg/cm <sup>2</sup> )	102
Dureza Janka	Resistencia lateral (kg/cm <sup>2</sup> )	389
	Resistencia en los extremos (kg/cm <sup>2</sup> )	523
Extracción de clavos	Resistencia lateral (kg/cm <sup>2</sup> )	113
	Resistencia en los extremos (kg/cm <sup>2</sup> )	71
Impacto	Trabajo de corte (Kj/m <sup>2</sup> )	—

Fuente: IRENA (1993)

**1) Durabilidad natural.** Es de baja resistencia al ataque de termitas y al biodeterioro. No es resistente a los taladradores marinos (Benítez y Montesinos, 1988: 110). En EE.UU. se han reportado más de 20 especies de basidiomicetos que pudren la madera y alrededor de 10 especies que le causan manchas, entre éstas están el *Ceratocystis coerulescens* y el *Fusarium moniliforme* (Roncadori, 1999: 2).

**2) Preservación.** Moderadamente fácil de tratar en albura y en duramen, con soluciones preservantes bajo el método de vacío-presión (IRENA, 1993: 5).

**3) Secado.** Se seca al aire con velocidad moderada. Desarrolla defectos moderados principalmente grietas, arqueaduras y torceduras. El secado al aire libre debe ser preferentemente bajo techo y con una buena ventilación. Tablas de 2.5cm de espesor secan desde 90% hasta 18% de contenido de humedad en 26 días con una pérdida de humedad promedio por día de 2.8%, en condiciones climáticas de 34 °C de temperatura y 67% de humedad relativa promedio (IRENA, 1993: 5).

**4) Trabajabilidad.** La madera de liquidámbar es moderadamente fácil de aserrar. Es fácil de torrear, taladrar y doblar al vapor y difícil de escolpear. Es resistente a la extracción de clavos y tornillos (Benítez y Montesinos, 1988: 110).

## 2. Usos no maderables

### a. La resina

#### 1) Descripción y usos

De los árboles del género *Liquidambar* se obtiene una oleorresina balsámica conocida comercialmente como "estoraque"<sup>2</sup>. El "estoraque asiático" proviene del *L. orientalis* de Asia Menor, en tanto que el "estoraque americano" se obtiene del *L. styraciflua* de México y Centro América (Coppen, 1995: 87).

El estoraque asiático se comercializa en dos formas: como "estoraque líquido" o como "estoraque preparado". La forma líquida que contiene una variable cantidad de agua, es una sustancia suave, viscosa y opaca, con consistencia como la de la miel, de color café grisáceo. Tiene un olor balsámico agradable. El sabor es fuerte, picante y aromático. La forma preparada se obtiene por medio de filtración y extracción de la forma líquida. Se describe oficialmente como un bálsamo semitransparente, café amarillento, semilíquido, con la consistencia de la miel, de fragancia agradable y sabor aromático y suave (Grieve, 1995: 1).

El estoraque americano es un producto balsámico de olor fuerte, aromático, sabor acre y amargo, con consistencia de cera blanda, color verdoso oscuro hasta rojizo, mezclado con otro líquido más claro y amarillento (IRENA, 1993: 2).

Como otros bálsamos, ambos contienen ácido cinámico o sus derivados (ésteres), aunque en el caso del estoraque americano, el olor típico balsámico está disfrazado por un olor parecido al estireno. Las resinas son utilizadas en perfumes para dar olor a jabones, cosméticos y al tabaco (Ishimaru, 1996: 168).

Un aceite esencial se puede destilar de ambos tipos de estoraque, el cual es más usado que la oleorresina misma en la industria de fragancias. Tiene un olor rico, balsámico y se usa generalmente en perfumes del tipo floral. La extracción de la oleorresina cruda con un solvente apropiado proporciona un número de "resinoides" o "absolutos" que también son usados en la perfumería (Coppen, 1995: 87).

Los bálsamos también han sido destinados, aunque en menor proporción, para preparaciones farmacéuticas, sobre todo en forma local (Coppen, 1995: 87). En América, la resina ha sido utilizada en la medicina tradicional como un remedio para tratar resfriados, diarrea y disentería (Grieve, 1995: 3), para tratar la gonorrea y para preservar los dientes (Standley y Steyermark, 1949: 428). Se le atribuyen propiedades analgésicas, antisépticas, emolientes, astringentes, diuréticas, emenagogas, estimulantes, estomacales, expectorantes, pectorales, sudoríficas y tónicas (Cáceres, 1996: 235). En tiempos precolombinos también se empleaba como incienso y como saborizante del tabaco (Standley y Steyermark, 1949: 428). Disuelto en alcohol se ha empleado en el embalsamamiento de cadáveres con resultados muy satisfactorios (Cáceres, 1996: 235). En Asia, también se usa como remedio local en difteria, catarros bronquiales, gonorrea, leucorrea y afecciones de la piel (Grieve, 1995: 2).

<sup>2</sup> En Inglés se le llama "styrax" o "storax".

## 2) Oferta y demanda mundiales

### a) Fuentes de suministro

Turquía es el único productor de estoraque asiático comercializado internacionalmente. El estoraque americano proviene en su mayoría de Honduras, aunque Guatemala y en menor grado Nicaragua, han producido pequeñas cantidades en el pasado (Coppen, 1995: 87).

El proceso de producción y extracción de resina en Honduras tiene cerca de 30 años. Es un esfuerzo netamente privado y tuvo su auge en los últimos años de los setenta hasta casi finales de los ochenta, cuando la producción hondureña llegó a generar ganancias arriba de US\$ 1 millón / año. Desde finales de los ochentas, debido a la pérdida de los recursos forestales, la producción bajó considerablemente y se redujo su capacidad de abastecer la demanda internacional. En la década de los noventas se produjeron de 27 a 915 barriles, de 515 libras de capacidad (Multiservicios Rodas, 2001: 2).

En Honduras no existen plantaciones establecidas de liquidámbar. La resina proviene de bosques naturales. Estos se localizan en los departamentos de Olancho y Colón (Multiservicios Rodas, 2001: 5).

### b) Mercados

Lamentablemente no hay estadísticas disponibles sobre el mercado del estoraque, y en muchos casos los países no lo separan de otras resinas y gomas (Coppen, 1995: 87).

Las exportaciones del estoraque asiático de Turquía fueron de 50 a 70 toneladas en el período 1961-1969. Los mayores importadores fueron el Reino Unido, Alemania, Francia, Italia y los EE.UU.. Europa, donde hay varias plantas procesadoras y productoras de aceites esenciales y extractos de oleorresina, sigue siendo probablemente el mercado más importante para el estoraque asiático. Estados Unidos es el mayor importador de estoraque americano (Coppen, 1995: 87).

En Honduras los mayoristas importadores compran de 5 a 10 barriles de producto por mes y los fabricantes de perfumes y detergentes o consumidores compran hasta 2 barriles por mes. La demanda anual oscila alrededor de 200 barriles (Multiservicios Rodas, 2001: 15).

### c) Calidad y precios

El estoraque asiático es impuro y como resultado de su método de producción, generalmente contiene grandes cantidades de agua. El estoraque americano en cambio es un poco más oscuro, pero generalmente de mejor calidad (Coppen, 1995: 87).

La resina debe ser limpia, sin manchas, residuos de corteza, apariencia totalmente ámbar o café ámbar y envasada en barriles de plástico (Multiservicios Rodas, 2001: 16). Un estándar EOA especifica ciertos requerimientos físicoquímicos para el aceite del estoraque americano (Coppen, 1995: 88).

A nivel nacional, en Honduras, las industrias pagan a los contratistas (*i.e.* intermediarios que llevan la resina de los productores primarios a las fabricas refinadoras) 45.00 Lempiras / libra (3.00 US\$ / libra) puesto en fábrica más los costos de los impuestos. El contratista recibe aproximadamente 23,575.00 Lempiras / barril (1,571.67 US\$ / barril). A nivel internacional, EE.UU. y Europa pagan respectivamente por 15.00 y 20.00 US\$ por kilo de resina refinada y 40.00 y 45.00 US\$, por kilo de esencias. Los precios son FOB puestos en industrias de Honduras. El comprador asume los gastos de aduana, transporte o flete y seguros (Multiservicios Rodas, 2001: 16).

### 3) Cadena productiva (en Honduras)

#### a) Resinación y recolección

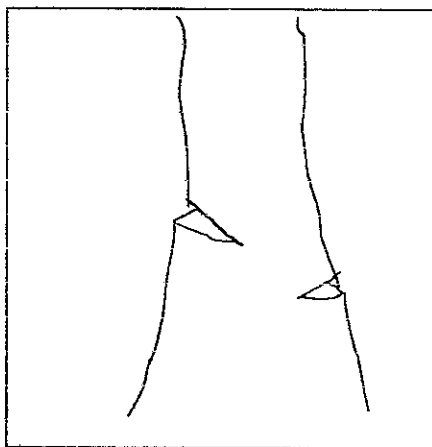
La resina parece ser un producto más patológico que fisiológico. Cuando la madera joven es lastimada, se forman ductos de aceite en los cuales se produce la resina (Grève, 1995: 1), por lo que la resinación consiste en provocar heridas en el árbol, lo que en el lenguaje técnico forestal se conoce como "picar" los árboles.

La producción de resina en Honduras está a cargo de la población indígena y ladina más pobre de las zonas altas de Olancho y sureste de Colón. Se estima que cerca de 1000 familias (7000 personas) se dedican a esta actividad.

La resinación y recolección se llevan a cabo de manera muy artesanal. La metodología fue promovida originalmente por una de las empresas que procesan la resina y conlleva los siguientes pasos:

Antes de comenzar las lluvias, se selecciona el árbol y se pica o abren cuñas a la corteza con un hacha de 3" de ancho. Las incisiones deben ser cóncavas para evitar que se derrame la resina y alternas alrededor del árbol (ver Fig. 1), se debe evitar anillar el tronco (Multiservicios Rodas, 2001: 6).

Fig. 1: Picas hechas con hacha



Pasados 40 días desde la primera pica, se retira la resina que se ha acumulado en las picas llamadas "guacas", con una cuchara y un recipiente de lata. La

resina de las latas se va depositando en recipientes de 5 galones (Multiservicios Rodas, 2001: 7).

Esta actividad se sigue realizando mes a mes, hasta que termina la temporada de lluvias y los árboles dejan de producir resina (Fuente: entrevista personal con el Sr. Emilio Manjón).

En los años subsiguientes, las picas son renovadas. Para ello se retira la corteza unos milímetros más arriba de las anteriores o bien se realizan nuevas picas (Fuente: entrevista personal con el Sr. Emilio Manjón).

### **b) Transporte**

El transporte se da en tres etapas. Primero, los recolectores llevan cargados los recipientes de 5 galones a la comunidad más cercana. De ahí, se utilizan bestias para llevar los recipientes a centros de acopio en los municipios. En los centros de acopio, los contratistas compran la resina a los productores y la llevan a las refinadoras. Por viaje trasladan como máximo 5 barriles, ya que para el transporte se aprovecha la comercialización de otros productos agrícolas (Multiservicios Rodas, 2001: 8).

### **c) Transformación primaria**

De acuerdo a lo descrito por Multiservicios Rodas (2001:15), el proceso de transformación de la resina conlleva los siguientes pasos:

Recepción y acopio: En los centros de acopio, la resina se recibe y se pesa con todo e impurezas.

Limpieza: Antes de llevar el producto a la industria, se decanta el agua y las impurezas.

Catalización y refinamiento: Una vez en la industria, (en Honduras hay tres industrias que se dedican al procesamiento de la resina de liquidámbar), la resina pasa por un proceso de catalización y otro de refinamiento por medio de destilación o extracción.

Empaque: Luego se empaqueta de acuerdo a los requerimientos del cliente, en barriles plásticos de 515 libras de capacidad.

Almacenamiento: El producto final es almacenado en bodegas previo a su embarque.

## **4) Producción y rendimiento por árbol**

No existe información confiable y precisa al respecto, aunque se sabe que puede haber variación considerable de árbol a árbol. En la literatura anterior, se reportan rendimientos promedio de cerca de 20 kg (44 lbs) de resina por árbol en Honduras (Coppen, 1995: 88), pero no se especifica en cuánto tiempo. En EE.UU., el Manual Forestal (Forestry Handbook) de 1955 reporta que se puede obtener ½ a 1 libra de estoraque por árbol, pero tampoco se especifica en cuánto tiempo.

La experiencia hondureña indica que la producción puede oscilar entre 2 y 3 lbs / árbol / mes y 5 lbs / árbol / mes. Se puede llegar a obtener producciones de entre 6 y 15 lbs / árbol / mes. Se considera que el rendimiento depende del tamaño y de la edad del árbol, la calidad del sitio y la altitud (Multiservicios Rodas, 2001: 9).

En Honduras se dice que la producción de resina está ligada al período de lluvias, pero según la experiencia de FUNCEDESCRI parece estar más bien relacionada con el fotoperíodo. Así, el árbol se puede picar cuando casi concluye la formación de su nuevo follaje en la primavera (marzo / abril). La cosecha se inicia transcurridos uno o dos meses después de la pica. El árbol sigue produciendo resina hasta que pierde el follaje a inicios del invierno (diciembre). De esta forma, es posible tener 8 cosechas anuales (Manjón, 2002: 4).

Para obtener un barril mensual se necesitan entre 103 y 258 árboles y para obtener 60 barriles por año, entre 2,060 y 5,150 árboles (Multiservicios Rodas, 2001: 9), pero no hay información sobre el tamaño de los árboles ni el número de picas por árbol.

### **b. Usos medicinales**

La decocción de las hojas se usa localmente en Guatemala en lavados contra la gonorrea (Standley y Steyermark, 1949: 429).

### **c. Usos ornamentales**

El liquidámbar se adapta muy bien para parques, aceras y jardines por su bella forma y hermosos colores que despliega durante el otoño (Ishimaru, 1996:168). En la ciudad de Guatemala se le puede ver sembrado con este propósito en aceras de la zona 9, 14 y 15.

Los frutos secos pintados de plateado y dorado son utilizados como adornos en árboles de Navidad (IRENA, 1993: 5).

## IV. PRESENTACION DEL CASO

### A. Régimen de propiedad

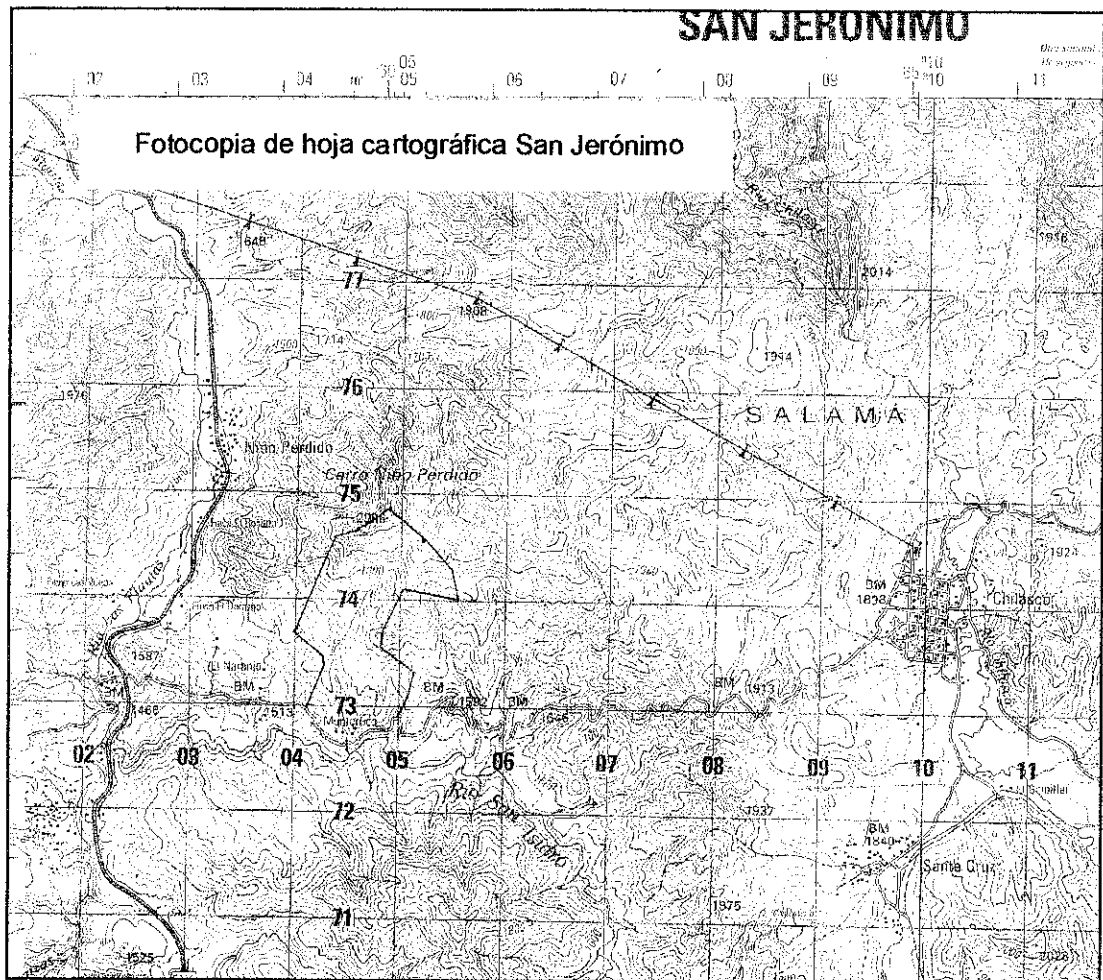
La Finca Los Cimientos es propiedad de la Fundación Centro de Servicios Cristianos (FUNCEDESCRI). Está inscrita en el Registro General de la Propiedad Inmueble bajo los siguientes datos: Finca No. 1023, folio 193 del libro 6 de Baja Verapaz y Finca No. 1372, folio 147 del libro 8 de Baja Verapaz.

### B. Descripción biofísica

#### 1. Datos generales

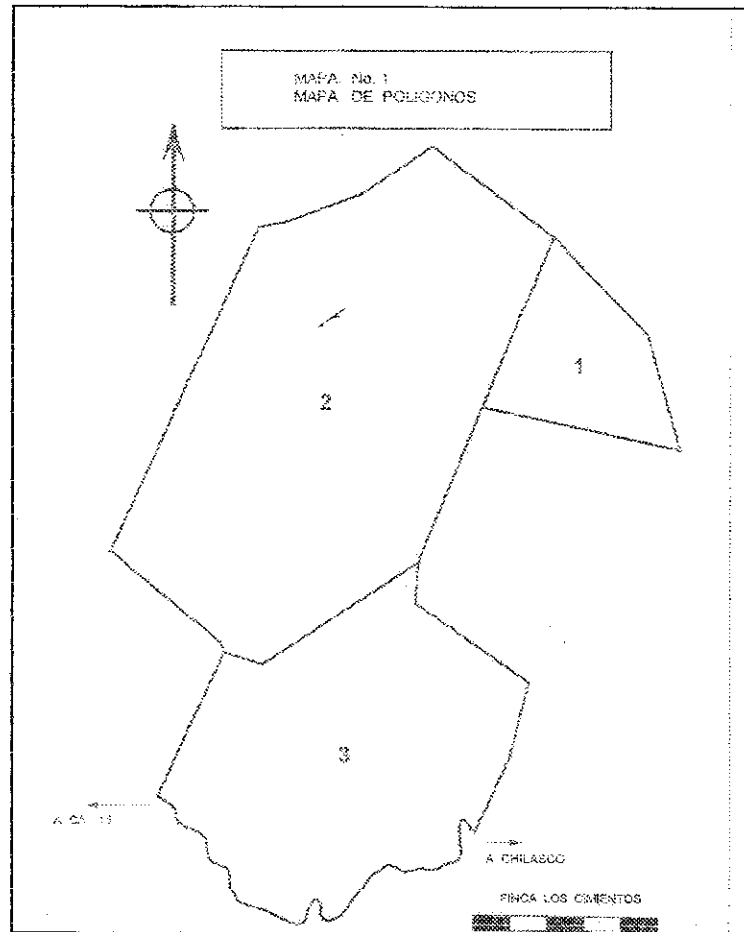
##### a. Ubicación política y geográfica

Está ubicada en la aldea Matanzas, municipio de San Jerónimo, departamento de Baja Verapaz.



### b. Superficie

Tiene una extensión total de 181.00 ha, equivalentes a 4.02 caballerías. Está dividida en tres polígonos que han sido adquiridos separadamente y que en el mapa No.1 se presentan ordenados de Norte a Sur. Esta división aún se puede distinguir en el campo, pues aún se encuentra el alambrado que separa los tres terrenos.



### c. Colindantes

La finca colinda al Norte con la Aldea Chilascó, al Sur con la propiedad del señor Fermín Gabriel, al Este con la Aldea Niño Perdido y las propiedades de los señores Francisco Fernández, Vicente Milián, Emiliano García y Donato Amperez y al Oeste con los terrenos de los señores Marcos Milián, Antonio Torres Milián, José León García, Jacinto García, Timoteo Re-yes y José Juárez.

### d. Vías de acceso

Se llega por la carretera CA-14 (Guatemala-El Rancho) y CA9 (El Rancho - Cobán). Se cruza en el Km 145 hacia la aldea Chilascó. La finca se encuentra aproximadamente a 2 km del cruce, sobre camino de terracería.

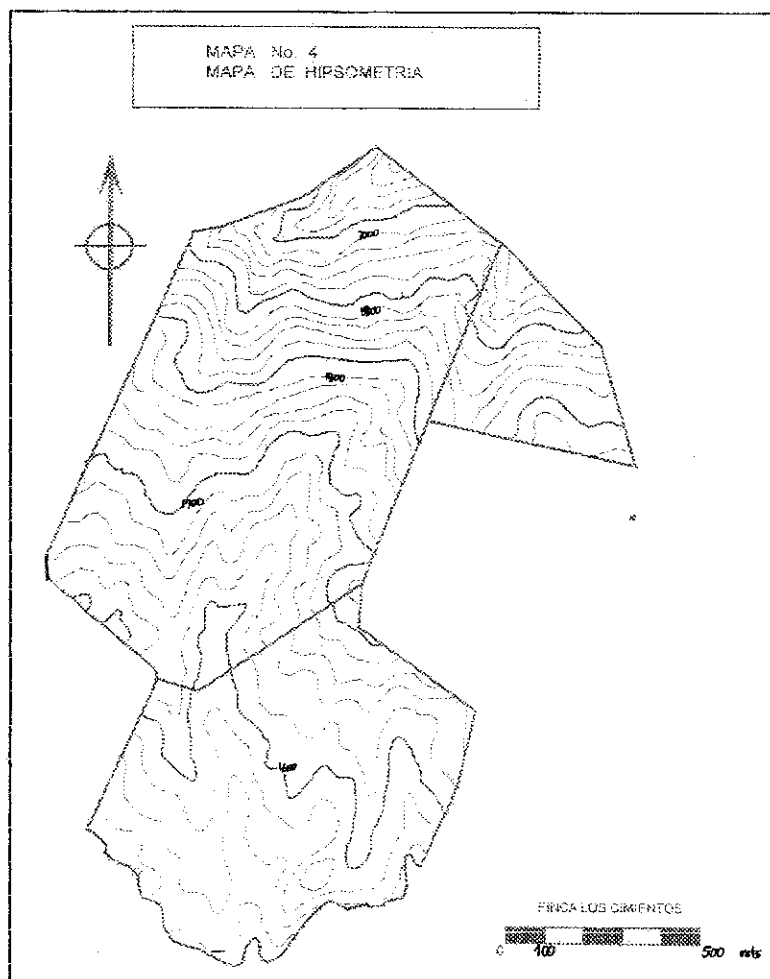
## 2. Suelos y capacidad de uso

Los suelos de la finca los Cimientos están clasificados como Suelos de la Altiplanicie Central, los cuales son poco profundos, en pendientes escarpadas y no aptos para cultivos limpios. Están en una región completamente seccionada y donde los afloramientos de roca son comunes. Pertenecen a la serie Shoanimá, que corresponde a suelos desarrollados sobre serpentina, con relieve escarpado y drenaje interno moderado, de textura arcillosa y consistencia plástica, con un espesor aproximado de 10 cm. El declive dominante va de 30 a 50, con alto peligro de la erosión (Simmons et al, 1959: 584).

De acuerdo a la nueva metodología de clasificación de tierras propuesta por el INAB, la parte más baja de la finca, que va desde la carretera a Chilascó y hasta una altitud de 1580 msnm corresponde a la clasificación de "Agricultura con Mejoras". A partir de los 1580 hasta los 1700 msnm corresponde a la clasificación de "Agroforestería con Cultivos Perennes". De los 1700 hacia arriba son tierras de Protección Forestal. Las laderas de la quebrada principal también entran dentro de esta última clasificación. (Fuente: "Mapa de Capacidad de Uso de la Tierra en el Corredor Biológico Sierra de las Minas - Biotopo del Quetzal", elaborado por la Fundación Defensores de la Naturaleza).

## 3. Topografía y rango altitudinal

El rango altitudinal va de 1540 a 2080 msnm. El relieve varía de ondulado a escarpado con pendientes moderadas a fuertes (7 - 70°).

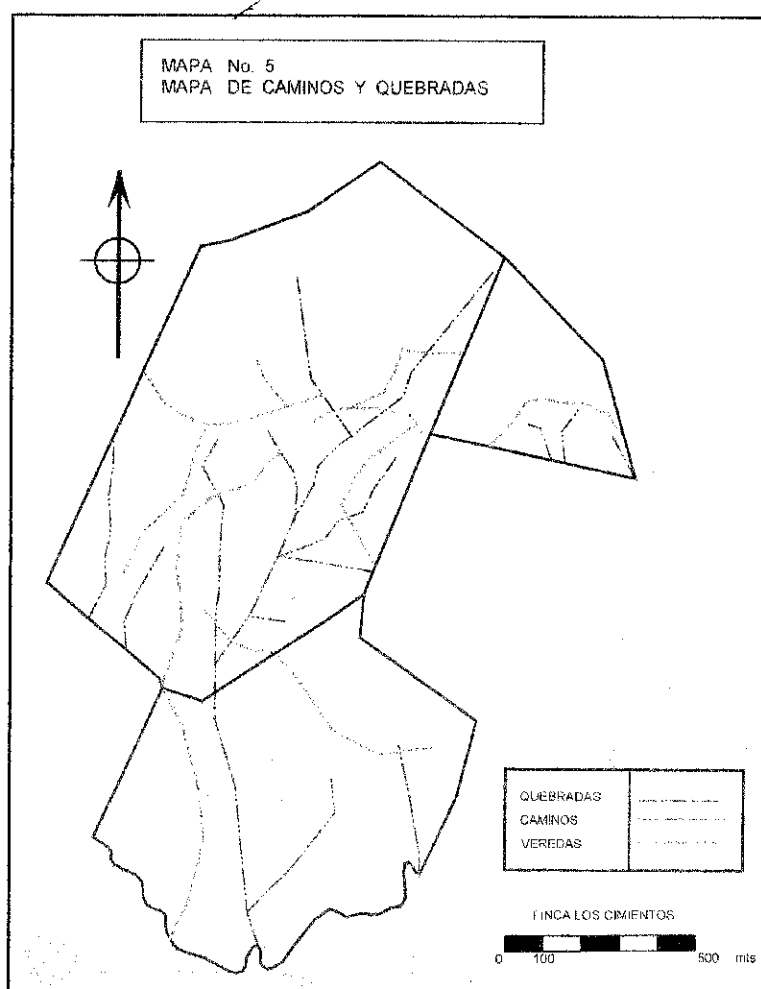


#### 4. Clima y meteorología

El clima según el sistema Thornthwaite corresponde a la clasificación B'b'Br. Es semicálido, con invierno, benigno, húmedo y sin estación seca bien definida. (Fuente: MAPA CLIMATOLÓGICO DE LA REPÚBLICA DE GUATEMALA, escala 1:1,000,000, publicado por el Instituto Geográfico Nacional, en 1975).

#### 5. Hidrología

La finca cuenta por lo menos con tres nacimientos de agua, que junto con el drenaje superficial llegan a formar dos quebradas de carácter intermitente que atraviesan el terreno y drenan en dirección Norte a Sur hacia el río San Isidro y éste a su vez al río Matanzas, que forma parte de la cuenca del río Salamá en la vertiente del Golfo de México. Otras 5 quebradas más pequeñas también intermitentes fluyen en la misma dirección.



#### 6. Zonas de vida

La finca se encuentra entre dos zonas de vida, las partes más altas pertenecen al bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-S(f)) y el resto de la finca al bosque húmedo subtropical templado (bh-S(t)). (Fuente: MAPA DE ZONAS DE

VIDA A NIVEL DE RECONOCIMIENTO, INSTITUTO FORESTAL NACIONAL, escala 1:600,000, publicado por el Instituto Geográfico Militar, en 1983).

#### **a. Bosque muy húmedo subtropical frío**

En esta zona de vida la precipitación anual varía de 2,045 a 2,514 mm, con un promedio de 2,284 mm. Las biotemperaturas van de 16 a 23 °C. La vegetación natural indicadora está representada por: *Liquidambar styraciflua*, *Persea* spp., *Pinus pseudostrobus*, *Rapanea ferruginea*, *Clethra* spp., *Myrica* spp., *Croton draco* y *Eurya seemanii* (De la Cruz, 1982: 24).

#### **b. Bosque húmedo subtropical templado**

La precipitación oscila entre 1,100 a 1,349 mm anuales. La biotemperatura media anual varía entre 20 y 26 °C. La vegetación natural está constituida especialmente por: *Pinus oocarpa*, *Curatella americana*, *Quercus* spp., *Byrsonima crassifolia*, que son las especies indicadoras de esta zona. El encino predomina en aquellos lugares donde los suelos son más pobres (De la Cruz, 1982: 18).

### **7. Uso actual y cobertura de la tierra**

La finca cuenta con un bosque nuboso, protector de cuencas en las partes más altas, cerca del cual se ha plantado un bosque artificial de coníferas. También tiene extensas áreas de bosque mixto y de bosque natural de liquidámbar sobre todo en las orillas de las quebradas, así como un bosque puro de coníferas cerca de la carretera. Gran parte de la finca está cubierta por matorrales llamados "guatales", que en otros tiempos fueron potreros y áreas de cultivos. Las áreas de cultivos son relativamente pequeñas.

El uso actual se describe a detalle en los Resultados del inventario forestal.

## V. ANÁLISIS DEL CASO

### A. Inventario forestal

Antes de iniciar el inventario, fue necesario hacer un levantamiento topográfico del polígono 1 de la finca, ya que no se contaba con ningún plano topográfico de esta sección. Se levantó un lindero con cinta métrica, brújula y clinómetro, se midieron los azimuts de las esquinas del terreno y se tomaron algunos datos de altura y dos puntos con GPS. El mapa se dibujó sobre la base de los datos anteriores y se verificaron las alturas con la hoja cartográfica.

#### 1. Metodología del inventario

La primera parte del inventario consistió en la elaboración del mapa de uso de la tierra, para lo cual se utilizó el mapa topográfico de la finca, un par estereoscópico de fotografías aéreas del año 1995, escala 1:25,500 y los mapas elaborados en inventarios anteriores de la finca. Se llevó a cabo una estratificación en base a los siguientes criterios: 1. Se hizo la distinción entre áreas cubiertas de bosque y áreas no cubiertas de bosque. 2. Luego se clasificaron las áreas no boscosas en "guatales", cultivos e infraestructura urbana. 3. Se separaron las áreas con bosque en áreas con presencia de liquidámbar y áreas sin liquidámbar. El liquidámbar se ve en la fotografía como puntos o manchas de color verde de pálido a oscuro. 4. De acuerdo a la proporción e intensidad del color verde, se determinaron tres tipos de bosque: bosque mixto de pino, encino y liquidámbar, bosque latifoliado con liquidámbar. 5. De acuerdo a la intensidad y densidad del rojo se encontraron dos tipos de bosque sin liquidámbar: bosque puro de coníferas y bosque artificial de coníferas. A medida que se recorrió la finca para levantar las diferentes parcelas, se realizaron revisiones de campo.

Existen ya dos inventarios anteriores de la finca los Cimientos, uno realizado en el polígono 2 y otro en el 3. Como el objetivo de este trabajo era inventariar el liquidámbar de toda la finca (polígonos 1,2,y 3) y en vista de que el inventario del polígono 3 sólo incluía resultados de volumen de liquidámbar, se muestreó parte de los polígonos 1 y 3 en el inventario actual. En el polígono 2 no se muestreó el bosque natural de liquidámbar ni el bosque mixto, ya que se podían utilizar los datos del inventario anterior<sup>1</sup> para estimar la cantidad de liquidámbar en esta parte de la finca.

El inventario de liquidámbar se realizó por medio del muestreo estratificado, con parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup> (0.04 has) distribuidas sistemáticamente dentro del rodal, pero con la distribución al azar. Para determinar el número de parcelas se utilizaron los resultados de los inventarios anteriores como premuestreo.

En el campo, las parcelas fueron ubicadas con brújula, altímetro, una ampliación 1:10,000 de la hoja cartográfica, fotografías aéreas y mapas de uso de la tierra de los inventarios anteriores. Dentro de cada parcela se tomaron datos de DAP, altura y especie de los árboles. Aunque el diámetro mínimo para la resinación es de 30 cm y el inventario estaba orientado a determinar la abundancia de liquidámbar con vistas a su resinación, se fijó un DAP mínimo inventariable de 10 cm. La razón reside en que los fustales son los árboles que más adelante llegarán a tener un diámetro resinable y por tanto es necesario conocer sus existencias y dinámi-

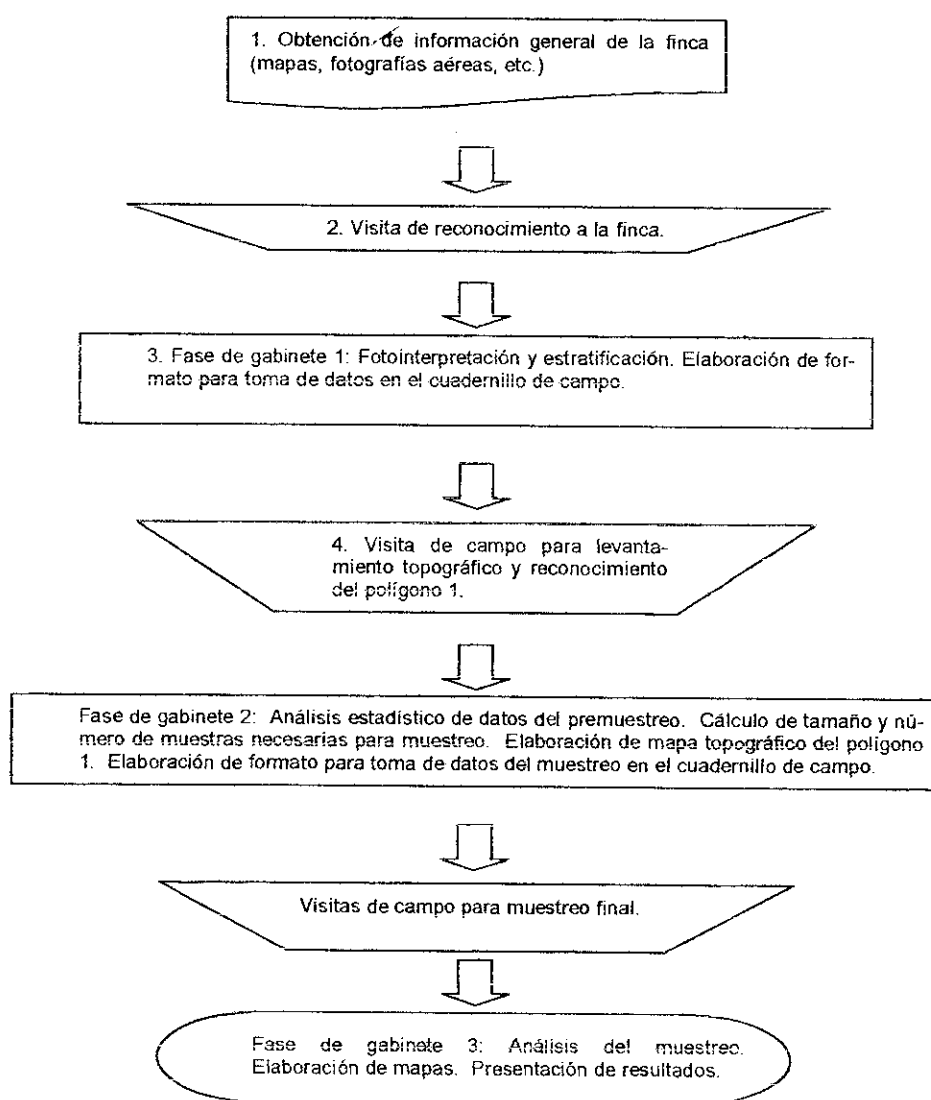
<sup>1</sup> Se consideró que el crecimiento de la masa boscosa entre los inventarios anteriores y el actual no era significativo, ya que los inventarios anteriores son bastante recientes, tienen de 6 meses a 1 año de antigüedad con respecto a este trabajo.

ca poblacional, para poder definir un manejo que favorezca y acelere su crecimiento en diámetro.

Adicionalmente, por solicitud de la administración de la finca, se muestrearon los guatales para estimar la cantidad de liquidámbar en ellos. Para hacerlo se localizaron en la fotografía aérea los rodales de liquidámbar dentro de los guatales. Se levantó un total de 8 parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup> (0.04 ha) donde se tomaron en cuenta los árboles de liquidámbar con DAP menor de 10 cm (regeneración natural).

A continuación se detallan las actividades realizadas, así como el equipo y los materiales utilizados. El diagrama de actividades explica en que consistió cada fase del inventario y el orden en que se llevó a cabo.

### a. Diagrama de actividades del inventario



### b. Equipo

- 2 Cinta métricas
- Pistola Haga
- Clinómetro Suunto
- 4 Estacas naranja
- 2 Cintas diamétricas
- 2 Cintas plásticas de color (1 roja y 1 amarilla)
- Scanner
- GPS
- Brújula
- Ordenador
- Fotocopiadora
- Estereoscopio de espejos portátil

### c. Materiales

- Fotografías aéreas del lugar: línea de vuelo: 12, fotografías: 1 y 2, fecha: 16/01/1995, escala: 1:25,500, falso color.
- Hoja cartográfica, San Jerónimo, escala 1:50,000
- Mapa topográfico de la finca, escala 1:2,000
- Mapas de uso de la tierra de inventarios anteriores de la finca a escala 1:5,000 y 1:8,000

### d. Personal

Para el levantamiento de las parcelas se contó con personal de la finca (1 ó 2 personas), que ayudaron con abrir brecha, medir los diámetros de los árboles y aportar su conocimiento sobre las especies del lugar y las características del terreno.

## 2. Ecuaciones utilizadas

### a. Número de muestras

La cantidad de parcelas para el inventario, se determinó por medio de la fórmula de la distribución proporcional:

- número de muestras o parcelas =  $n = (1/E)^2 \times [\sum W_h s_h^2]$

Donde:

T = t de Student para un 90% de confiabilidad

E = error permisible en  $m^3 / ha$

$W_h = N_h / N$

N = número de muestras posibles en el total del bosque

$N_h$  = número de muestras posibles en un estrato

$s_h$  = desviación estándar del estrato en  $m^3 / ha$

### b. Indicadores forestales

Los indicadores forestales medidos fueron: el número de árboles o frecuencia, el área basal y el volumen. Se calculó tanto el área basal por árbol en

cada parcela, como el área basal total de cada parcela, por medio de la marca de clase diamétrica:

- área basal por árbol ( $m^2$ ) =  $AB = (MC / 200)^2 \times \pi$
- área basal por parcela ( $m^2$ ) =  $AB = (MC / 200)^2 \times \pi \times f$

Donde:

MC = marca de clase (cm)

f = frecuencia de árboles

$\pi = \pi$

Se midió el volumen en metros cúbicos ( $m^3$ ). El volumen considerado fue el volumen total por árbol. Éste fue calculado por clase diamétrica para cada especie, donde el volumen total por especie es la sumatoria de volúmenes por clase diamétrica de una especie y el volumen total de cada parcela, la sumatoria del volumen de cada especie. En las latifoliadas se utilizó el coeficiente mórfico y en el pino, la fórmula de volumen indicada en los inventarios anteriores de la finca:

- Volumen latifoliadas =  $AB \times H \times CM \times f$
- Volumen pino =  $[(MC^2 \times H) \times 0.0000287215 + 0.0268287659] \times f$
- Volumen total por especie =  $\sum \text{Vol. lat o Vol. pino}$
- Volumen total de la parcela =  $\sum \text{Volumen total por especie}$

Donde:

F = frecuencia de árboles en la clase diamétrica

H = altura total media de la clase diamétrica (m)

CM = coeficiente mórfico<sup>1</sup>

MC = marca de clase (cm)

### c. Parámetros poblacionales de los estratos

En cada estrato para el número de árboles, el volumen y el área basal se determinó la tendencia central (media), la dispersión de los datos (varianza, desviación estándar y error estándar), el total (total de árboles, volumen total y área basal total en el estrato) y el error tanto para la media como para el total (límites de confianza y error de muestreo). A continuación se detallan las fórmulas utilizadas:

- Número de parcelas =  $N = \text{área del estrato} / \text{área de parcela posibles por estrato}$
- media =  $\bar{y} = \sum y_i / n = (y_1 + y_2 + \dots + y_n) / n$
- total =  $T = N \times \bar{y}$
- varianza =  $s^2 = [\sum \bar{y}_i^2 - (\sum \bar{y}_i)^2 / n] / (n-1)$
- desviación estándar =  $s = \sqrt{s^2}$
- varianza de la media =  $s_{\bar{y}}^2 = s^2 / n \times (N-n) / N$
- error estándar =  $s_{\bar{y}} = \sqrt{s_{\bar{y}}^2}$
- error total =  $s_T = N \times s_{\bar{y}}$
- límites de confianza de la media =  $\pm t \times s_{\bar{y}}$
- límites de confianza del total =  $\pm t \times s_T$
- coeficiente de variación =  $cv = s / \bar{y}$
- error de muestreo en porcentaje =  $em\% = (t \times s_{\bar{y}} / \bar{y}) \times 100$

<sup>1</sup> Se procuró la utilización de los mismos coeficientes mórficos para cada especie según los inventarios anteriores de la finca.

Donde:

$y_i$  = valores de la variable en cuestión (número de árboles, área basal o volumen)

$n$  = número de parcelas levantadas en el estrato

$t$  =  $t$  de Student para un 90% de confiabilidad

#### d. Parámetros poblacionales de toda el área inventariada

Los parámetros poblacionales de toda el área inventariada incluyen los resultados de los tres estratos muestreados. Para el número de árboles, el volumen y el área basal se calcularon: la tendencia central (media), la dispersión de los datos (varianza y error estándar), el total (total de árboles, volumen total y área basal en todo el bosque) y el error tanto para la media como para el total (límites de confianza y error de muestreo).

- media estratificada =  $\bar{y}_{st} = 1/N \times \sum(Nh \times \bar{y}_h)$
- total del bosque =  $T_{st} = N \times \bar{y}_{st}$
- varianza de la media =  $s_{\bar{y}}^2 = 1/N^2 \times \sum(Nh^2 \times s_y^2)$
- error estándar de la media estratificada =  $s_{\bar{y}} = \sqrt{s_{\bar{y}}^2}$
- $sT_{st} = N \times s_{\bar{y}}$
- límites de confianza de la media = l.c. media =  $t \times s_{\bar{y}}$
- límites de confianza del total = l.c. total =  $t \times sT_{st}$
- error de muestreo en porcentaje =  $em\% = (t \times s_{\bar{y}} / \bar{y}_{st}) \times 100$

#### e. Proporción de liquidámbar

La proporción de liquidámbar se calculó primero por parcela. Para ello se comparó el número de árboles de liquidámbar encontrados en cada parcela con el número total de árboles reportados en cada una. Luego se determinó la proporción de liquidámbar por estrato, como el promedio de las proporciones de las parcelas. Con la proporción por estrato, se calculó el total de liquidámbar por medio de la multiplicación de la proporción por el total de árboles en el estrato:

- proporción de liquidámbar =  $php = \# \text{ árb. liq.} / \text{total árb. en parcela}$
- proporción de liquidámbar por estrato =  $ph = \sum php / nh$
- total de liquidámbar por estrato (número de árboles) =  $N \times ph$

Donde:

$\#$  = cantidad

árb. liq. = árboles de liquidámbar

$nh$  = número de parcelas en el estrato

$N$  = total de árboles en el estrato

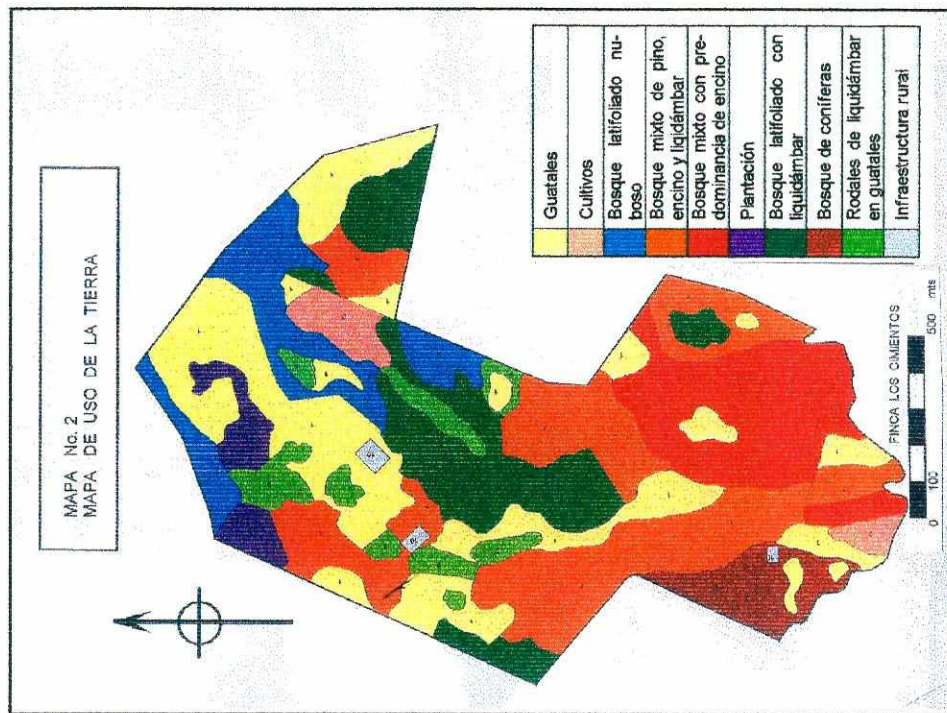
### 3. Resultados del inventario

#### a. Uso y cobertura de la tierra

La cobertura y uso de la tierra en la finca se distribuye en 10 estratos, de la siguiente manera: (ver mapa No. 2).

Cuadro 4: Uso y cobertura del suelo

Estrato		Descripción	Área (ha)	% del total de la finca
No.	Nombre.			
1	Guatales	Áreas utilizadas anteriormente para cultivos o potreros y ahora compuestas por regeneración secundaria (monte, vegetación arbustiva y/o árboles jóvenes).	43.50	24.03
2	Cultivos	Áreas de cultivos agrícolas anuales como maíz, frijol, güicoy, papa y hortalizas.	4.50	2.49
3	Bosque latifoliado nuboso	Bosque nuboso conformado por especies latifoliadas.	18.75	10.36
4	Bosque mixto de pino, encino y liquidámbar	Bosque mixto en el cual se encuentra pino, encino y liquidámbar en proporciones similares y otras especies de latifoliadas en pequeñas cantidades.	43.00	23.76
5	Bosque mixto con predominancia de encino	Bosque mixto en el cual la especie dominante es el encino.	22.50	12.43
6	Bosque artificial	Plantación de pino y ciprés.	5.50	3.04
7	Bosque latifoliado con liquidámbar	Bosque conformado por liquidámbar y otras especies latifoliadas.	24.50	13.54
8	Bosque de coníferas	Bosque ralo de pino.	6.75	3.73
9	Rodales de liquidámbar en guatales	Árboles de liquidámbar que fueron utilizados como árboles de sombra en los potreros y regeneración secundaria de liquidámbar en los guatales.	10.75	5.94
10	Infraestructura rural	Cabañas y otras construcciones rurales en la finca. No se tomaron en cuenta los caminos.	1.25	0.69
<b>TOTAL</b>			<b>181.00</b>	<b>100.00</b>

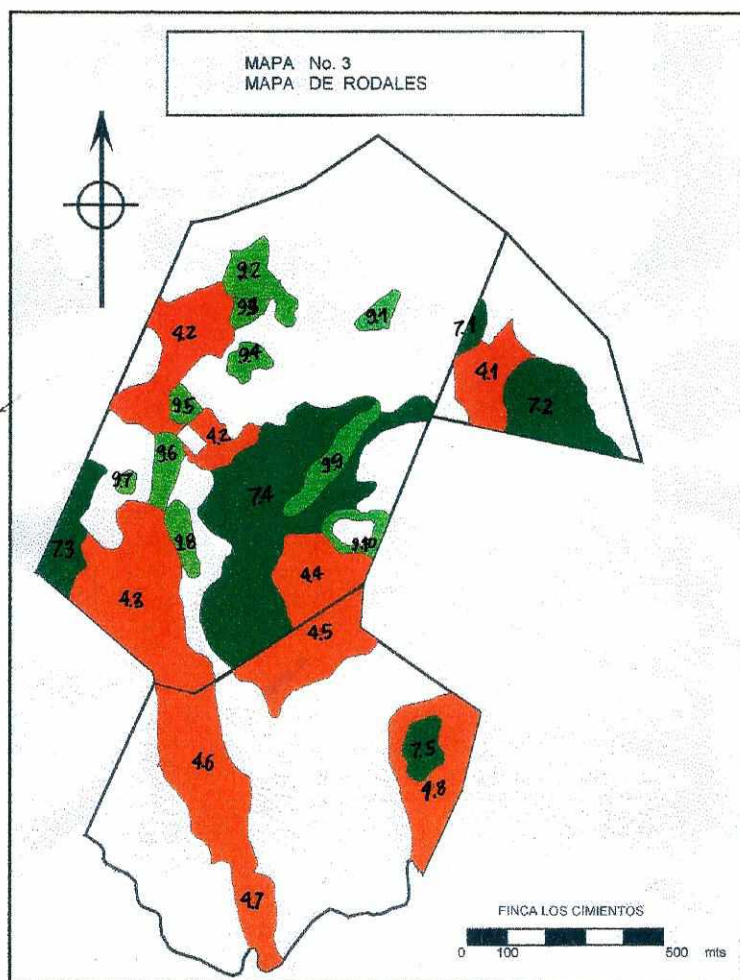


## b. Rodalización

Los estratos 4, 5, 7 y 9 fueron subdivididos en rodales según su ubicación en la finca (ver mapa No. 3):

Cuadro 5: Rodales de los estratos

Estrato	Rodales	área/rodal (ha)
4	4.1	3.25
	4.2	7.5
	4.3	9.5
	4.4	3.75
	4.5	5.25
	4.6	7.25
	4.7	2.25
	4.8	4.25
5	5.1	18.50
	5.2	2.25
	5.3	1.75
7	7.1	0.75
	7.2	4.00
	7.3	3.25
	7.4	15.00
	7.5	1.50
	7.6	1.50
9	9.1	0.50
	9.2	2.25
	9.3	0.50
	9.4	1.00
	9.5	0.50
	9.6	1.00
	9.7	0.25
	9.8	2.25
	9.9	2.25
	9.10	0.25



## c. Resumen estadístico del inventario

A partir de los resultados de los inventarios anteriores en la finca, se calculó que se debían levantar 26 parcelas, para una confiabilidad del 90 %. Se realizó un total de 39 parcelas<sup>1</sup>. Los rodales muestreados fueron los siguientes<sup>2</sup>:

Cuadro 6a: Rodales muestreados y parcelas levantadas

Estrato	Rodales muestreados	# de parcelas por estrato
4	4.1, 4.5, 4.6, 4.7 y 4.8	11
5	5.1, 5.2 y 5.3	10
7	7.1, 7.2 y 7.5	10
9	9.1, 9.2, 9.3, 9.4, 9.5, 9.6, 9.7, 9.8, 9.9 y 9.10	8
<b>TOTAL</b>	<b>21</b>	<b>39</b>

<sup>1</sup> En la sección de ANEXOS se incluyen los datos de las parcelas.

<sup>2</sup> Los rodales 4.2-4.4 y 7.3-7.4 corresponden al inventario anterior del polígono 2. Los datos de ambos inventarios fueron analizados por separado, ya que el tamaño de las muestras (parcelas) no era el mismo. En el inventario del polígono 2 se utilizaron parcelas cuadradas de 200 m<sup>2</sup>, en tanto que en este inventario se utilizaron parcelas circulares de 400 m<sup>2</sup>.

Cuadro 6b: Datos estadísticos del número de árboles y del volumen en toda el área inventariada

Datos estadísticos	Valor	Unidades
área inventariada	76.75	ha
número de muestras	31	parcelas
intensidad de muestreo	1.62	%
grados de libertad	28	parcelas
t Student para el 90% de confiabilidad	1.313	---
<b>Para el número de árboles</b>		
media estratificada	953	árboles / ha
varianza de la media	19,602	árboles / ha
error estándar de la media	140	árboles / ha
límites de confianza de la media	184	árboles / ha
error de muestreo	19.3	%
total	1,214,545	árboles / área inventariada
límites de confianza del total	234,381	árboles / área inventariada
<b>Para el volumen</b>		
media estratificada	350.22	m <sup>3</sup> / ha
varianza de la media	9,550.61	m <sup>3</sup> / ha
error estándar de la media	97.73	m <sup>3</sup> / ha
límites de confianza de la media	128.32	m <sup>3</sup> / ha
error de muestreo	36.64	%
total	446,530.97	m <sup>3</sup> / área inventariada
límites de confianza del total	163,602.67	m <sup>3</sup> / ha

En el cuadro se puede notar que las 31 parcelas levantadas en un área de 76.75 has, equivalen a una intensidad de muestreo del 1.62 %. La media estratificada indica que en promedio hay 953 árboles por hectárea con un margen de error de más / menos 184 árboles por hectárea. En toda el área inventariada, hay un total de 1,214,545 más / menos 234,381 árboles. En cuanto al volumen, la media estratificada es de 350.22 metros cúbicos por hectárea, con un margen de error de más / menos 128.32 metros cúbicos por hectárea. En toda el área inventariada hay un total de 446,530.97 más / menos 163,602.67 metros cúbicos. El error de muestreo fue del 19.3 % para el número de árboles y de 36.64 % para el volumen<sup>1</sup>.

#### d. Indicadores forestales por estrato

Cuadro 7: Número de árboles, volumen y área basal por hectárea

Estrato	Rodales	Frecuencia árboles / ha	Volumen* (m <sup>3</sup> / ha)	Área basal (m <sup>2</sup> / ha)	DAP medio (cm)
4	4.1, 4.5-4.8	702	386	36	23.8
	4.2-4.8	492	315	34	23.8
5	5.1-5.3	1,043	233	25	—
7	7.1 y 7.4	1,520	646	55	21.8
	7.2-7.3	1,408	810	71	21.8
9	9.1-9.10	455	244	26	16.5

\*Nota: El volumen considerado es el volumen total del fuste y no el volumen comercial.

<sup>1</sup> En el cálculo de la intensidad y error de muestreo sólo se tomaron en cuenta las 31 parcelas levantadas en los estratos 4, 5 y 7, puesto que el muestreo en el estrato 9 no se hizo con rigor estadístico.

El cuadro 7 muestra los promedios de frecuencia de árboles, volumen, área basal y diámetro por ha en cada estrato. Es importante notar que los datos fueron separados según los rodales de cada inventario. Obsérvese que todos los estratos tienen una alta densidad de árboles por hectárea. También el valor de volumen por hectárea es muy alto. Los valores de área basal, por el contrario, no son altos.

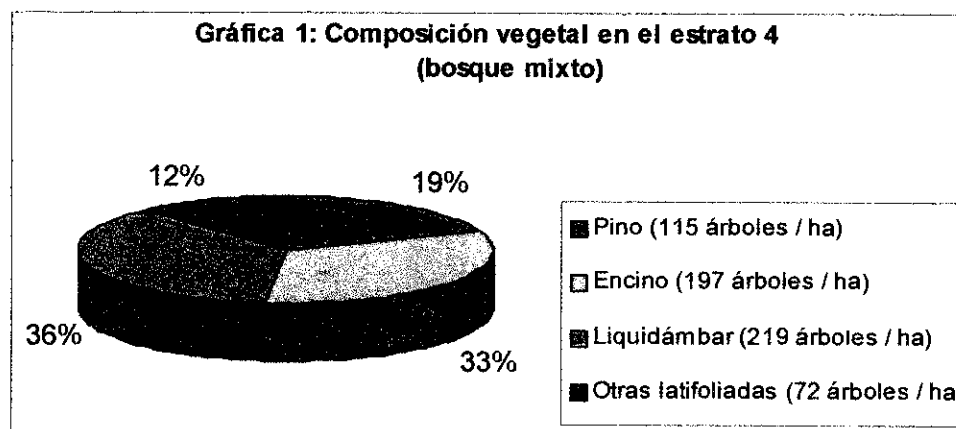
Cuadro 8: Número de árboles, volumen y área basal por estrato

Estrato	Rodales	Área total del estrato (ha)	Frecuencia (árboles/ estrato)	Volumen total (m <sup>3</sup> / estrato)	Área basal total (m <sup>2</sup> / estrato)
4	4.1, 4.5-4.8	22.25	15,626	8,592	793
	4.2-4.8	20.75	10,202	6,545	697
5	5.1-5.3	22.50	23,456	5,234	558
7	7.1 y 7.4	6.25	9,500	4,035	342
	7.2-7.3	18.25	25,702	14,783	1,303
9	9.1-9.10	10.75	4,886	2,623	279

En el cuadro 8 se indica el área total de los rodales muestreados en cada estrato, así como el número de árboles y el volumen y área basal totales.

### 1) Dinámica poblacional del estrato 4 (bosque mixto)

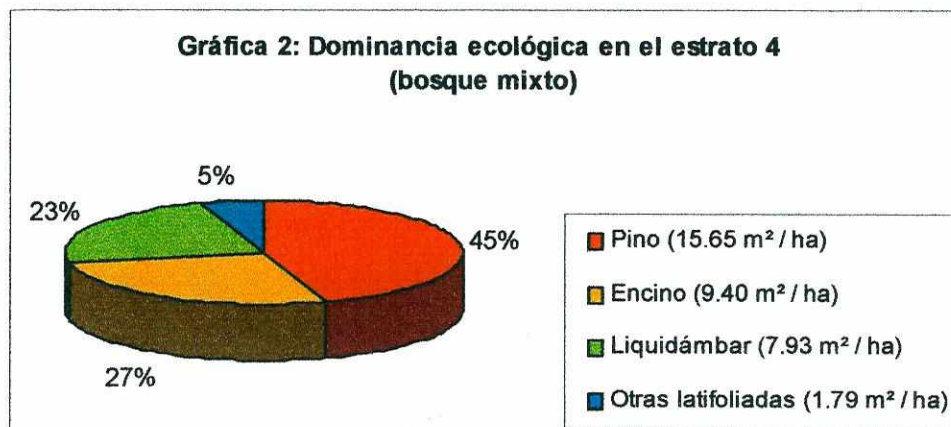
En el bosque mixto se encuentra pino (*Pinus tecunumanii* y *Pinus maximinoi*), diferentes especies de encino (*Quercus* spp.), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y otras latifoliadas, entre ellas el pimientillo. Los siguientes gráficos muestran la dinámica poblacional de este estrato:



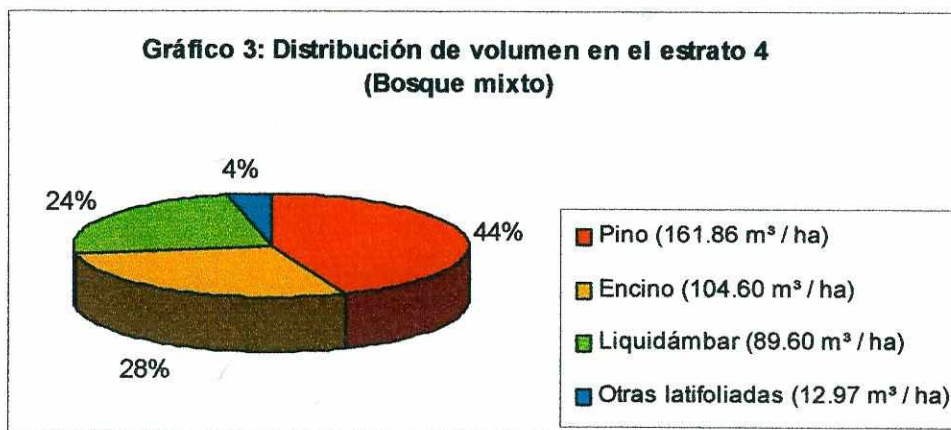
La gráfica 1 presenta la composición vegetal en el bosque mixto, en función de la cantidad de árboles por hectárea de cada especie (pino, encino, liquidámbar y otras latifoliadas). Se puede observar que el bosque está compuesto en su mayoría por árboles de liquidámbar y encino y sólo una pequeña parte de los árboles pertenecen a especies de pino (19 % de los árboles) y a otras latifoliadas (12% de los árboles).

La gráfica 2 indica la dominancia ecológica de acuerdo a la distribución de área basal, por especie por hectárea. Se puede notar que hasta un 45 % del área basal está representada por las diferentes especies de pino (*Pinus* spp.), en tanto que el encino y el liqui-

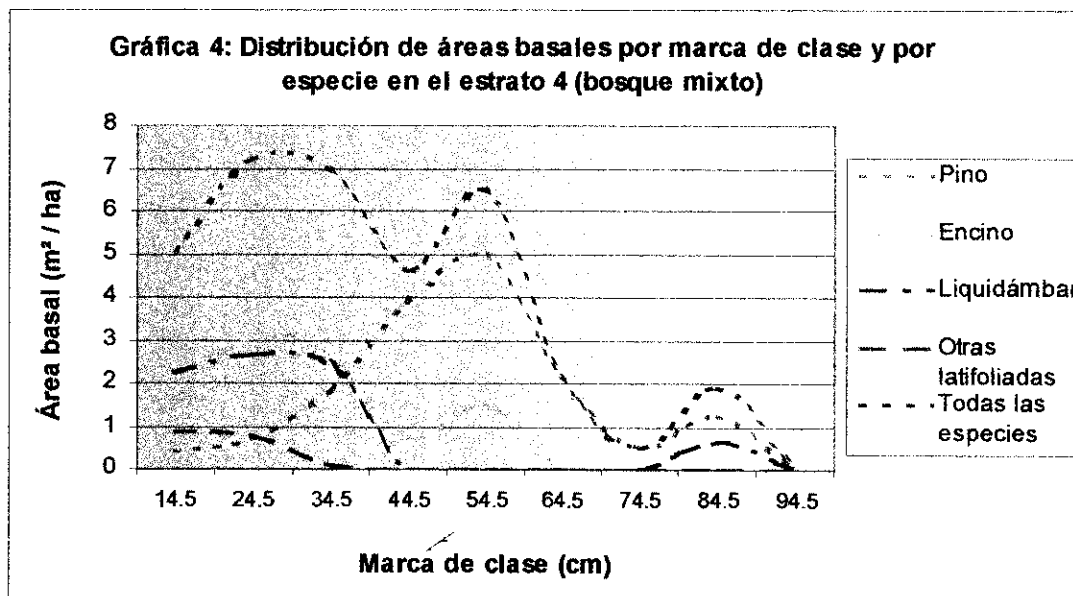
dámbar ocupan un 27 y 23 por ciento del área basal respectivamente y que sólo un 5 % del área basal está representada por otras latifoliadas.



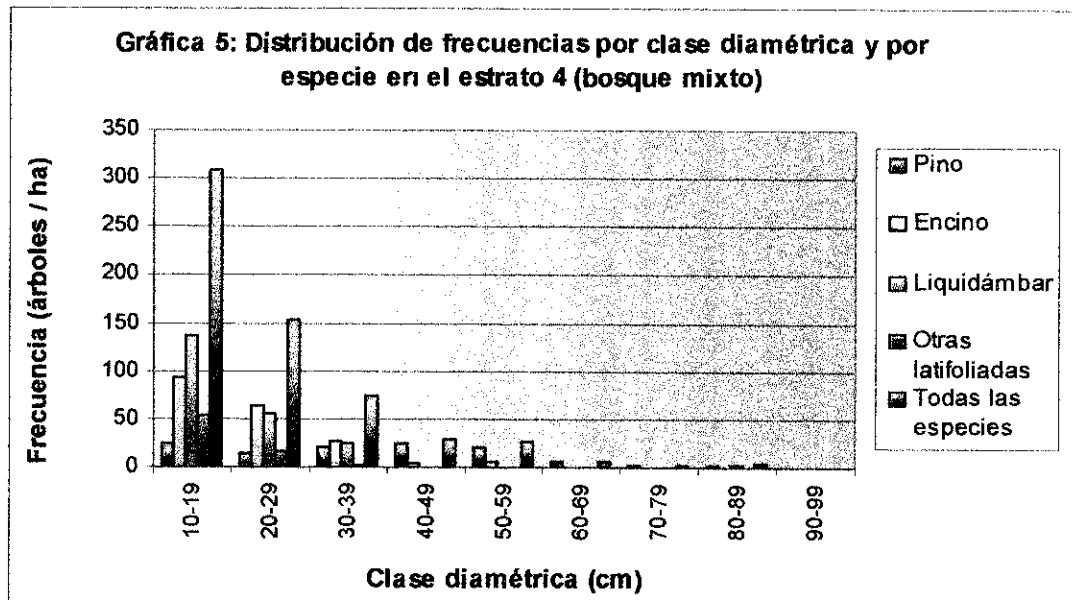
En la gráfica 3 se presenta la distribución del volumen (m<sup>3</sup> / ha) por especie. Se puede observar que hasta un 44 % del volumen está concentrado en las diferentes especies de pino (*Pinus spp.*), en tanto que el encino y el liquidámbar representan un 28 y 24 por ciento. El volumen que ocupan otras latifoliadas es sólo el 4 % del total por hectárea.



La gráfica 4 muestra cómo se distribuye el área basal de cada especie y del total de especies según la marca de clase o clase diamétrica. Obsérvese que la curva de todas las especies en lugar de una forma gaussiana (campana simétrica y bien formada), tiene tres picos, uno entre las marcas de clase 24.5 y 34.5; otro sobre la marca de clase 54.5 y por último un pequeño pico en la marca de clase 84.5. Tampoco las curvas de encino, liquidámbar y otras latifoliadas tienen una forma gaussiana. La única especie que presenta una curva en forma de campana es el pino.



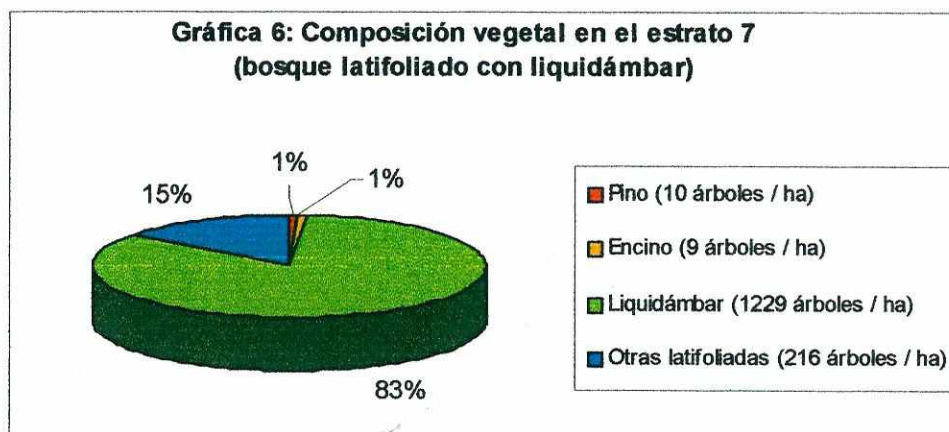
En la gráfica 5 se muestra la distribución diamétrica de la frecuencia de árboles de todas las especies y la frecuencia de árboles de cada especie. Se observa que la mayoría de los árboles de liquidámbar, encino, pino y otras latifoliadas se encuentra en la clase diamétrica de 10-19. También se puede notar que a medida que aumenta el diámetro disminuye el número de árboles.



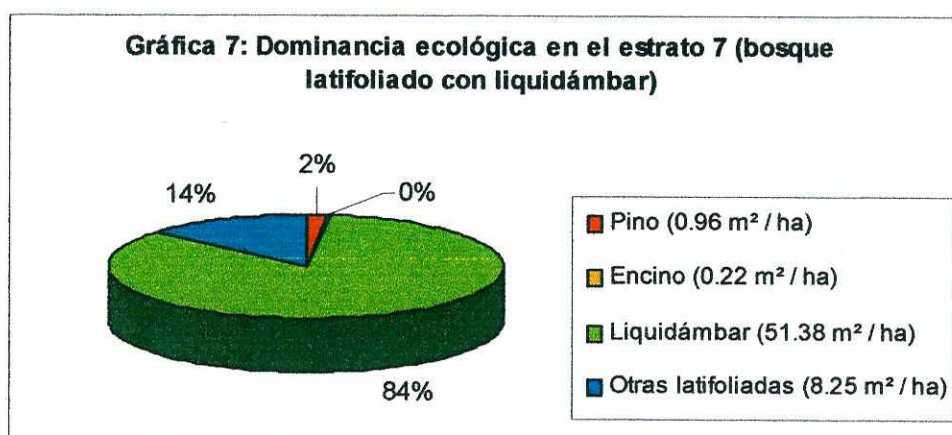
## 2) Dinámica poblacional del estrato 7 (bosque latifoliado con liquidámbar)

En el bosque latifoliado con liquidámbar hay pino (*Pinus maximinoi*), diferentes especies de encino (*Quercus* spp.), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y

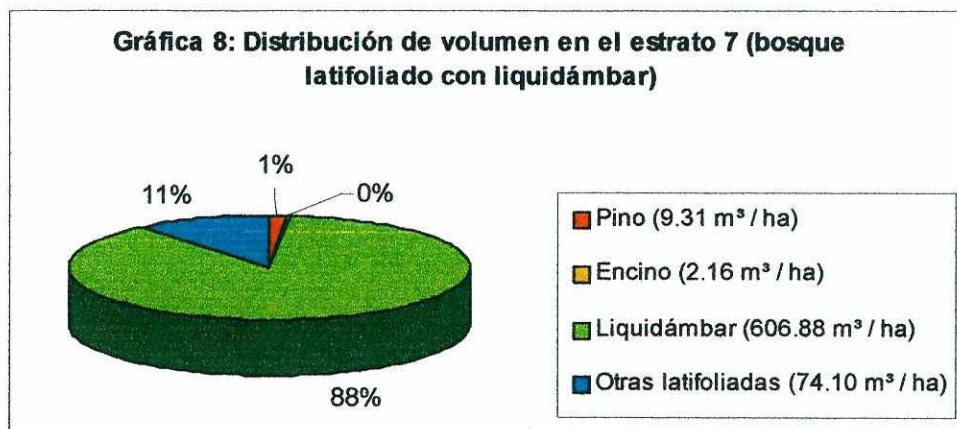
otras latifoliadas, entre ellas: cedro de altura, canelo, pimientillo de montaña, estoraque, aguacatillo, tabacón, cuje, ceibillo, pata de chunto y arrayán, entre otras.



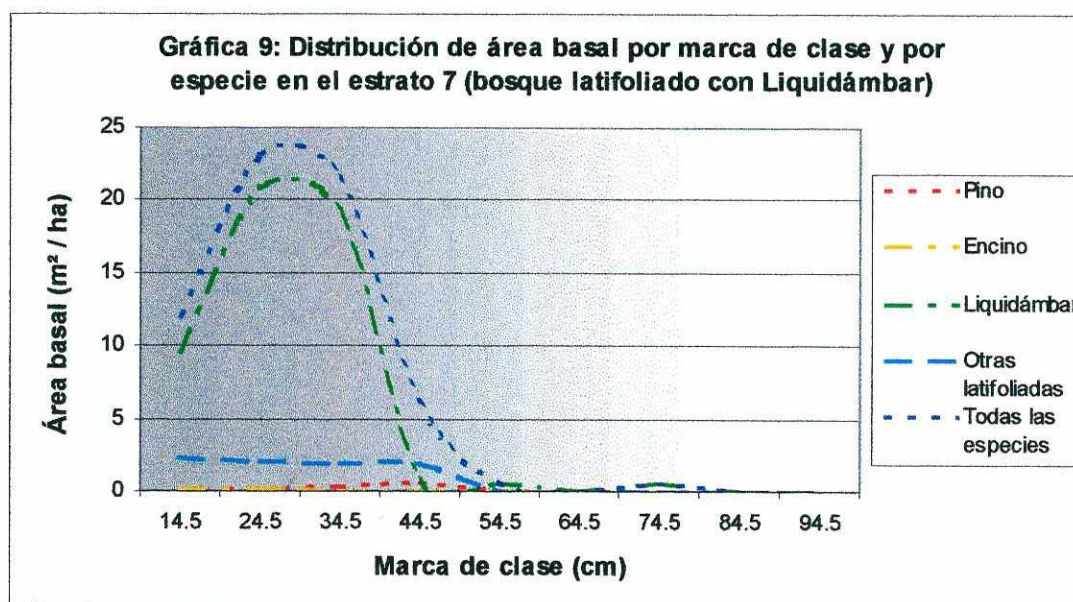
La gráfica 6 presenta la composición vegetal en el bosque latifoliado con liquidámbar, en función de la cantidad de árboles por hectárea de cada especie (pino, encino, liquidámbar y otras latifoliadas). Se puede observar que el bosque está compuesto en su mayoría por árboles de especies latifoliadas, aunque una pequeña parte (1 %) corresponde a árboles de pino.



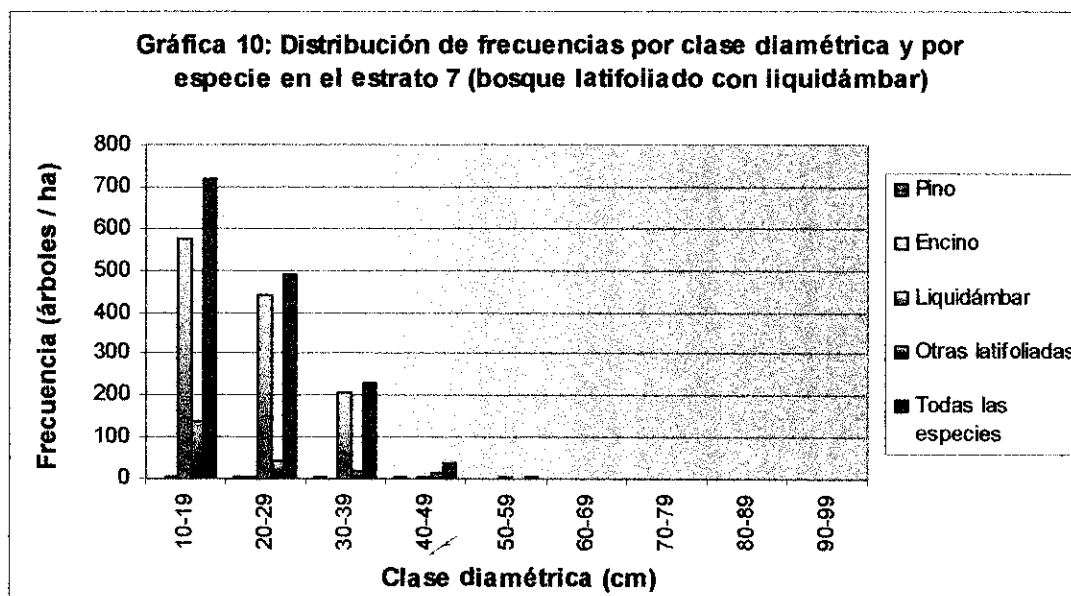
La Gráfica 7 muestra la dominancia ecológica de acuerdo a la distribución de área basal ( $m^2 / ha$ ) por especie. Se puede notar que hasta un 84% del área basal está concentrada en el liquidámbar. El resto corresponde a otras latifoliadas (14 %) y aunque hay casi igual número de árboles de pino que de encino por hectárea, los árboles de pino representan mayor área basal (2 % del total por hectárea).



En la gráfica 8 se presenta la distribución del volumen (m³ / ha) por especie. Se puede observar que hasta un 88% del volumen está concentrado en la especie liquidámbar. El resto del volumen está representado en un 11 por ciento por otras especies de latifoliadas y en un 1% por pino. El encino, con 2.16 m³ / ha representa un 0% del volumen por hectárea de todas las especies.



La gráfica 9 muestra que la distribución de área basal por clase diamétrica en este bosque tampoco es normal. La curva de todas las especies está sesgada a la derecha y sigue la curva descrita por las áreas basales del liquidámbar. Además, se observa que la mayor parte del área basal en este estrato está ocupada por liquidámbar de las marcas de clase 24.5 y 34.5. El resto lo ocupan otras especies de latifoliadas, con alto número en las marcas de clase 14.5 a 34.5.

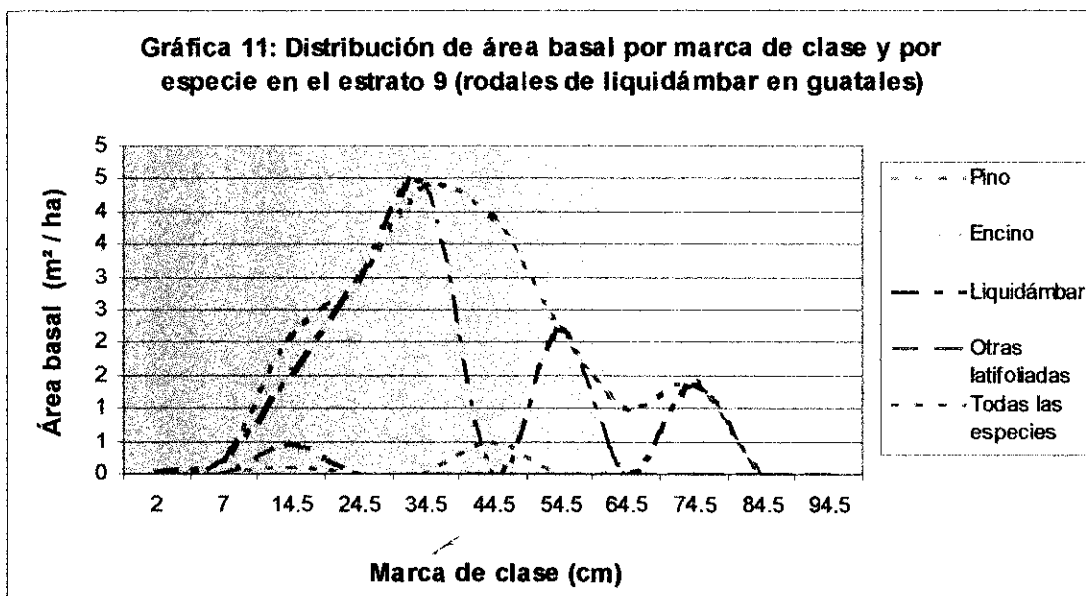


En la gráfica 10 se muestra la distribución diamétrica de la frecuencia de árboles (árboles/ ha) de todas las especies y la frecuencia de árboles de cada especie. Se puede notar que hay más de 700 árboles por hectárea de la clase diamétrica de 10-19 y que de éstos la mayoría son liquidámbar y el resto otras latifoliadas. El encino y el pino tienen menos de 10 árboles por hectárea, pero en la clase diamétrica más alta en este bosque. También se puede notar que a medida que aumenta el diámetro disminuye el número de árboles y que no hay árboles en las clases diamétricas arriba de 50 cm de DAP.

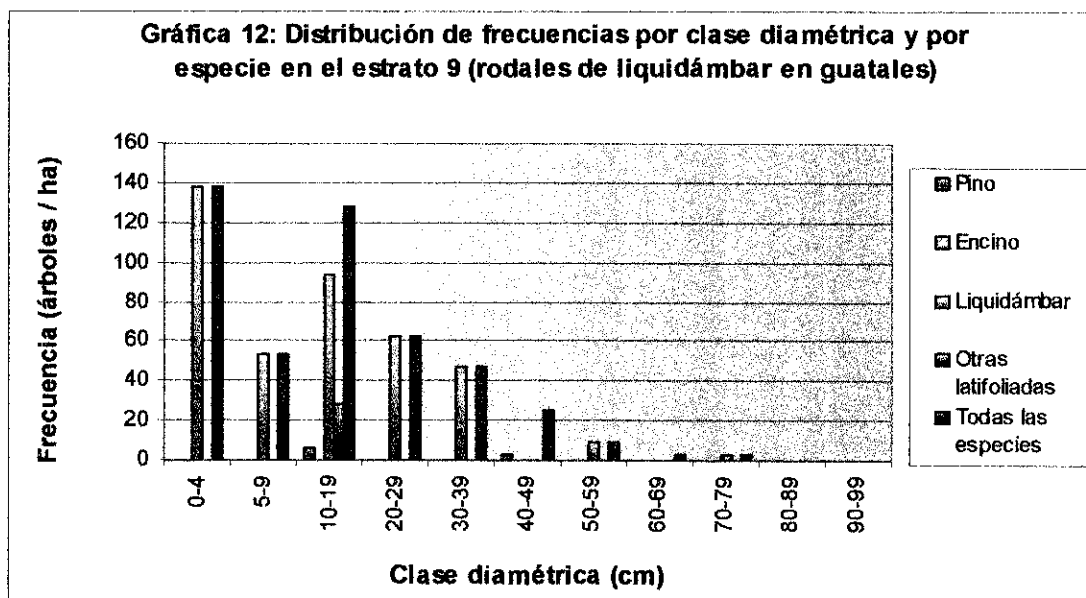
### 3) Dinámica poblacional en el estrato 9 (Liquidámbar en los guatales)

En este estrato no se elaboraron las gráficas de composición vegetal, dominancia ecológica y distribución de volumen, ya que se pudo comprobar en campo que los rodales eran casi puros de liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*), aunque también se encuentra un poco de pino (*Pinus maximinoi*) y otras latifoliadas como pimientillo, aguacatillo, barretillo, suquinai, arrayán y guayabo. A continuación se presentan las gráficas de distribución de área basal y de frecuencias por clase diamétrica:

La gráfica 11 muestra la distribución de área basal ( $m^2 / ha$ ) por marca de clase o clase diamétrica en los rodales de liquidámbar en los guatales. La curva de todas las especies tiene forma bimodal, aunque se asemeja bastante a una curva normal. Los dos picos están dados por la alta concentración de área basal de liquidámbar en las marcas de clase 24.5, 44.5 y 74.5. También hay alta concentración del área basal en otras latifoliadas en la marca de clase 14.5 y en el pino en la marca de clase 44.5.



En la gráfica 12 se presenta la distribución diamétrica de la frecuencia de árboles (árboles/ ha) de todas las especies y la frecuencia de árboles de cada especie. Se observa que la mayoría de los árboles corresponden a liquidámbar de las clases diamétricas 0-4 y 10-19. También se puede notar que a partir de la clase diamétrica 10-19, a medida que aumenta el diámetro disminuye el número de árboles y hay árboles de liquidámbar con hasta 70-79 cm de DAP. Por otro lado, sólo hay árboles de otras latifoliadas en la clase diamétrica 10-19 y de pino en las clases diamétricas 10-19 y 20-29.



### e. Proporción de liquidámbar

En el cuadro 9 se indica la cantidad de árboles de liquidámbar que se encuentra por hectárea en cada estrato, así como el volumen y el área basal que

representan estos árboles. El Cuadro 10 muestra el total de árboles de liquidámbar en cada estrato y el volumen y área basal totales de estos árboles.

Cuadro 9: Indicadores forestales del liquidámbar por hectárea, en cada estrato

No.	Estrato		Frecuencia (árboles / ha)	Volumen (m <sup>3</sup> / ha)	Área basal (m <sup>2</sup> / ha)
	Nombre				
4	Bosque mixto (P, Q y L)		233	94.46	9.04
5	Bosque mixto (Q>> P y L)		32	3.30	0.49
7	Bosque latifoliado (L y otras)		1,201	612.60	51.46
9	Liquidámbar en los guatales		406	211.16	12.67

Cuadro 10: Indicadores forestales del liquidámbar en totales por estrato

No.	Estrato		Frecuencia (árboles / estrato)	Volumen (m <sup>3</sup> / estrato)	Área basal (m <sup>2</sup> / estrato)
	Nombre				
4	Bosque mixto (P, Q y L)		10,091	4,075.99	389.29
5	Bosque mixto (Q>> P y L)		717	74.31	11.10
7	Bosque latifoliado (L y otras)		28,873	15,838.85	1,342.64
9	Liquidámbar en los guatales		4,367	2,269.98	136.24

En el Cuadro 10 se puede apreciar que los estratos con mayor presencia de liquidámbar son el 7 y el 4, que tienen más de 20,000 y 10,000 árboles respectivamente. Sin embargo el Cuadro 9 muestra que hay mayor liquidámbar por unidad de área en el estrato 9 que en el 4 y que el estrato con mayor abundancia de liquidámbar por unidad de área es el estrato 7.

## f. Distribución diamétrica del liquidámbar

En las gráficas 5, 10 y 12 ya se mostró la distribución diamétrica por especie y estrato. Sin embargo, para hacer énfasis en las existencias de liquidámbar, se presenta los siguientes cuadros y gráficas que reflejan la distribución diamétrica del liquidámbar en los estratos 4, 7 y 9 (bosque mixto de pino, encino y liquidámbar, bosque latifoliado con liquidámbar y rodales de liquidámbar en los guatales). No se incluye la distribución diamétrica de liquidámbar en el estrato 5 (bosque mixto con predominancia de encino) porque los cuadros 9 y 10 muestran que la abundancia de liquidámbar en este estrato es insignificante.

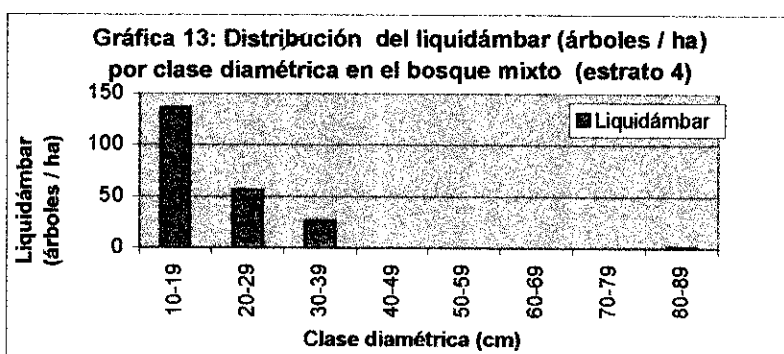
### 1) Distribución diamétrica del liquidámbar en el estrato 4 (Bosque mixto)

En esta sección se presenta la frecuencia de liquidámbar por clase diamétrica en el bosque mixto. Este este estrato tiene 233 árboles de liquidámbar por hectárea y un total de 10,091 árboles de liquidámbar.

El cuadro 11 muestra la frecuencia (árboles por hectárea) de las clases diamétricas del liquidámbar y el total de árboles de liquidámbar por clase diamétrica en el estrato de bosque mixto.

Cuadro 11: Clases diamétricas del liquidámba en el estrato 4

Clase diamétrica (cm)	Frecuencia (árboles / ha)	Total de árboles (árboles / estrato)
10-19	136	5,847
20-29	56	2,411
30-39	26	1,108
40-49	0	0
50-59	0	0
60-69	0	0
70-79	0	0
80-89	1	49



Se elaboró la gráfica 13 para hacer más comprensible la información del cuadro 11. Se observa que hay mucho más árboles en la primera clase diamétrica. También puede notarse que a medida que aumenta el diámetro, disminuye el número de árboles de liquidámba por hectárea y que no hay árboles entre las clases diamétricas de 30-39 y 80-89.

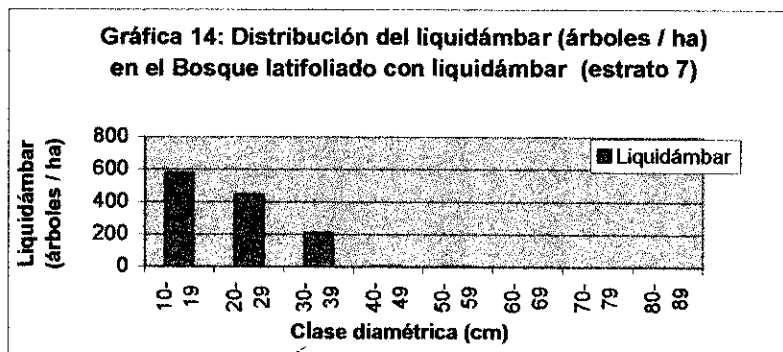
## 2) Distribución diamétrica del liquidámba en el estrato 7 (bosque latifoliado con liquidámba)

A continuación se muestra la frecuencia de liquidámba por clase diamétrica en el bosque latifoliado con liquidámba, éste es el estrato con mayor abundancia de liquidámba (1,201 árboles por hectárea y un total de 28,873).

Cuadro 12: Clases diamétricas del liquidámba en el estrato 7

Clase diamétrica (cm)	Frecuencia (árboles / ha)	Total de árboles (árboles / estrato)
10-19	574	14067
20-29	440	10770
30-39	208	5084
40-49	4	102
50-59	3	61
60-69	0	0
70-79	1	31
80-89	0	0

En el cuadro 12 se presenta la frecuencia (árboles por hectárea) de las clases diamétricas del liquidámbur y el total de árboles de liquidámbur por clase diamétrica en el estrato de bosque latifoliado con liquidámbur. En la gráfica 14 se despliega la misma información en forma gráfica para hacerla más comprensible.



Se aprecia que hay casi igual frecuencia de árboles de la primera y segunda clases diamétricas, pero a medida que aumenta el diámetro, disminuye el número de árboles de liquidámbur por hectárea y que a partir de la clase diamétrica de 30-39 hay muy pocos árboles.

### 3) Distribución diamétrica del liquidámbur en el estrato 9 (rodales de liquidámbur en los guatales)

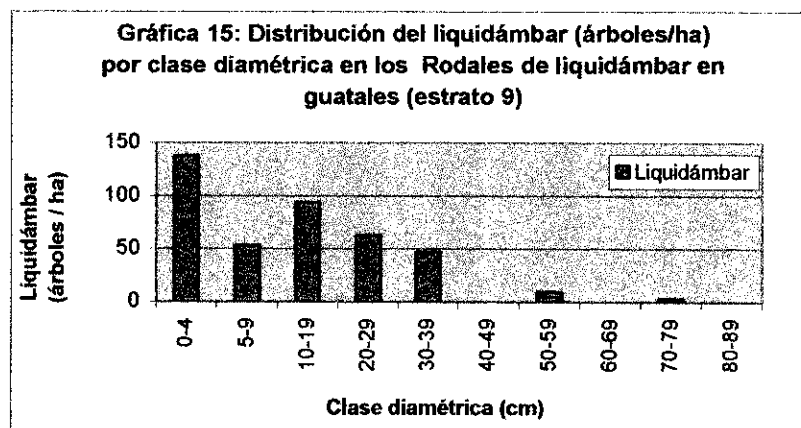
Por último se muestra la frecuencia de árboles de liquidámbur por clase diamétrica en los rodales de liquidámbur en los guatales. Se trata de rodales casi puros de liquidámbur, con una frecuencia de 406 árboles por hectárea y un total de 4,367 árboles de liquidámbur en el estrato.

Cuadro 13: Clases diamétricas del liquidámbur en el estrato 9

Clase diamétrica (cm)	Frecuencia (árboles / ha)	Total de árboles (árboles / estrato)
0-4	138	1478
5-9	53	571
10-19	94	1008
20-29	63	672
30-39	47	504
40-49	0	0
50-59	9	101
60-69	0	0
70-79	3	34
80-89	0	0

El Cuadro 13 muestra la frecuencia (árboles por hectárea) de las clases diamétricas del liquidámbur y el total de árboles de liquidámbur por clase diamétrica en los rodales de liquidámbur en los guatales. La gráfica 15 despliega la misma información de forma más clara. Antes de ver los resultados, debe recordarse que en este estrato se inventariaron también los brinzales (clase diamétrica de 0-4) y latizales (clase diamétrica de 5-9). Se puede observar que hay más brinzales que latizales, pero menos latizales que fustales. A partir de la primera clase diamétrica de fustales (10-19) hay menos árboles por mayor clase diamétrica y hay muy

pocos árboles después de la clase diamétrica de 30-39. Se nota que hay casi igual frecuencia de árboles de las clases diamétricas 20-29 y 30-39.



### g. Abundancia de liquidámbar resinable

Para determinar la cantidad de árboles de liquidámbar que se puede resinar, se estableció un diámetro mínimo resinable de 30cm. En primer lugar, porque en árboles con un DAP menor no se podría hacer más que una o dos picas y en segundo lugar, porque debido al tamaño de las picas (10-15 cm de ancho y 5-10 cm de profundidad), en árboles menores de 30 cm de DAP la resinación causaría serios daños físico-mecánicos y aumentaría el riesgo de que el árbol fuera derribado por el viento. Así, los cuadros siguientes indican la cantidad de liquidámbar con un DAP de 30 cm o más.

Cuadro 14: Indicadores forestales del liquidámbar resinable por hectárea, en cada estrato

Estrato		Densidad	Volumen	Área basal
No.	Nombre	(árboles / ha)	(m <sup>3</sup> / ha)	(m <sup>2</sup> / ha)
4	Bosque mixto (P, Q y L)	38	22.34	2.05
5	Bosque mixto (Q>> P y L)	---	---	---
7	Bosque latifoliado (L y otras)	225	208.53	15.72
9	Liquidámbar en los guatales	59	125.98	7.93

Cuadro 15: Indicadores forestales del liquidámbar resinable en totales por estrato

Estrato		Densidad	Volumen	Área basal
No.	Nombre	(árboles / estrato)	(m <sup>3</sup> / estrato)	(m <sup>2</sup> / estrato)
4	Bosque mixto (P, Q y L)	1,646	963.99	88.04
5	Bosque mixto (Q>> P y L)	---	---	---
7	Bosque latifoliado (L y otras)	5,405	5,391.52	410.06
9	Liquidámbar en los guatales	634	1,354.28	85.26
Total de árboles resinables		7,685	---	---

En los cuadros 14 y 15 se puede apreciar que el estrato con mayor número de árboles resinables de liquidámbar es el bosque latifoliado con liquidámbar, donde hay hasta 225 árboles por hectárea y un total de 5405. El segundo estrato con mayor cantidad de árboles resinables es el bosque mixto, pero por hectárea hay más árboles resinables en los rodales de liquidámbar en los guatales.

## 4. Análisis de los resultados del inventario

### a. Validez de los resultados

El error de muestreo del volumen fue bastante alto (36.64%) comparado con el 15% aceptado para coníferas y el 20% aceptado para latifoliadas (INAB, 1999). Probablemente esto se deba a la alta variabilidad del bosque. Sin embargo, la variable de interés era el número de árboles, ya que la finca ya cuenta con inventarios de volumen y el propósito principal de este inventario era determinar la cantidad de árboles que se podría resinar y en ésta no se obtuvo un error de muestreo tan alto (19.30%). Por otro lado, los resultados del inventario son válidos porque fueron estimados para un 90% de confiabilidad, lo que significa que hay un 90% de probabilidad de que reflejen el estado actual del bosque. Esta afirmación no incluye los resultados del estrato 9 (rodales de liquidámbar en los guatales), porque el muestreo en este estrato no estaba planificado y no se realizó con rigor estadístico.

### b. Dinámica poblacional de los estratos

En el estrato 4 (bosque mixto de P., Q. y L.) hay una alta densidad en número de árboles por hectárea. La distribución de áreas basales es multimodal, con tres picos. El primer pico se debe a que la mayor parte del área basal está concentrada en los árboles de encino, liquidámbar y otras latifoliadas de diámetros menores. El segundo pico corresponde a árboles medianos de pino y encino, en tanto que el tercer pico se debe a la concentración de área basal en los árboles más grandes de pino y liquidámbar. La única especie que muestra una tendencia normal es el pino, ya que probablemente sea la única especie que se ha considerado comercial y se ha manejado hasta el momento o bien porque se trata de la especie dominante.

El estrato 7 (bosque latifoliado con liquidámbar) es un bosque predominantemente latifoliado, aunque con pequeña presencia de pino. La especie dominante es el liquidámbar, puesto que la mayor parte del área basal está ocupada por esta especie. Este bosque tiene una densidad de árboles por hectárea aún mayor que el bosque mixto y tampoco presenta una distribución normal. La curva está sesgada a la derecha y sigue la curva descrita por las áreas basales del liquidámbar, lo cual implica que la mayor parte del área basal / ha en este estrato está ocupada por liquidámbar de las clases diamétricas menores. El resto lo ocupan otras especies de latifoliadas, también de las clases diamétricas inferiores. El hecho de que no haya árboles con DAP mayor a 50 cm, y que la mayoría de árboles en este estrato correspondan a la clase diamétrica inferior, puede significar que este bosque se encuentra en un estado de sucesión secundaria y que la especie arbórea que se ha establecido con mayor éxito es el liquidámbar.

En cuanto al estrato 9, la distribución de áreas basales tiene forma bimodal, que sin embargo se asemeja bastante a una curva normal, lo cual indica que el bosque tiende a una distribución normal. También se puede apreciar que la mayoría de árboles son brinzales y fustales de la clase diamétrica inferior. Según observaciones en campo, los brinzales eran en su mayoría rebrotes.

### c. Liquidámbar en los estratos

Los estratos con mayor abundancia de liquidámbar son el bosque latifolia-

do de L. y otras (estrato 7) y el bosque mixto de P., Q. y L. (estrato 4), tienen más de 20,000 y 10,000 árboles respectivamente. Sin embargo, hay mayor liquidámbaar por unidad de área en los rodales de liquidámbaar en los potreros (estrato 9) que en el bosque mixto de P., Q. y L.. Esto debido a que en el bosque mixto de P., Q. y L. (estrato 4) el liquidámbaar se encuentra en combinación con pino, encino y otras latifoliadas, en tanto que los rodales de L. en los guatales (estrato 9) están conformados casi sólo por liquidámbaar. También se puede notar que el liquidámbaar en el bosque latifoliado de Q» P (estrato 5) es escaso, razón por la cual no se prestó mucha atención a la composición, la dominancia ecológica, la distribución de volumen y clases diamétricas, en este estrato. Tampoco se le consideró para determinar la cantidad resinable.

Con respecto a la distribución diamétrica del liquidámbaar en todos los estratos, hay muchos árboles en las clases diamétricas inferiores, muy pocos en las clases diamétricas superiores y casi ningún árbol en las clases diamétricas intermedias. Lo anterior hace suponer que el liquidámbaar fue talado en alguna época y sólo se dejaron los árboles padre, a partir de los cuales se han regenerado las clases diamétricas inferiores. Esta suposición se basa también en el conocimiento de que los rodales de liquidámbaar en los guatales, son árboles que fueron dejados como sombra y por su belleza en los potreros donde pastaba hasta hace poco el ganado. También se sabe que algunos rodales de bosque latifoliado con liquidámbaar, fueron otrora potreros y que al abandonarlos se permitió la regeneración del bosque.

En lo que se refiere a la cantidad de árboles resinables, el mayor potencial para resinación se encuentra en el estrato 7, con un total de aproximadamente 5000 árboles resinables y hasta cerca de 200 por hectárea. Pero el liquidámbaar resinable en los estratos 4 y 9 tampoco es despreciable si se compara con los 5 a 10 árboles por hectárea que se reporta en Honduras (Multiservicios Rodas, 2001: 9). Además, en el estrato 9, muchos de los árboles de diámetros mayores pudieron ser vistos a orillas de las veredas, de manera que se facilita su utilización. Por otro lado, la mayor parte de árboles resinables corresponde a la clase diamétrica de 30-39 cm, hay pocos árboles de liquidámbaar de clases diamétricas superiores, por lo que es necesario determinar si el diámetro del árbol influye en la producción de resina, punto será tratado en la siguiente sección.

## **B. Rendimiento en la producción de resina**

La administración de la finca Los Cimientos llevó a cabo un ensayo de resinación del liquidámbaar de junio a diciembre del 2001. Como uno de los objetivos de este trabajo es la estimación de la producción de resina, a continuación se resume y discute la metodología y resultados de dicho ensayo.

### **1. Metodología del ensayo de resinación**

En junio de 2001, campesinos hondureños impartieron un curso de capacitación sobre la resinación de liquidámbaar. Como parte del entrenamiento, se picó un total de 126 árboles. Las picas fueron hechas con hacha como se describe en la sección 3.2.2.3. La administración de la finca aprovechó la oportunidad para llevar el control de la producción de 50 de éstos árboles, al recolectar la resina cada dos meses. De estos 50 árboles se midió el diámetro y la altura y se tomó nota de la altitud sobre el nivel del

mar, la ubicación en la finca y el tipo de bosque en que se encontraban. Cada árbol recibió un código, escrito en una etiqueta clavada al tronco (Manjón, 2002: 1).

La resina se recolectó individualmente por árbol en recipientes plásticos con tapa de rosca, debidamente identificados. Se dejaron reposar las muestras por una noche, para que el producto se separara naturalmente (la resina es más pesada y se deposita en el fondo, mientras que el agua y las basuras suben). Luego de decantar el agua, se pesó cada recipiente con una balanza. Se llamó "contenido bruto" o "peso bruto" a esta porción (Manjón, 2002: 2).

Después se colocaron los recipientes en baño maría y una vez derretida la resina, se procedió al filtrado con un colador metálico y gasa. Debido a que las cantidades de resina eran pequeñas y no se contaba con el equipo adecuado, se juntó el contenido bruto de los árboles de una misma área, para filtrar la resina. El filtrado se colocó en 8 frascos de vidrio o plástico y se pesó cada recipiente. La resina filtrada se llamó "resina sin basuras" (Manjón, 2002: 2).

Nuevamente se dejaron reposar los frascos y al día siguiente se decantó la mayor parte del agua que flotaba. Se pesó el contenido restante y se le llamó "peso neto" (Manjón, 2002: 2).

## 2. Resultados del ensayo de resinación

Los cuadros que se presentan a continuación son un resumen de los datos proporcionados por la administración de la finca.

Cuadro 16: Producción de resina, agosto - diciembre de 2001

Grupo	# de árboles	# de picas	1ª Cosecha agosto			2ª Cosecha octubre			3ª Cosecha diciembre		
			Producción (onzas)			Producción (onzas)			Producción (onzas)		
			p. bruto	p. s. bas.	p. neto	p. bruto	p. s. bas.	p. neto	p. bruto	p. s. bas.	p. neto
1	3	21	10.5	8.50	N.D.	29	19	19	7.00	6.00	4.50
2	5	24	24	19.44	N.D.	39	23	23	13.50	11.50	9.50
3	14	69	12.25	9.92	N.D.	45.5	30	12	14.00	9.50	5.00
4	2	12	7	5.67	N.D.	16	0.2	0.2	N.D.	N.D.	N.D.
5	9	39	37	29.97	N.D.	48	44	20	18.50	15.00	9.00
6	2	6	1.75	1.18	N.D.	7	6	4	N.D.	N.D.	N.D.
7	14	41	42.35	28.49	N.D.	43	33	22.5	18.00	16.00	13.00
8	1	2	0.5	0.34	N.D.	0	0	0	N.D.	N.D.	N.D.

Fuente: Manjón (2002)

### Abreviaturas:

N.D. = no hay datos

p. bruto = peso bruto = peso de la resina después de la primera decantación de agua

p. s. bas. = sin basuras = peso de la resina después de ser filtrada

p. neto = peso neto = peso de la resina después de la última decantación de agua

En el cuadro 16 se presenta la producción de resina por grupo de árboles (peso bruto), así como el peso de la resina después de pasar por el proceso de limpieza artesanal (peso sin basuras y peso neto) detallado anteriormente.

Cuadro 17: Datos de los árboles resinados y de la primera cosecha

Grupo	Código del árbol	diámetro (cm)	altura (m)	altitud (msnm)	zona de vida	rodal	# de picas / árbol	1a cosecha peso bruto (onzas)
1	Li1	102	37	1750	bmh-sf	9.4	8	6
	Li2	74.5	31				6	2
	Li3	88	34				7	2.5
2	Li4	103.3	37	1825	bp-mb	7.1	9	4
	Li5	61	28				5	9
	Li6	29.1	20				2	1
	Li7	47.5	25				5	8.5
	Li8	31	21				3	1.5
3	Li9	122.4	40	1736	bp-mb	7.2	10	3
	Li10	53.9	26				5	1.5
	Li11	54.1	26				5	0.5
	Li12	44.5	24				5	0.25
	Li13	73	31				7	3
	Li14	34.9	21				3	0
	Li15	52	26				5	0.5
	Li16	46.9	25				4	0
	Li17	54.5	26				6	1
	Li18	46	25				5	0
	Li19	75.2	32				5	0.5
	Li20	32.6	21				2	1.5
	Li21	32.2	21				2	0
	Li22	58.7	27				5	0.5
4	Li23	74.2	31	1694	bp-mb	3	7	4
	Li24	72	31				5	3
5	Li25	42.5	24	1731	bmh-sf	7.3	3	2
	Li26	53.5	26				6	11
	Li27	43.6	24				4	1.5
	Li28	40.6	24				4	4
	Li29	32.3	21				3	1.5
	Li30	65.7	30				6	3.5
	Li31	46	25				5	4.5
	Li32	38.9	22				4	7
	Li33	42.7	24				4	2
	6	Li34	42.3				25	1616
Li35		26.9	20	1	0.75			
7	Li36	30.4	21	1591	bmh-sf	7.5	3	0.5
	Li37	29.5	20				2	0.25
	Li38	32.5	21				3	3.5
	Li39	34.3	21				3	6
	Li40	27.4	20				2	0
	Li41	32	21				2	0.1
	Li42	33	21				2	1
	Li43	35.6	22				3	3.5
	Li44	35.5	22				3	3.5
	Li45	38	22				3	4.5
	Li46	34.6	21				3	1
	Li47	35.8	22				3	2
	Li48	37.4	22				5	6.5
	Li49	43.5	24				4	10
8	Li50	37.4	22	1511	bmh-sf	4.6	2	0.5

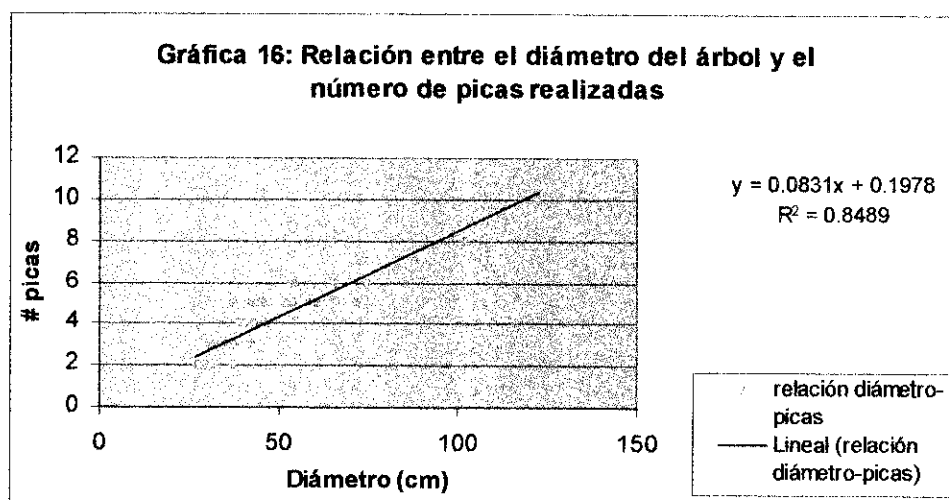
Fuente: Manjón (2002)

En el cuadro 17 se denominó "grupo" al conjunto de árboles procedentes de una misma región de la finca y cuya resina fue mezclada durante el proceso de limpieza artesanal. El cuadro muestra el número de árboles correspondientes a cada grupo, el código de cada árbol

y sus datos de diámetro, altura, altitud y zona de vida<sup>2</sup>. El rodal fue determinado a partir de los datos de ubicación de cada árbol proporcionados por la administración de la finca. De esta forma, los rodales indican el tipo de bosque en que se encontraba cada árbol o grupo de árboles resinados. Este cuadro también indica el número de picas por árbol y los datos de peso bruto de la primera cosecha, puesto que sólo en esta cosecha se midió la producción por árbol y no por grupo de árboles.

La primera observación que se puede hacer sobre el ensayo de resinación es que las muestras tomadas no fueron del mismo tamaño (e.g. los árboles escogidos tenían diferentes diámetros, el número de picas no fue uniforme y después de la primera cosecha los árboles fueron agrupados por sitio y no por número). Por esta razón, antes de poder calcular la producción por árbol y el rendimiento en la limpieza artesanal de la resina, fue necesario ver cómo esto afectaba a los resultados. Para ello se elaboraron las siguientes gráficas a partir de los datos de los cuadros 16 y 17:

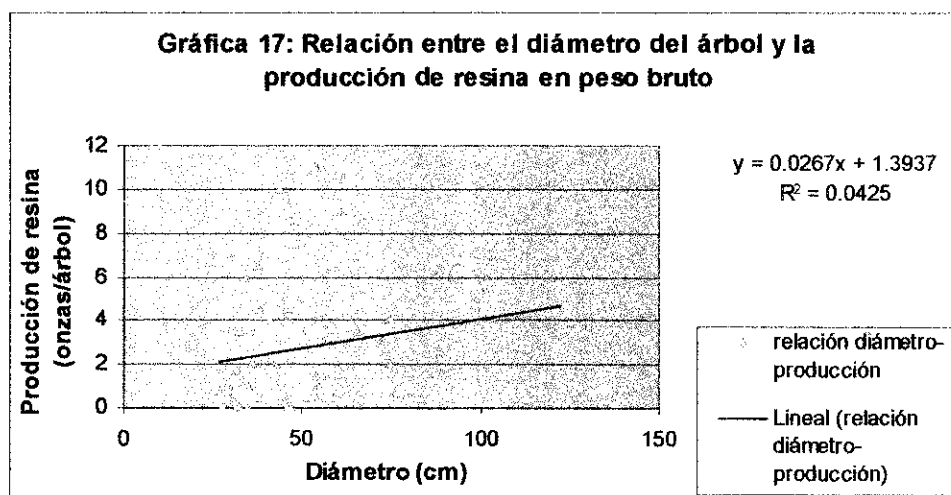
Para la elaboración de las gráficas 16-18 y 20 sólo se tomaron en cuenta los datos de la primera cosecha, ya que en las siguientes no se reportó la producción por árbol, sino por grupo de árboles.



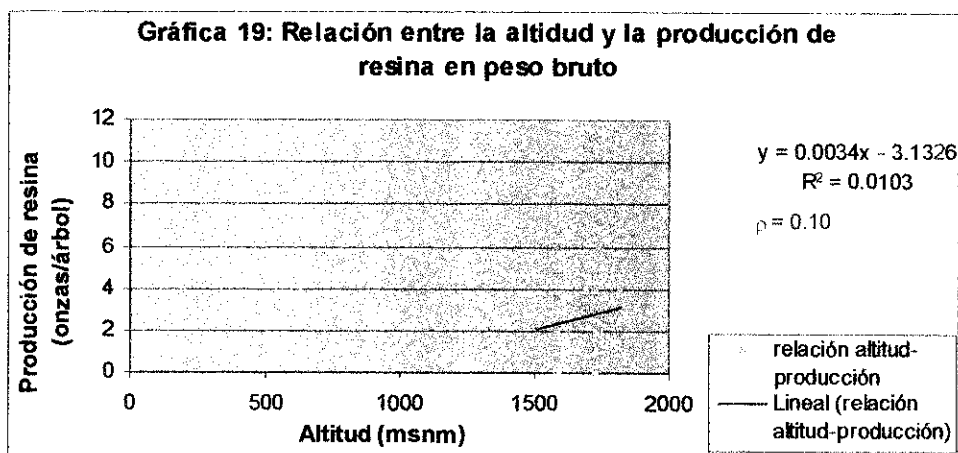
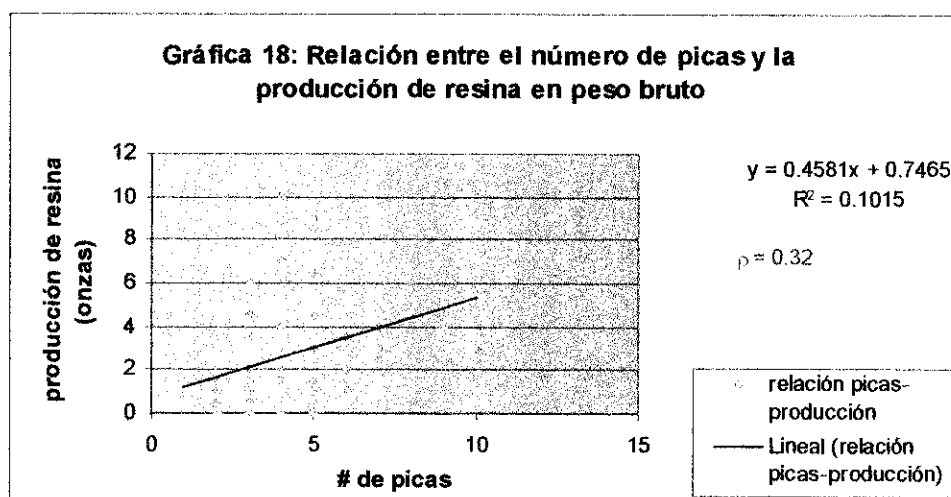
La gráfica 16 muestra que a mayor diámetro, mayor fue la cantidad de picas realizadas. El coeficiente de relación de la regresión lineal es muy cercano a 1.

La gráfica 17 presenta la relación entre el diámetro del árbol y la producción de resina. Se puede observar una gran dispersión de los datos y que la regresión lineal tiene un coeficiente de regresión de 0.0425.

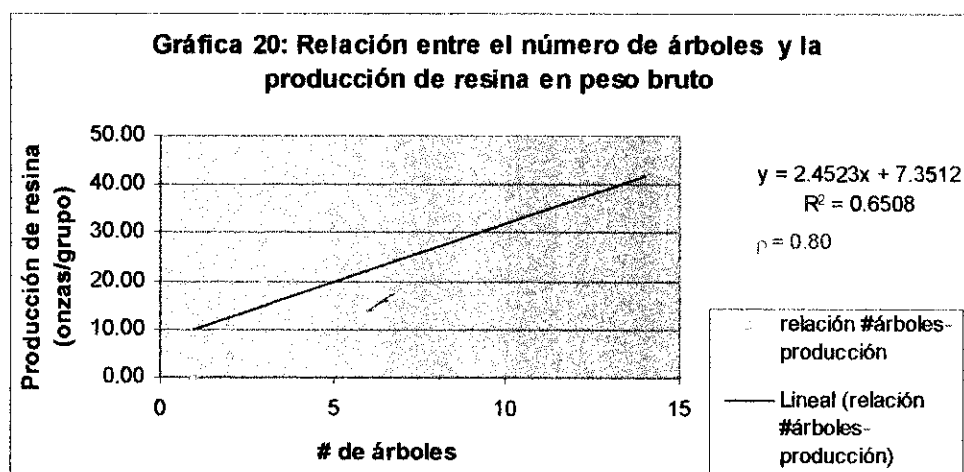
<sup>2</sup> El código bp-mb es la zona de vida de bosque pluvial montano bajo que no existe en la finca, pero que fue señalada erróneamente en inventarios anteriores y por tanto fue adoptada por la administración de la finca para indicar el tipo de bosque en que se encontraba cada árbol. A este respecto cabe señalar que la zona de vida es una asociación climática y no una asociación vegetal. En realidad bp-mb corresponde a la zona de vida de bosque muy húmedo subtropical frío (bmh-S(f)) descrita en la sección 4.3.5.



En la gráfica 18 se relaciona el número de picas por árbol con la producción de resina. Aquí también aparecen los datos muy dispersos. El coeficiente de regresión es de 0.1015 y el coeficiente de correlación de 0.32.



En Honduras se afirma que la producción de resina disminuye a medida que los árboles se encuentran a mayor altitud. Para comprobar si esta afirmación era cierta, se elaboró la gráfica 19, en la cual se presenta la relación entre la altitud y la producción de resina. Se puede notar que los datos se encuentran bastante dispersos. El coeficiente de regresión es de 0.0103 y el de correlación de 0.10.



Como los datos de cosecha fueron reportados por grupo de árbol, donde los grupos son heterogéneos en la cantidad de árboles, se elaboró la gráfica 20. Ésta presenta la relación entre la producción de resina y la cantidad de árboles. Obsérvese que el coeficiente de regresión es de 0.6508 y el coeficiente de correlación de 0.80.

Cuadro 18: Proyección de la producción de resina en peso bruto

Cantidad de árboles picados	Unidad	Rango de producción de peso bruto	
		En una cosecha (por mes)	En todo el periodo de producción (8 cosechas)
1	onzas	1.20 - 1.51	9.59 - 12.06
50	onzas	57.90 - 77.45	463.24 - 619.56
	libras	3.62 - 4.84	28.95 - 38.72
	kg	1.64 - 2.20	13.13 - 17.56
100	onzas	115.81 - 154.89	926.48 - 1239.12
	libras	7.24 - 9.68	57.90 - 77.45
	kg	3.28 - 4.39	26.27 - 35.13
500	onzas	579.05 - 774.45	4632.39 - 6195.61
	libras	36.19 - 48.40	289.52 - 387.23
	kg	16.42 - 21.96	131.33 - 175.64
1000	onzas	1158.10 - 1548.90	9264.78 - 12391.22
	libras	72.38 - 96.81	579.05 - 774.45
	kg	32.83 - 43.91	262.65 - 351.29

En el cuadro 18 se indica cuánta resina en peso bruto se podría producir si se pica 1, 50, 100, 500 ó 1000 árboles. La producción está dada en onzas, libras y kilogramos, ya que depende del comprador la unidad que se maneja. Nótese que no se da un valor absoluto de la producción, sino un rango dentro del cual puede estar, así por ejemplo, un árbol puede producir entre 1.20 a 1.51 onzas de resina por cosecha y un total de 9.59 a 12.06 onzas al final de periodo

de producción. Con 1000 árboles se puede lograr de 72.38 a 96.81 libras de resina en una sola cosecha y entre 262.65 y 351.29 libras en todo el período de producción.

Cuadro 19: Proyección de la producción de resina procesada artesanalmente, en una cosecha

Cantidad de árboles picados	Unidad	Peso de resina filtrada	Peso de resina sin agua
50	onzas	46.86 - 49.53	32.05 - 35.00
	libras	2.93 - 3.10	2.00 - 2.19
	kg	1.33 - 1.40	0.91 - 0.99
100	onzas	93.72 - 99.05	64.11 - 70.00
	libras	5.86 - 6.19	4.01 - 4.37
	kg	2.66 - 2.81	1.82 - 1.98
500	onzas	468.58 - 495.25	320.54 - 349.99
	libras	29.29 - 30.95	20.03 - 21.87
	kg	13.28 - 14.04	9.09 - 9.92
1000	onzas	937.17 - 990.51	641.09 - 699.99
	libras	58.57 - 61.91	40.07 - 43.75
	kg	26.57 - 28.08	18.17 - 19.84

El cuadro 19 muestra cuánto se podrá obtener de resina al procesarla artesanalmente. Nótese que para utilizar un lenguaje más comprensible y apropiado, se cambió el nombre de "peso sin basuras" (peso s. bas) del Cuadro 16 por "peso de resina filtrada" y "peso neto" por "peso de resina sin agua", ya que peso neto se habría referido al peso de la resina menos el peso de las impurezas y no propiamente al peso del producto final.

### 3. Análisis de los resultados de resinación

El coeficiente de regresión cercano a 1 en la relación entre el diámetro del árbol y el número de picas realizadas (ver gráfica 15), comprobó que las picas fueron hechas en función del diámetro del árbol. A mayor diámetro, mayor es el número de picas que se le pueden hacer. Pero esta condición no es importante, ya que los coeficientes de regresión y correlación en las gráficas 16 y 17, indican que la producción de resina no depende del diámetro del árbol, ni del número de picas que en éste se haya realizado, al parecer, simplemente hay árboles más productores que otros.

Por otro lado, por medio de la gráfica 19 se determinó que no es cierto como se afirma en Honduras, que la producción de resina disminuya a medida que los árboles se encuentran a mayor altitud (Multiservicios Rodas, 2001: 6). La dispersión de los datos y los coeficientes de regresión y correlación cercanos a cero indican que no hay ninguna relación entre la altitud y la producción de resina. Probablemente haya una relación entre la producción y la calidad de sitio, pero ello será tema de estudios futuros.

Como los datos de cosecha fueron reportados por grupo de árboles, donde los grupos son heterogéneos en la cantidad de árboles, se elaboró la gráfica 20 y se comprobó que la mayor o menor producción de resina se debe a la cantidad de árboles. Al saber esto, se utilizaron los datos de la primera cosecha para calcular el promedio de producción por árbol. Así, un árbol podría producir entre 1.20 y 1.51 onz. / mes, lo cual es muy poco si se compara con los rendimientos reportados en Honduras de entre 6 y 15 lbs / árbol / mes. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que los datos de este ensayo corresponden a la primera cosecha y que según la experiencia hondureña, el árbol produce más resina en las cosechas y años subsiguientes. También se debe recordar

que las picas fueron hechas como parte de una capacitación para personas sin experiencia en su corte y como se señalará más adelante, una pica mal hecha permite que la resina se escurra. Además, tampoco se tenía experiencia en la recolección de la resina, por lo que gran parte se pudo haber perdido al tratar de sacarla de las guacas. Por otro lado, los datos se refieren al contenido bruto de resina, del cual ya se ha decantado parte del agua, lo que podría restarle peso. Lamentablemente no se sabe cuánto del agua fue retirada en la primera decantación, ya que este dato no fue tomado por los encargados del ensayo.

Con los datos de "peso sin basuras" y "peso neto" de la segunda y tercera cosecha, se determinó el rendimiento de la limpieza artesanal de la resina. No se utilizaron los datos correspondientes de la primera cosecha porque éstos no fueron medidos sino calculados a partir de una estimación de rendimiento y por tanto son poco confiables. Con el filtrado artesanal de la resina, se logra un 71% de rendimiento y si por último se decanta el agua que queda, se obtiene un 50%. Nótese que estos rendimientos reflejan tanto la eficiencia del proceso de limpieza artesanal como el porcentaje de la resina sin impurezas y sin agua que se puede obtener<sup>3</sup>.

## C. Evaluación del método de recolección de resina

Si se ha de promover la extracción de resina de liquidámbar en el país, es importante evaluar si el método utilizado es el más conveniente. En esta sección se analizan las ventajas y desventajas del método de resinación utilizado en Honduras y se presentan algunos métodos alternativos.

### 1. Ventajas

El método de resinación descrito en la sección III, presenta las siguientes ventajas: es económico, pues únicamente se necesita una herramienta (el hacha) para realizar las picas. Es sencillo, ya que sólo consiste en abrir la herida en forma de cuña y no son necesarios muchos pasos ni instrucciones. La "guaca" o pica sirve de recipiente para guardar la resina, lo cual permite que los períodos entre cosechas sean largos (1 ó 2 meses), de esta manera los resineros pueden dedicarse a otras actividades económicas y la recolección de resina puede representar un ingreso adicional.

### 2. Desventajas

A pesar de sus ventajas, este método de resinación que utiliza "cajetes" o "guacas" tiene también muchos inconvenientes. En primer lugar, debilita mecánicamente al árbol, ya que los cajetes son profundos y esto predispone al árbol a ser derribado por el viento, más aún porque los árboles de liquidámbar llegan a alcanzar grandes alturas, de hasta 30 m o más (ver Fotografías 1 y 2 en el ANEXO 4).

En segundo lugar, las "guacas" de hasta 10 ó más cm de profundidad y que no necesitan ser tan grandes ni profundas, puesto que la resina se forma entre la corteza y la albura (a 2-3 cm de profundidad), exponen la madera (tanto albura como

<sup>3</sup> En otras palabras, no se deben manipular los rendimientos para decir que entre sólo entre el 50 y el 70% del peso es resina y el resto impurezas y agua, porque en el procesamiento artesanal de la resina, por la falta de equipo y cristalería adecuados, la falta de experiencia en el manejo del producto y la consistencia misma de la resina, también se perdió parte de ésta al transferirla de un recipiente a otro.

duramen) al ataque de plagas y enfermedades (ver Fotografías 3 y 4 en el ANEXO 4). A este respecto es importante mencionar que durante el ensayo de resinación se observó la llegada de una especie de gorgojo a algunas "guacas" (Manjón, 2002: 7). Sin embargo, aún es necesario determinar la especie para saber si se trata de una plaga.

El agua de lluvia también entra en las guacas, humedece la madera y la hace más susceptible a pudriciones y manchas. Debe recordarse que el liquidámbar es atacado por varias especies de hongos patógenos (ver Marco Teórico). Aunque actualmente la madera de liquidámbar no es de valor comercial, podría llegar a serlo en cualquier momento, como lo es en otras partes del mundo. Si se promueve este método de resinación, se echaría a perder mucha materia prima que en un futuro podría ser valiosa. Además de agua, el tamaño de las "guacas" también permite la entrada de basuras (polvo, hojas, insectos muertos, etc.), que contaminan la resina (ver Fotografías 5 y 6 en el ANEXO 4).

En tercer lugar, aunque parezca sencillo, el método requiere de habilidad en el manejo del hacha, ya que en una "guaca" mal hecha, la resina se escurre (ver Fotografías 7 y 8 en el ANEXO 4).

Por otro lado, la resina al solidificarse se adhiere a las paredes de la "guaca", lo cual dificulta su recolección y se pierde una parte de ella.

Por último, debido al tamaño de las "guacas", a menor diámetro del árbol, menor es el número de picas posibles y consecuentemente no se pueden aprovechar los árboles de diámetros pequeños (10-30 cm de DAP).

Debido a que el método de resinación hondureño presenta más desventajas que ventajas, es necesario adoptar otro. A continuación se describen otros métodos de resinación en liquidámbar y otras especies resiníferas, se evalúan también sus ventajas y desventajas con el fin de determinar qué método será más apropiado para resinar los árboles de liquidámbar.

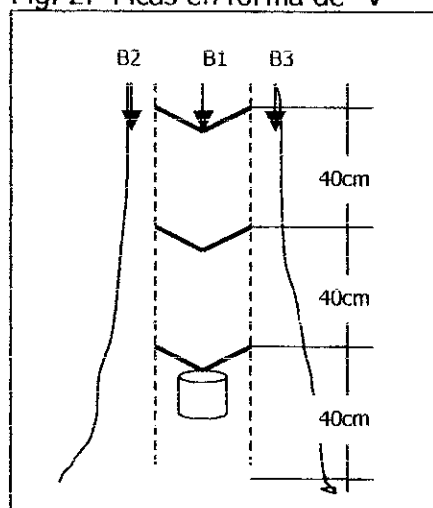
### 3. Alternativas

No existe mayor información sobre otros métodos de resinación en liquidámbar. Probablemente porque el único país hasta el momento en el que se ha resinado el liquidámbar con fines industriales es Honduras, y ahí la tecnología de resinación no ha evolucionado, es la misma desde hace casi tres décadas (Multiservicios Rodas, 2001: 6). En EE.UU. el manual forestal (Forestry Handbook) de 1955 indica que la resina se obtiene anillando parcialmente el árbol y quitando la corteza, a una altura aproximada de dos pies, al comienzo de la primavera. La resina se raspa de la superficie cada 2 ó 3 semanas y se realiza una nueva pica (Forbes, 1955: 7).

El método tradicional para obtener la resina en *L. orientalis* consiste en remover partes de la corteza y hervirlas en agua. El bálsamo crudo y suavizado se separa y se deposita en el fondo del recipiente, del cual se decanta el agua. Cantidades adicionales de bálsamo son obtenidas exprimiendo la corteza extraída. Pero este método le confiere inferior calidad a la resina. También se obtiene el estoraque al hacer incisiones en la madera que ha quedado expuesta al remover la corteza y se colecta ya sea en pequeñas latas fijadas al árbol o raspándolo directamente (Coppen, 1995: 88).

El "benjuí" es un bálsamo aromático que se obtiene de los árboles del género *Styrax* en el sudeste de Asia (Coppen, 1995: 92). La metodología para su extracción es la siguiente: las entalladuras deben cortar un poco de la madera. En Sumatra, en la provincia de Palembang, el obrero con una pequeña hacha practica incisiones triangulares en forma de V. La superficie de la corteza se divide en tres bandas verticales, dentro de cada una se hace a 40 cm del suelo y a 40 cm de distancia la una de la otra, un arreglo de tres incisiones (ver Figura 2). Al mismo tiempo, con un cuchillo se raspa la corteza entre las incisiones para que el flujo sea más regular. Algunas veces el bálsamo es tan abundante que se coloca un pedazo de bambú en la punta de la V, a manera de recipiente. Cada tres meses, se hacen nuevos cortes dispuestos de la misma forma. Cada nueva serie se hace 4 cm arriba de los cortes anteriores. Después de diez "sangradas" se dice que la banda de corteza ha sido "trabajada" y se comienza una nueva serie de incisiones en la banda de al lado. Esta metodología se compara en producción de líquido con la incisión horizontal realizada en *L. styraciflua* en los EE.UU. (Rolet, 1930: 589).

Fig. 2: Picas en forma de "V"



El bálsamo de Tolú, extraído de árboles del género *Myroxylon*, es otra oleorresina que se obtiene al hacer incisiones en forma de V en la corteza de los árboles. El bálsamo del Perú que también proviene de árboles del género *Myroxylon*, se obtiene al remover tiras de corteza de árboles que han sido previamente golpeados o abrasados con fuego, con unos 6 a 8 días de anticipación para esperar a que la corteza se suavice. La corteza removida es exprimida en agua caliente. Mientras tanto, las partes expuestas del tronco son cubiertas con trapos, que absorben el bálsamo y también son exprimidos en agua caliente para extraer el bálsamo (Coppen, 1995: 94).

La miel de maple que se extrae de los árboles del género *Acer* en Canadá y EE.UU., se obtiene al perforar agujeros en el tronco del árbol y colocando una pipeta para drenar la savia hacia un recipiente o bien conectando varios árboles por medio de un sistema de tuberías con vacío parcial empleando una bomba. Este método no se puede implementar para extraer la resina de liquidámbar, ya que se trata de dos productos fisiológicamente muy distintos. La miel de maple se forma como resultado de que las reservas de almidón que el árbol almacena en la albura antes de comenzar el

invierno son transformadas enzimáticamente en azúcares que se traslocan hacia la savia, cuando la temperatura baja a menos de 4 °C en el invierno. Con la primavera la temperatura ambiental sube y esto causa que la nueva savia rica en azúcares fluya. Cuando se perfora un agujero en el árbol, las fibras que llevan la savia se rompen y así la savia fluye hacia fuera del árbol (Blumenstock, 2001: 2). En el liquidámbar, en cambio, el bálsamo oloroso no existe normalmente. La resina es una secreción del árbol vivo en el cual se ha hecho una herida, es un mecanismo de defensa del árbol (Jean-card, 1925: 75).

Adicionalmente, se recopiló información sobre las técnicas de resinación en coníferas, específicamente en pinos. Entre ellas se mencionan: los métodos tradicionales y los métodos modernos. Existen dos métodos tradicionales muy utilizados: el "método de pileta o de cajete" y el "método de entalladura" (López, 1993). El primero es muy parecido al método de resinación de liquidámbar descrito en este informe. No se encontró descripción sobre el segundo. Sin embargo, ambos métodos han sido criticados por los daños que causan al árbol, que son muy similares a los discutidos en las desventajas del método hondureño (López, 1993: 8). El método de "cajetes" ha sido calificado por Solís (1971) como "... el más rústico, primitivo y antieconómico que pueda existir en la actualidad".

Entre las técnicas modernas de resinación de pinos se menciona el "método pica de corteza" o "método alemán", que con algunas modificaciones podría aplicarse en la resinación del liquidámbar. Aunque la metodología varía un poco según el autor, en general consiste en los siguientes pasos:

**a. Desroñe o descortezado:** consiste en quitar la corteza del árbol en la parte que se va a resinar durante el año. Esta parte debe tener un ancho de 25 a 30 cm. Primero se quita la primera capa de la corteza exterior con un hacha o machete con cortes de arriba hacia abajo. Después se raspa con el alisador o cepillo hasta dejar una capa delgada y lisa de corteza, sin afectar la madera (INAFOR, 1986: 9).

**b. Trazado del canal central o entalladura:** se trazan dos líneas guías sobre la parte de la corteza debastada, se marca el largo y ancho de la entalladura. Para ello se utiliza una herramienta llamada trazador o canalizador. Se debe tener cuidado de no profundizar el trazo hasta la madera (INAFOR, 1986: 10).

**c. Engrapado:** la grapa o visera es una lámina, preferentemente galvanizada, que se dobla para formar una V y que se inserta en el tronco del árbol con un mazo de madera. Para facilitar esta operación, se usa una herramienta llamada "media luna", "yet" o "mariposa" (Solís, 1971: 15). Al parecer también se le llama "coña de pescado".

**d. Pica o rebana:** la pica se hace al quitar una tira que contiene las capas de corteza, liber y cambium, en la parte de la entalladura. Se utiliza una herramienta llamada "escoda", que tiene dos filos en ángulo llamados "bisel de aleta" y "bisel del alma" (INAFOR, 1986: 16).

**e. Colocación del bote:** a pocos centímetros debajo de la grapa se coloca un recipiente (puede ser de hojalata, barro u otro material) sujeto de un clavo (INAFOR, 1986: 15).

**f. Recolección:** consiste en vaciar la resina de los recipientes en cubetas de recolección, se usa una espátula de madera (López, 1993: 10).

**g. Nuevas picas:** una nueva pica se hace cuando deja de salir resina en la parte donde se hizo la primera. Entre pica y pica, se debe dejar una distancia de cinco centímetros y se cambia de lugar la grapa y el bote (INAFOR, 1986).

En la sección de ANEXOS se presenta un diagrama de las herramientas utilizadas en este método.

Fig. 3: Método pica de corteza 1

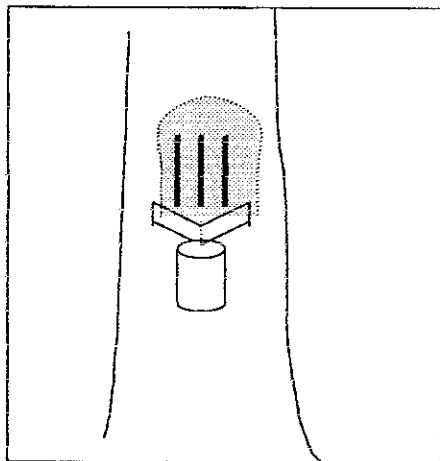
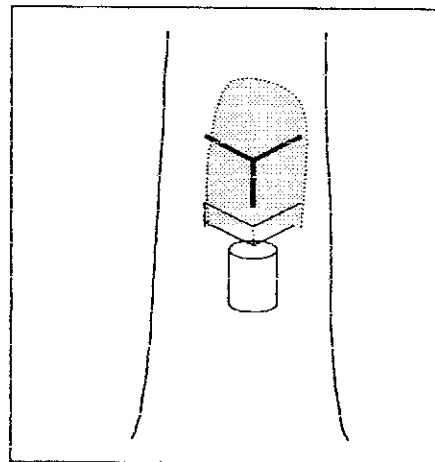


Fig. 4: Método pica de corteza 2



Como se ha visto, no hay alternativas específicas para la resinación del liquidámbar. Pero los métodos que parecen más apropiados son: el utilizado para extraer el bálsamo de "benjuí" y/o el método "pica de corteza" para pinos. En primer lugar, porque tanto el bálsamo de "benjuí" como la resina de pino son producidos de forma patológica al igual que la resina del liquidámbar. En segundo lugar, porque a diferencia del método hondureño de "guacas" no causan tanto daño mecánico al árbol. Y en tercer lugar, porque al recolectar la resina directamente en recipientes, facilitan la recolección. Por otro lado, es necesario ensayar estos métodos y comparar el rendimiento en la producción de resina con el método hondureño, para determinar si vale la pena implementarlos.

## VI. PROPUESTA TÉCNICA PARA EL CASO

La propuesta técnica para el caso de la finca Los Cimientos es un plan de manejo que contempla tanto aspectos de silvicultura como de extracción de la resina.

### A. Objetivos del Plan de manejo

Por medio de este plan de manejo se pretende mejorar las condiciones del bosque para favorecer la utilización de la especie *Liquidambar styraciflua* L. con vistas a su resinación. Asimismo, se busca cumplir con los objetivos y deseos del Centro de Capacitación de mantener la diversidad vegetal. Por otro lado, también se persigue que el manejo del liquidámbar sea una actividad rentable, es decir que genere bienes económicos.

#### 1. Duración y modificaciones

Este plan de manejo tendrá una duración de 5 años, al cabo de los cuales se plantea hacer revisiones para poder hacer los ajustes necesarios. Las modificaciones serán hechas de acuerdo a varios parámetros. Uno de ellos es la respuesta del bosque al sistema de manejo. Esta respuesta se podrá medir por medio de parcelas permanentes de muestreo, donde se observará la normalización del bosque, el incremento medio anual (en volumen y diámetro) y aspectos de la dinámica poblacional como la composición vegetal y la dominancia ecológica, para determinar si se necesitan más intervenciones, de qué intensidad y a qué especies y clases diamétricas serán dirigidas.

También se debe considerar la regeneración natural. En el caso de que la regeneración natural de las especies comerciales y de interés especial no responda a la liberación por raleos, se deberá considerar la plantación artificial.

Otro parámetro a tomar en cuenta es la rentabilidad del proyecto, medido a partir del balance del año. Las variables que pueden influir en la rentabilidad son: el precio de la resina de liquidámbar, los costos de extracción de la resina y los costos de las actividades silviculturales. Por lo anterior, se debe estar al tanto de los cambios en el mercado de la resina y en los precios de los servicios y productos forestales. Si el manejo del bosque para la resinación del liquidámbar dejara de ser rentable, tal vez se deba considerar otros fines de manejo como la extracción maderera o el ecoturismo.

Además, es importante actualizarse sobre el desarrollo de nuevas técnicas de resinación, ya que pueden desarrollarse técnicas más efectivas que permitan una mayor producción de resina o bien resinar árboles de diámetros menores.

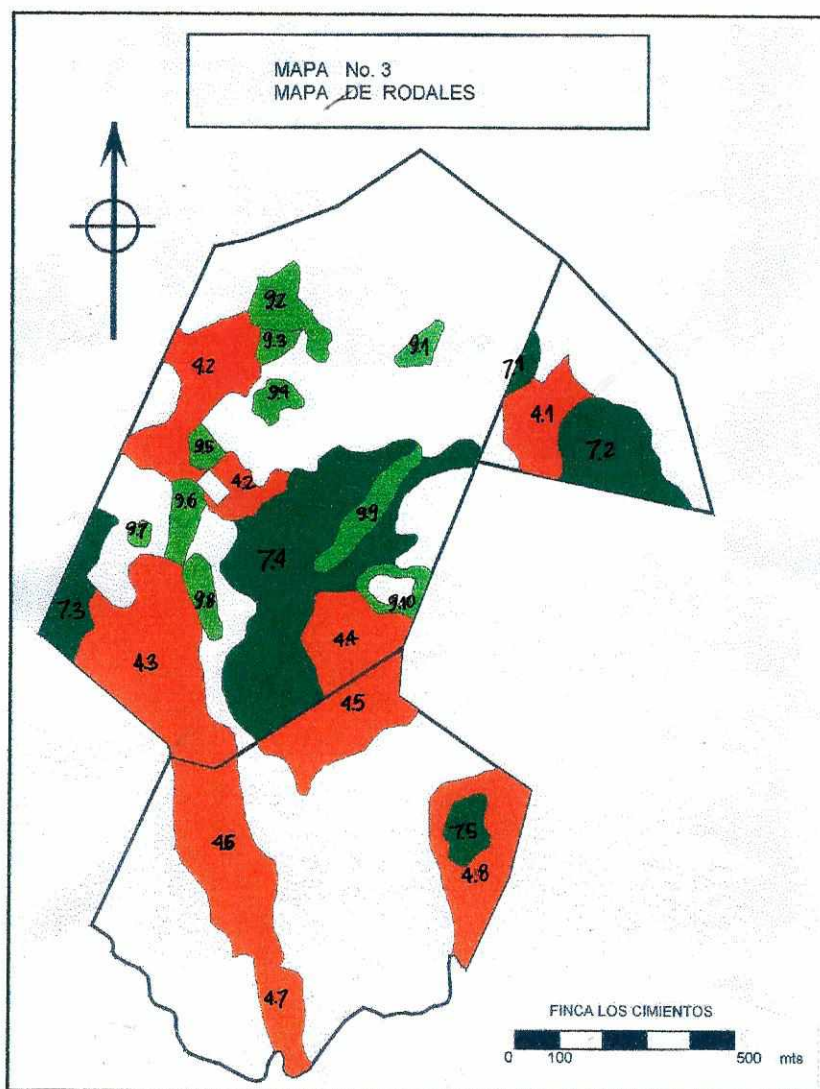
#### 2. Unidades del plan de manejo

Para determinar el área considerada dentro del plan de manejo, se tomaron en cuenta las pendientes. También se consideró la abundancia de liquidámbar. Así, el área considerada dentro del plan de manejo está constituida por los rodales de la finca que tienen abundancia de liquidámbar y que no son utilizados para fines agrícolas o pecuarios. Los rodales fueron agrupados de acuerdo al tipo de bosque (estratos) y la capacidad de uso de los suelos, de acuerdo al mapa de capacidad de

uso según la nueva metodología de INAB en las siguientes unidades<sup>1</sup>:

Cuadro 20: Unidades de manejo

Unidad	Estrato		Rodaes	Área (has)
	No.	Nombre del estrato		
1	4	Bosque mixto (P, Q y L)	4.3-4.8	32.25
2	7	Bosque latifoliado (L y otras)	7.3-7.5	19.75
3	9	Rodaes de L en guatales	9.5-9.10	6.50
4	4,7 y 9	Combinación de estratos	4.1, 4.2, 7.1,7.2, 9.1-9.4	19.75
<b>Total de área bajo manejo</b>				<b>78.25</b>



<sup>1</sup> Nótese que el estrato 5 no se incluyó en el plan de manejo, ya que en éste el liquidámbar es escaso.

En los siguientes párrafos se describe cada una de las unidades de manejo. Para mejor referencia ver mapas No. 3 y 6.

#### **a. Unidad 1**

Esta unidad está conformada por rodales del estrato 4 con capacidad de uso forestal productivo y agroforestal. Es un bosque mixto conformado por especies de pino (*Pinus tecunumanii* y *Pinus maximinoi*), encino (*Quercus spp.*), liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*) y otras especies latifoliadas, entre ellas el pimientillo. Tiene una extensión de 32.25has, distribuidas en 6 rodales de diferentes tamaños, que se encuentran a lo largo de la finca.

#### **b. Unidad 2**

La unidad 2 está constituida por rodales del estrato 7 que tienen vocación agroforestal. Es un bosque latifoliado, donde la especie dominante es el liquidámbar. Entre las demás especies latifoliadas se encuentra encino, cedro de altura, canelo, pimientillo de montaña, estoraque, aguacatillo, tabacón, cuje, ceibillo, pata de chunto y arrayán, entre otras. Tiene una extensión de 19.75 has, distribuidas en 3 rodales de diferentes extensiones.

#### **c. Unidad 3**

Esta unidad está formada por rodales del estrato 9, de vocación forestal productiva. Son 6 rodales casi puros de liquidámbar que se encuentran entre los guatales. Cubren en total una superficie de 6.5 has.

#### **d. Unidad 4**

La unidad 4 agrupa varios rodales de los estratos 4, 7 y 9 que, por sus fuertes pendientes y por encontrarse en las partes más altas, constituyen las cabeceras de cuencas y tienen vocación forestal de protección.

### **D. Criterios silviculturales**

El sistema de manejo consiste en la manipulación de los rodales, que afecta la dinámica poblacional - pero procura mantener la misma composición vegetal - con el fin de "normalizar" el bosque. Se entiende que un bosque normal es aquél en el cual hay un incremento anual constante (ya sea en diámetro, altura o volumen), donde las clases de edad se distribuyen normalmente (*i.e.* hay menor variabilidad en clases diamétricas o edades, de tal forma que la frecuencia de éstas genera una curva normal o gaussiana) y los rodales tienen niveles de crecimiento normal.

#### **1. Cortas**

A partir del análisis de la dinámica poblacional, se determinó en cuáles unidades era necesario realizar raleos y de qué tipo. Para ello se tomó en cuenta la densidad de los estratos en cuanto al número de árboles por hectárea y el tipo de curvas de

distribución de área basal. También se consideraron las pendientes y la susceptibilidad de los suelos a la erosión para determinar si el raleo era conveniente.

A partir de dicho análisis se propone la realización de dos tipos de raleos simultáneos en las unidades con alta densidad, que no tienen curvas de distribución normales y donde la topografía y los suelos permiten la extracción. En primer lugar, un raleo por lo bajo, de intensidad media para bajar la densidad de árboles de las clases inferiores e intermedias y eliminar los árboles suprimidos. Esto para disminuir la competencia y favorecer el crecimiento de los árboles de clases diamétricas pequeñas y también debido a que las clases inferiores de copas consumen importantes cantidades de agua y nutrientes del suelo, de modo que son nocivos para el crecimiento de las clases superiores (Daniel, 1982: 407). En segundo lugar un raleo de selección, donde se eliminan los árboles codominantes y dominantes de buena calidad. La eliminación de éstos árboles "lobo" producirá un desarrollo más uniforme del resto del rodal (Daniel, 1982: 408) y permitirá que las cortas sean rentables.

Para calcular la intensidad de los raleos, se trató de normalizar (dar una forma de campana) a la curva de distribución de clases diamétricas. Así, se tomó como base el diámetro medio de la especie dominante y con auxilio de la tabla de áreas  $z$ , se calculó el número de árboles (de todas las especies) que debería haber por clase diamétrica por hectárea, para que la distribución formara una curva normal. Luego, se determinó en cada clase diamétrica el número de árboles por especie con la composición vegetal que actualmente hay en el bosque. El número de árboles por clase diamétrica y por especie que habría en un bosque normal se restó de las existencias en el bosque y así se calculó la intensidad del raleo.

## 2. Regeneración

El método de regeneración que se propone es el de regeneración natural. Después de los raleos, se controlará la regeneración natural de la siguiente manera:

**a. Identificación:** Se identificarán las plántulas de especies comerciales y de interés especial de manejo.

**b. Limpieza:** Se recomienda un plateo de 50 cm de radio alrededor de cada plántula.

**c. Desyerba:** Consiste en eliminar la competencia por parte de malezas y arbustos.

## 3. Protección forestal

### a. Prevención y control de incendios

La prevención de incendios es muy importante, pues debe recordarse que el liquidámbar es muy susceptible al daño por fuego debido a su delgada corteza.

Un incendio forestal es un fuego que se da en bosques naturales o artificiales producido por la acción del ser humano o causado por la naturaleza, que avanza sin ningún control y que ocasiona daños ecológicos, climáticos, económicos y

sociales. Los factores que influyen en el comportamiento del fuego son: los combustibles, el clima y la topografía (USAID / OFDA, 1999: 18). El clima que prevalece en la finca Los Cimientos es bastante húmedo y el período de lluvias es largo, normalmente los suelos de la parte alta de la finca se mantienen en condición húmeda, por lo que se podría creer que los incendios son poco probables y en todo caso fáciles de controlar. Sin embargo la presencia de matorrales y la topografía escarpada y con fuertes pendientes favorecen el avance del fuego y dificultan su control. En la época seca los matorrales constituyen una fuente importante de combustible. Las pendientes fuertes permiten que las llamas se acerquen más a los combustibles, lo que aumenta la posibilidad de que se dé un incendio de copas, que es el más dañino y difícil de controlar. En los rodales de bosque mixto en la parte baja de la finca (polígono 3) se pudo observar el daño causado por fuego en años anteriores.

Para evitar la aparición de incendios y poder actuar eficientemente en el control de los incendios que pudieran ocurrir, se sugiere llevar a cabo las siguientes actividades:

**1) Vigilancia:** Recorrer, principalmente durante la época seca, los linderos de la finca y las áreas críticas susceptibles a incendios forestales (bosque mixto y áreas de guatales).

**2) Organización y capacitación:** La organización permite un mejor trabajo en equipo, coordinar y distribuir en mejor forma el trabajo, responder en forma más efectiva ante un incendio y aprovechar mejor el recurso humano (USAID/OFDA, 1998: 24). Se recomienda identificar a las personas interesadas en el control de incendios, tanto en las fincas como en las comunidades vecinas y promover una reunión con ellas para solicitar un curso de control de incendios al INAB o por lo menos contar con un grupo dispuesto a ayudar en el caso de la ocurrencia de un incendio forestal.

**3) Herramientas:** Si no se cuenta con las herramientas convencionales para el control y la <liquidación> de incendios: McLeod, Pulaski, herramienta combinada, rastrillo forestal, matafuego, pala forestal, bomba de mochila y quemador de goteo, se puede trabajar con herramientas tradicionales: machetes, paías, azadones y rastrillos. Éstas deberán ser guardadas en un lugar de fácil acceso y se les debe dar adecuado mantenimiento (USAID / OFDA, 1998: 55).

**4) Equipo:** Las prendas y el equipo básico de seguridad para una persona son: casco, uniforme, guantes de cuero, gafas y mascarilla antihumo, cantimplora, linterna, botas de cuero, botiquín y refugio de protección. En su defecto pueden ser reemplazados por sombrero o gorra, camisa y pantalón de algodón, mascarilla de doctor o pañuelo, botas de hule (sólo si no se va a combatir directamente el fuego) (USAID / OFDA, 1998: 38).

**5) Establecimiento de líneas de control:** Las líneas de control son el conjunto de barreras naturales o construidas y los bordes extinguidos del fuego, que se utilizan para controlar el incendio (USAID / OFDA, 1998: 66). Pueden ser ríos, caminos, carreteras y terrenos rocosos que evitan o frenan el avance del fuego. En los mapas adjuntos se pueden identificar las líneas de control que ya existen en la finca. Otras líneas de control pueden ser los caminos que se construyan para el aprovechamiento. Adicionalmente se sugiere hacer una brecha a lo largo de los linderos de la finca y chapear (mantener limpio de malezas y monte) el terreno por donde pasa el tendido de energía eléctrica.

**6) Eliminación de material combustible:** En las áreas donde se haya talado para los raleos, es recomendable el manejo de residuos. Hay que apilarlos y quemarlos, con cuidado de que el fuego no se expanda y que al terminar quede bien liquidado.

## **b. Control de plagas y enfermedades**

Es necesario vigilar el estado fitosanitario del bosque para detectar a tiempo plagas y enfermedades que puedan causar daños económicos y actuar a tiempo en su control.

### **1) Parásitos**

El liquidámbar es atacado por un gran número de patógenos. En los recorridos por la finca se encontró gran número de árboles atacados por una planta parasítica, muchos de ellos ya muertos. Podría tratarse de una especie de muérdago de la familia Lauranthaceae o bien de un mata palo de la familia Moraceae. En cualquier caso, se observó que la planta trepa por el tronco del árbol y se alimenta del mismo. Al llegar a su copa lo cubre, obstaculiza la fotosíntesis y causa su muerte. Se recomienda determinar de qué tipo de planta parasítica se trata y centrar la atención en su vigilancia y control.

### **2) Plagas**

En los árboles de pino la vigilancia debe estar dirigida hacia la aparición de focos de gorgojo (*Dendroctonus* spp.). Los brotes se pueden identificar por la presencia de árboles cuyo follaje se torna rojizo, y en los cuales se pueden observar cúmulos de resina en la corteza. El método de control preferido es el salvamento. El salvamento consiste en la remoción, el descortezamiento, quema de corteza y la utilización o venta de los árboles infestados. Muchos prefieren este método de control, ya que permite al propietario del bosque o plantación un retorno de capital. Para que el salvamento sea efectivo, el material infestado debe removerse en poco tiempo (Swain y Remion, s.f.: 2). Antes de realizar un salvamento se debe tramitar la autorización ante las autoridades correspondientes del INAB.

## **c. Protección de las fuentes de agua**

Las actividades de manejo forestal deben perseguir la doble finalidad de producción continua de bienes y manutención de los servicios ambientales de los ecosistemas. Esto implica que el manejo también debe asegurar la permanencia de las masas forestales para garantizar la estabilidad de la zona respecto a la producción de agua (PAFG, 1996: 8). En este sentido, la finca Los Cimientos cuenta por lo menos con tres nacimientos, que junto con el drenaje superficial llegan a formar dos quebradas de carácter intermitente que deben ser protegidas.

## **E. Manejo de las unidades**

En esta sección se aplican al manejo de cada unidad los criterios silviculturales descritos anteriormente.

### **1. Cortas**

#### **a. Raleos en la unidad 1**

En esta unidad se tomó como base el diámetro medio del pino para

calcular el número de árboles para raleo, ya que el pino es la especie dominante en el estrato de bosque mixto. A continuación se indica cuántos árboles es necesario raleo por hectárea y en el total de la unidad, así como el volumen que éstos representan.

Cuadro 21: Cantidad de árboles para raleo por ha en la unidad 1

Clase diamétrica	# de árboles para raleo / ha				
	Pino	Encino	Liqui-dámbar	Otras latifoliadas	Todas las especies
10-19	15	76	117	48	255
20-29	0	35	23	6	63
30-39	0	0	0	0	0
40-49	3	0	0	0	3
50-59	6	0	0	0	6
60-69	0	0	0	0	0
70-79	1	0	0	0	1
80-89	2	0	0	0	2
<b>TOTAL/ha</b>	<b>26</b>	<b>111</b>	<b>139</b>	<b>54</b>	<b>330</b>

En el cuadro 21 se muestra la cantidad de árboles para raleo por hectárea. La primera columna representa la clase diamétrica a la que corresponden los árboles. Las columnas 2 a 5 indican la cantidad de árboles que se deben raleo por hectárea de cada especie y por clase diamétrica. La última columna ("Todas las especies") se refiere al total de árboles de cada clase diamétrica que se debe tumbar por hectárea. En la última fila del cuadro se muestra el total de árboles para raleo por hectárea de cada especie y de todas las especies.

Cuadro 22: Remanentes por ha en la unidad 1

Clase diamétrica	# de remanentes / hectárea				
	Pino	Encino	Liqui-dámbar	Otras latifoliadas	Todas las especies
10-19	9	16	18	6	50
20-29	17	30	33	11	91
30-39	23	39	44	14	120
40-49	22	37	41	14	114
50-59	15	25	28	9	78
60-69	7	13	14	5	38
70-79	0	0	0	0	0
80-89	1	1	1	0	3
<b>TOTAL/ha</b>	<b>94</b>	<b>161</b>	<b>180</b>	<b>59</b>	<b>495</b>

En el cuadro 22 se presenta la cantidad de árboles que quedará después del raleo por cada hectárea. La primera columna representa la clase diamétrica a la que corresponden los árboles. Las columnas 2 a 5 indican la cantidad remanente por hectárea de cada especie y por clase diamétrica. La última columna ("Todas las especies") se refiere al total de árboles de cada clase diamétrica que quedarán por hectárea. En la última fila del cuadro se muestra el total de remanentes por hectárea de cada especie y de todas las especies.

El cuadro 23 indica el volumen que representan los árboles para raleo por hectárea en la unidad 1. La primera columna indica la marca de clase (o clase diamétrica) a la cual pertenece el volumen extraído. Las columnas 2 a 5 indican el volumen que se va a extraer por especie y marca de clase. Nótese que en el caso del pino, se indica el volumen total y luego

se subdivide este volumen en troza y leña. Para las otras especies se tomó el volumen total por hectárea como volumen de leña, ya que la mayoría no tiene mercado como madera. La última columna ("Todas las especies") se refiere al total de volumen de cada clase diamétrica que se obtendrá por hectárea.

Cuadro 23: Volumen por ha que se va a extraer en el raleo de la unidad 1

M.C. (cm)	Pino			Encino	Liquidámbar	Otras latif.	Todas las especies
	total (m <sup>3</sup> /ha)	troza (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)
14.5	1.75	0.00	1.75	8.74	17.77	5.24	33.50
24.5	0.00	0.00	0.00	15.06	11.03	1.93	28.02
34.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44.5	4.67	3.04	1.63	0.00	0.00	0.00	4.67
54.5	14.31	10.02	4.29	0.00	0.00	0.00	14.31
64.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.5	6.13	4.29	1.84	0.00	0.00	0.00	6.13
84.5	12.12	8.49	3.64	0.00	0.00	0.00	12.12
<b>TOTAL</b>	<b>38.98</b>	<b>25.83</b>	<b>13.15</b>	<b>23.80</b>	<b>28.80</b>	<b>7.17</b>	<b>98.75</b>

Cuadro 24: Volumen total que se va a extraer en el raleo de la unidad 1

M.C.	Pino			Encino	Liquidámbar	Otras latif.	Todas las especies
	total (m <sup>3</sup> )	troza (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )
14.5	56.40	0.00	56.40	281.87	573.13	168.98	1080.39
24.5	0.00	0.00	0.00	485.72	355.65	62.27	903.64
34.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
44.5	150.59	97.88	52.70	0.00	0.00	0.00	150.59
54.5	461.54	323.08	138.46	0.00	0.00	0.00	461.54
64.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.5	197.74	138.42	59.32	0.00	0.00	0.00	197.74
84.5	390.95	273.66	117.28	0.00	0.00	0.00	390.95
<b>TOTAL</b>	<b>1257.22</b>	<b>833.04</b>	<b>424.17</b>	<b>767.60</b>	<b>928.77</b>	<b>231.25</b>	<b>3184.84</b>

El cuadro 24 muestra el volumen total que se extraerá en los raleos de la unidad 1. La primera columna representa la marca de clase (o clase diamétrica) a la cual pertenece el volumen extraído. Las columnas 2 a 5 indican el volumen que se debe extraer por especie y marca de clase. Nuevamente, en el caso del pino, se indica el volumen total y luego se subdivide este volumen en troza y leña; y para las otras especies se presenta el volumen total por hectárea como volumen de leña. La última columna ("Todas las especies") se refiere al total de volumen de cada clase diamétrica que se obtendrá por hectárea. La última fila muestra el volumen total por especie.

## b. Raleos en la unidad 2

Para determinar la intensidad de raleo en esta unidad, se tomó como base el diámetro medio del liquidámbar, que es la especie dominante en el estrato de bosque latifoliado con liquidámbar. A continuación se indican cuántos árboles raleo por hectárea y en el total de la unidad, así como el volumen que éstos representan.

Cuadro 25: Cantidad de árboles para raleo por ha en la unidad 2

Clase diamétrica	# de árboles para raleo / ha				
	Pino	Encino	Liqui-dámbar	Otras latifoliadas	Todas las especies
10-19	0	4	216	75	295
20-29	0	2	0	0	2
30-39	1	0	36	0	37
40-49	4	0	0	10	14
50-59	0	0	2	0	2
60-69	0	0	0	0	0
70-79	0	0	1	0	1
80-89	0	0	0	0	0
<b>TOTAL/ha</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>256</b>	<b>85</b>	<b>352</b>

En el cuadro 25 se muestra la cantidad de árboles que se deben cortar por especie y por clase diamétrica, en cada hectárea de la unidad 2. La primera columna representa la clase diamétrica a la que corresponden los árboles. Las columnas 2 a 5 indican la cantidad de árboles para raleo por hectárea de cada especie y por clase diamétrica. La última columna ("Todas las especies") se refiere al total de árboles de cada clase diamétrica que se debe tumar por hectárea. En la última fila del cuadro se muestra el total de árboles a raleo por hectárea de cada especie y de todas las especies.

Cuadro 26: Remanentes por ha en la unidad 2

Clase diamétrica	# de remanentes / hectárea				
	Pino	Encino	Liqui-dámbar	Otras latifoliadas	Todas las especies
10-19	3	2	351	62	423
20-29	4	0	505	89	609
30-39	1	0	169	30	203
40-49	0	0	13	2	15
50-59	0	0	0	0	0
60-69	0	0	0	0	0
70-79	0	0	0	0	0
80-89	0	0	0	0	0
<b>TOTAL/ha</b>	<b>8</b>	<b>2</b>	<b>1037</b>	<b>182</b>	<b>1251</b>

En el cuadro 26 se presenta la cantidad de árboles que quedarán después del raleo en cada hectárea de la unidad 2. La primera columna representa la clase diamétrica a la que corresponden los árboles. Las columnas 2 a 5 indican la cantidad de remanentes por hectárea, de cada especie y por clase diamétrica. La última columna ("Todas las especies") se refiere al total de árboles de cada clase diamétrica que quedarán por hectárea. En la última fila del cuadro se muestra el total de remanentes por hectárea de cada especie y de todas las especies.

El cuadro 27 indica el volumen que representan los árboles que se van a raleo por hectárea en la unidad 2. La primera columna indica la marca de clase (o clase diamétrica) a la cual pertenece el volumen extraído. Las columnas 2 a 5 indican el volumen a extraer por especie y marca de clase. Nótese que en el caso del pino, se indica el volumen total y luego se subdivide este volumen en troza y leña. Para las otras especies se tomó el volumen total por hectárea como volumen de leña, ya que la mayoría no tiene mercado como madera. La última

columna ("Todas las especies") se refiere al total de volumen de cada clase diamétrica que se obtendrá por hectárea.

Cuadro 27: Volumen por ha que se va a extraer en el raleo de la unidad 2

M.C. (cm)	Pino			Encino	Liquidámbar	Otras latif.	Todas las especies
	total (m <sup>3</sup> /ha)	troza (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)	leña (m <sup>3</sup> /ha)	(m <sup>3</sup> /ha)
14.5	0.00	0.00	0.00	0.55	31.90	7.47	39.92
24.5	0.00	0.00	0.00	1.21	0.00	0.00	1.21
34.5	0.97	0.52	0.44	0.00	44.65	0.00	45.62
44.5	5.62	3.66	1.97	0.00	0.00	18.18	23.80
54.5	0.00	0.00	0.00	0.00	9.99	0.00	9.99
64.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.5	0.00	0.00	0.00	0.00	10.36	0.00	10.36
84.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>6.59</b>	<b>4.18</b>	<b>2.41</b>	<b>1.76</b>	<b>96.90</b>	<b>25.65</b>	<b>130.90</b>

Cuadro 28: Volumen total que se va a extraer en el raleo de la unidad 2

M.C.	Pino			Encino	Liquidámbar	Otras latif.	Todas las especies
	total (m <sup>3</sup> )	troza (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )	leña (m <sup>3</sup> )	(m <sup>3</sup> )
14.5	0.00	0.00	0.00	10.90	630.02	147.51	788.43
24.5	0.00	0.00	0.00	23.90	0.00	0.00	23.90
34.5	19.09	10.31	8.78	0.00	881.82	0.00	900.91
44.5	111.08	72.20	38.88	0.00	0.00	359.05	470.12
54.5	0.00	0.00	0.00	0.00	197.37	0.00	197.37
64.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
74.5	0.00	0.00	0.00	0.00	204.52	0.00	204.52
84.5	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>TOTAL</b>	<b>130.17</b>	<b>82.51</b>	<b>47.66</b>	<b>34.80</b>	<b>1913.73</b>	<b>506.55</b>	<b>2585.26</b>

El cuadro 28 muestra el volumen total que se extraerá en los raleos de la unidad 2. La primera columna representa la marca de clase (o clase diamétrica) a la cual pertenece el volumen extraído. Las columnas 2 a 5 indican el volumen a extraer por especie y marca de clase. Nuevamente, en el caso del pino se indica el volumen total y luego se subdivide este volumen en troza y leña; mientras que en todas las demás especies se tomó el volumen total por hectárea como volumen de leña. La última columna ("Todas las especies") se refiere al total de volumen de cada clase diamétrica que se obtendrá por hectárea. La última fila muestra el volumen total que se extraerá por especie.

### c. Raleos en la unidad 3

Como la curva de distribución diamétrica de los rodales de liquidámbar en los guataíes ya marca una tendencia normal, no se recomienda aún un raleo en este estrato.

#### **d. Raleos en la unidad 4**

Los rodales que conforman esta unidad se encuentran en las partes más altas de la finca y con las pendientes más fuertes, lo cual hace que los suelos sean muy susceptibles a la erosión. Por esta razón no es conveniente hacer un raleo de la intensidad de los raleos sugeridos para las unidades 1 y 2. En esta unidad se recomienda eliminar únicamente los árboles enfermos y los árboles sobremaduros (de las clases diamétricas más grandes), que puedan ser aprovechados con fines maderables. Éstos árboles deberán ser identificados y marcados en el campo, para tramitar el respectivo permiso ante las autoridades, puesto que su cuantificación no está incluida en este trabajo.

### **2. Regeneración**

El método de regeneración que se implementará en todas las unidades es el de regeneración natural descrito anteriormente. En esta sección se detallan algunos aspectos que se deben tomar en cuenta en el manejo de la regeneración de cada unidad.

#### **a. Regeneración en la unidad 1**

Por tratarse del estrato de bosque mixto, en esta unidad las especies comerciales son el pino y el liquidámbar, mientras que las especies de interés especial son el encino y el pimientillo. Como el liquidámbar se regenera rápidamente tanto por semilla como vegetativamente, en los lugares donde se han llevado a cabo aclareos, se debe controlar que su competencia no impida la regeneración de pino y cause un cambio en la composición vegetal. En esta unidad es muy importante el desyerbado, pues según se observó en el campo, en el bosque mixto tienden a formarse grupos densos de arbustos, que además de robar espacio a las especies forestales, si no se eliminan a tiempo, dificultan otras actividades como las de protección.

#### **b. Regeneración en la unidad 2**

En esta unidad que está conformada por el estrato de bosque latifoliado con liquidámbar, las especies comerciales por el momento son el liquidámbar y el cedro de altura. Las especies de interés especial son aquéllas que tienen potencial para madera o como productoras de otros tipos de resina o frutos y cuyo mercado podría desarrollarse más adelante. De los frutos del arrayán por ejemplo, se extrae una cera que sirve para fabricar veladoras y para barnizar muebles. También aquéllas de importancia ecológica deben ser identificadas como de interés especial para manejar su regeneración, tal es el caso del aguacatillo que sirve de alimento al quetzal.

#### **c. Regeneración en la unidad 3**

En esta unidad compuesta por rodales de liquidámbar en los guatales, las especies de interés comercial son el liquidámbar y el pino. También es muy importante el desyerbado, ya que en los guatales tiende a formarse matorral muy denso, que además de robar espacio a las especies forestales, si no se elimina a tiempo, dificulta otras actividades como las de protección.

#### **d. Regeneración en la unidad 4**

Como esta unidad está conformada por rodales de tres estratos (bosque mixto, bosque latifoliado con liquidámbar y rodales de liquidámbar en los guatales), las especies de interés comercial y especial dependen del tipo de estrato al que pertenece cada rodal:

1) En los rodales de bosque mixto, las especies comerciales son el pino y el liquidámbar y las de interés especial el encino y el pimentillo. Al igual que en la unidad 1, en estos rodales se deberá controlar que la regeneración de liquidámbar no elimine a la de pino.

2) En los rodales de bosque latifoliado las especies comerciales son el liquidámbar y el cedro de altura y se deberán definir las especies de interés especial de acuerdo a su potencial como madera o de otros productos (gomas, resinas, ceras) y su importancia ecológica.

3) En los rodales de liquidámbar en los guatales que se encuentran en las partes más altas de la finca, ya existe un plan de regeneración orientado a recuperar el bosque nuboso, por lo que no se sugiere el mismo manejo de regeneración de la unidad 3.

### **3. Protección forestal**

#### **a. Protección en la unidad 1**

En esta unidad se debe prestar atención a la aparición de brotes de gorgojo y controlarlos. Para la protección contra incendios, se debe establecer vigilancia y hacer brechas de control en el extremo sur de los rodales 4.7 y 4.8, ya que éstos colindan en la parte más baja con la carretera a Chilascó y en años anteriores ha habido incendios provocados desde la carretera. También en el lado sur del rodal 4.3 se debe establecer una brecha de control, puesto que este rodal colinda con un sembradío de maíz, donde es común la práctica de rozas y el fuego puede pasar fácilmente hacia este rodal. Durante el aprovechamiento se deberá cuidar que los caminos de extracción no pasen por las quebradas en los rodales 4.3, 4.6, 4.7, y 4.8 y si no hay otra alternativa, se deberán construir puentes que permitan el paso del agua y eviten su sedimentación.

#### **b. Protección en la unidad 2**

Para la protección de esta unidad es necesario el control del muérdago, principalmente en el rodal 7.5. En la protección contra incendios es importante construir una brecha de control en el lado oeste del rodal 7.3, ya que éste también colinda con áreas de cultivo donde se practican rozas. Por ser este un rodal muy apartado y por lo tanto difícil de vigilar, se sugiere que la brecha sea bastante ancha y que se limpie regularmente. El cuidado de las fuentes de agua es importante en los rodales 7.4 y 7.5 cuando se lleve a cabo la extracción de los productos de los raleos.

#### **c. Protección en la unidad 3**

Aunque la mayoría de rodales de esta unidad se encuentran rodeados por guatales y otros tipos de bosque el control de incendios es de gran importancia, ya que de producirse un incendio en los guatales, éste avanzará muy rápido debido a la topografía escarpada del terreno y al material tan combustible que constituyen los

matorrales y pastizales. Se sugiere contar con brechas alrededor de estos rodales y en los guatales con colindancia en el oeste.

#### **d. Protección en la unidad 4**

En esta unidad, el control de incendios es muy importante ya que constituye una cabecera de cuenca. Un incendio, al eliminar la vegetación, no sólo causaría serios daños de erosión y sedimentación de las fuentes de agua, sino que disminuiría su capacidad de carga hídrica. La vigilancia debe establecerse en el lado oeste del rodal 4.2. ya que éste también colinda con cultivos agrícolas donde se practican rozas. Otros puntos desde los cuales se puede vigilar la aparición de incendios son: el Cerro Niño Perdido en el punto más alto de la finca y a lo largo del cerco que pasa por los rodales 4.1 y 7.2, donde también se sugiere construir una brecha corta fuego.

### **F. Aprovechamiento**

El aprovechamiento consistirá en la resinación de árboles de liquidámbar y la extracción de troza, trocillo, postes y leña, productos de los raleos.

#### **1. Resinación**

Aunque ya se ha comenzado a resinar con el método hondureño de "guacas", no se recomienda seguir utilizando esta técnica, por los daños que causa al árbol. Se sugiere implementar el método de resinación que se utiliza para extraer el bálsamo de benjuí o el método de pica de corteza que se hace en pinos o bien una combinación de éstos.

Cualquier técnico de la región puede ayudar en el entrenamiento del personal para la resinación, siempre y cuando haya trabajado en resinación de pinos con el método alemán y sea informado sobre las técnicas recomendadas en este estudio para la resinación del liquidámbar. En cualquier caso, se debe recordar que la resina se forma por el daño mecánico al árbol y por tanto es necesario que las picas lleguen a tocar la primera capa de madera, conocida como albura. Esto no implica que las picas deban ser profundas, con unos 2 ó 3 centímetros de profundidad es suficiente. Si se emplea el método de pica de corteza, se debe recordar que la corteza del liquidámbar es delgada, por lo que no se necesita mayor esfuerzo para el descortezamiento. Además, se debe tomar en cuenta que no hay un estudio que indique que uno u otro sistema de pica produzca más resina.

Se propone resinar un total de 4000 árboles, que producirán de 289.52 a 387.24 libras de resina por mes y un total de 2316.20 a 3097.80 libras en todo el período de producción.

#### **2. Extracción de madera**

Como producto de los raleos se obtendrán ciertos volúmenes de troza, trocillo y leña. Éstos podrán ser obtenidos de una sola vez, si se intervienen todos los rodales de las unidades de manejo en el primer año, o bien espaciados a medida que se interviene uno o dos rodales por año.

Cuadro 29: Volumen / ha a obtener de los raleos en las unidades 1 y 2

Especie	Volumen (m <sup>3</sup> / ha)				Distribución porcentual del volumen		
	Total	Troza	Trocillo	Leña	Troza	Trocillo	Leña
Pino	45.57	30.01	2.22	13.35	66	5	29
Encino	25.56	0.00	0.00	25.56	0.00	0.00	100
Liquidámbar	125.70	0.00	0.00	125.70	0.00	0.00	100
Otras latifoliadas	32.82	0.00	0.00	32.82	0.00	0.00	100
<b>TOTAL</b>	<b>229.65</b>	<b>30.01</b>	<b>2.22</b>	<b>197.43</b>	<b>13</b>	<b>1</b>	<b>86</b>

El cuadro 29 muestra el volumen por hectárea que se obtendrá por especie. Éste se presenta en volumen total y luego se subdivide en el volumen de los diferentes productos (troza, trocillo y leña), según el mercado que tengan las especies. El cuadro también presenta el % de volumen que corresponde a cada producto.

Entre los objetivos del centro de capacitación "Bosque Los Cimientos" está capacitar a otras personas en el manejo forestal, por lo que los raleos pueden formar parte de un curso de capacitación en el que las personas participen en las siguientes actividades:

#### a. Tala

La tala será realizada por personal calificado, con motosierras y se debe orientar la caída de los árboles, de tal manera que no se cause daño a los árboles remanentes.

#### b. Arrastre y extracción

El arrastre de trozas y trocillos se llevará a cabo de los sitios de corta a las bacadillas por medio de bueyes, en primer lugar, porque las trozas son, en su mayoría de diámetros menores y en segundo lugar, porque este método causa una alteración mínima en el ambiente natural, es simple y adaptable a los tamaños de las trozas. Además, requiere de menor infraestructura y los costos son más bajos (FAO, 1995: 2).

Para minimizar el daño al suelo en el arrastre de las trozas, se sugiere utilizar un "sulky" para facilitar la extracción. El "sulky" es un arco de metal equipado con dos ruedas y un timón que lo une al yugo de los bueyes. El arco permite que la troza viaje parcial o totalmente suspendida. El "sulky" también permite un mayor rendimiento de parte de los animales al aumentar su capacidad de carga y de arrastre (FAO, 1995: 2). Para facilitar el arrastre por parte de los animales es mejor cortar las trozas en el sitio de tumba. Si las trozas van a ser vendidas a aserraderos, se aconseja averiguar con anticipación el largo de la troza que se compra y cuántas pulgadas se deben dejar en demasía.

En la <saca> de leña también se utilizarán los bueyes. Para facilitar esta operación se puede usar carreta de madera. También se puede utilizar un tractor agrícola con un carretón, pero los costos de esta operación no están contemplados.

Una vez en las bacadillas, los productos (trozas y leña) serán cargados en camiones para su extracción hacia un patio de acopio o directamente a un aserradero.

### c. Transporte

Las trozas podrán ser vendidas puestas en finca y la leña transportada a los mercados más cercanos por medio de camiones. Otra opción es, en el caso de llevar a cabo los raleos como parte de una capacitación a personas individuales, adiestrarlas en el corte de trozas con el aserradero portátil que hay en la finca y pagar sus labores con la madera y la leña extraídas.

### d. Caminos y bacadillas

Para el paso de los bueyes en el arrastre de trozas de los sitios de corta a las bacadillas se pueden ampliar las veredas existentes y construir caminos adicionales manualmente, para evitar la remoción de tierra que ocasionaría serios daños al suelo y para bajar los costos. En todo caso, las vías de saca no deben exceder los 500 m de longitud. Para la extracción de los productos se podrá utilizar el camino principal que atraviesa la finca, aunque es necesaria la construcción de más caminos para el acceso de los camiones a las bacadillas. Tanto en la construcción de caminos para los camiones y las vías de saca para los bueyes se aconseja seguir en lo posible las curvas de nivel para tener menos pendiente. Se debe evitar en lo posible que los caminos para camiones pasen por los ríos y las quebradas. Donde las vías de arrastre atraviesen quebradas se sugiere la construcción de puentes de madera rústicos para facilitar el paso de los bueyes y proteger las fuentes de agua.

## G. Investigación

### 1. Parcelas permanentes de muestreo (ppm)

Las parcelas permanentes de muestreo son parcelas fijas que sirven para monitorear el crecimiento natural del bosque, la respuesta a los raleos, la regeneración natural y la sucesión ecológica. En otras palabras, permiten la realización de un inventario continuo. Se propone establecer un total de 10 ppm, 5 en el estrato 4 y 5 en el estrato 7<sup>2</sup>. Si se desea, también se puede establecer algunas ppm adicionales en el estrato 9. Las parcelas deberán ser de 400m<sup>2</sup>, sin importar su forma<sup>3</sup>. Lo mejor será levantarlas en el primer año de funcionamiento de este plan de manejo. De preferencia deberán estar ubicadas al azar, primero en el mapa y luego en el campo. Se recomienda tomar su posición geográfica con un GPS.

En cada parcela se marcarán e identificarán los árboles con un código y se tomarán datos de: especie, DAP (cm), altura (m), y calidad (forma del fuste y estado fitosanitario). También es importante llevar un control de la regeneración natural con la

<sup>2</sup> En la sección de ANEXOS se incluyen los cálculos realizados para determinar el número de ppm necesarias.

<sup>3</sup> El INAB está trabajando actualmente en impulsar una red de ppm en el país. A finales del año 1999, se establecieron en los departamentos de Alta Verapaz e Izabal 12 ppm de 50 x 50 m, con subparcelas de 10 x 10 m para conteo de latizales. Así, el tamaño propuesto de 400 m<sup>2</sup> para las ppm de la finca Los Cimientos se puede modificar para guardar el mismo modelo e inscribirlos en la red del INAB. Pero se debe tomar en cuenta que al cambiar el tamaño de las parcelas es necesario ajustar el número de parcelas a levantar.

identificación de los latizales y brinzales dentro de subparcelas más pequeñas. Cada cuatro meses se volverán a tomar los datos de DAP, altura y calidad, sin descartar los datos anteriores. Las ppm serán especialmente útiles si la intervención por raleos se efectúa a lo largo de varios años, pues permitirán saber cuántos árboles pasan de una clase diamétrica a la siguiente y así poder ajustar la intensidad de los raleos propuestos.

## 2. Ensayos de resinación

A fin de contar con una mejor estimación de la producción promedio de resina por árbol, sería conveniente complementar el ensayo de resinación realizado en el año 2001, durante los años siguientes. Si se toman como muestra los mismos 50 árboles y los datos de resina en peso bruto por árbol, con los mismos intervalos entre cosechas del ensayo 2001, se podrá determinar, mediante un ensayo de hipótesis si la producción aumenta en los años siguientes.

De momento no hay estadios que comparen la eficacia y productividad de los métodos de resinación que se podrían implementar en el liquidámbar. Como uno de los servicios que presta el centro de capacitación "Bosque Los Cimientos" es el de permitir un espacio para prácticas de estudiantes, técnicos e investigadores, se podría aprovechar la oportunidad para realizar un ensayo con el fin de comparar dos o tres métodos de resinación.

El ensayo también puede ser realizado por la misma administración de la finca. Se podría comparar, por ejemplo el método tradicional hondureño de "guacas" o "cajetes" con el método de incisiones en forma de "V" utilizadas para la extracción del benjuí y con una modificación del método "pica de corteza" utilizado en pinos. Como se ha visto que la producción no es proporcional al diámetro del árbol, se pueden utilizar árboles de diferentes diámetros. Aunque según los resultados del ensayo de resinación realizado el año pasado en la finca Los Cimientos tampoco hay relación entre el número de picas y la producción de resina, para comparar tratamientos (diferentes métodos de resinación), por lo que se sugiere utilizar el mismo número de picas por árbol. Las muestras pueden ser árboles individuales o grupos de árboles. En el caso de utilizar grupos, éstos deben estar conformados por igual número de árboles (e.g. si la muestra propuesta es de 5 árboles, todas las muestras deben ser de 5 árboles). Además, cada tratamiento deberá tener igual número de muestras y se deberán tener más de dos muestras por tratamiento para poder calcular la media, la desviación estándar y otros parámetros estadísticos. La recolección de resina se deberá hacer a intervalos iguales de tiempo (e.g. cada 30 días o cada 60 días). En la sección de ANEXOS se incluye dos boletas para la toma de datos.

## H. Cronograma de actividades

El cuadro 30 indica cuándo y qué actividades se llevarán a cabo en el primer año en que se implemente el plan de manejo propuesto. Se supuso que los raleos de las unidades 1 y 2 serían realizados al mismo tiempo y en los primeros dos años de del plan, si los raleos se realizan a lo largo del periodo de los 5 años estipulados será necesario elaborar otro cronograma de actividades.

Cuadro 30: Cronograma de actividades para el primer año de funcionamiento del plan de manejo

Años 1 y 2	Mes											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Raleos</b>												
marcaje de árboles												
construcción de caminos												
tumba												
extracción												
manejo de desechos												
mantenimiento de caminos												
<b>Manejo de regeneración natural</b>												
identificación												
limpias												
desyerba												
<b>PPM</b>												
toma de datos												
<b>Resinación</b>												
<b>Protección</b>												
contra plagas y enfermedades												
prevención y control de incendios												

El cuadro 31 es una guía para saber cuándo y qué actividades se realizarán en los siguientes 4 años, después de que comience a funcionar el plan de manejo.

Cuadro 31: Cronograma de actividades para los siguientes 4 años del plan de manejo

Años 2-5	Mes											
	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Sept.	Oct.	Nov.	Dic.
<b>Raleos</b>												
marcaje de árboles												
mantenimiento de caminos												
tumba												
extracción												
manejo de desechos												
<b>Manejo de regeneración natural</b>												
identificación												
limpias												
desyerba												
<b>PPM</b>												
toma de datos												
<b>Resinación</b>												
<b>Protección</b>												
contra plagas y enfermedades												
prevención y control de incendios												

## I. Análisis financiero de las actividades

Uno de los objetivos de este plan de manejo es generar beneficios económicos a partir del manejo del liquidámbur para resinación. Por esta razón es importante conocer la rentabilidad de las actividades propuestas. Para ello se utilizó la relación costo-beneficio, porque es un modelo sencillo y para proyectos a corto plazo resulta útil y bastante preciso.

Los costos fueron calculados bajo los siguientes supuestos:

1. Los raleos se harán en los dos primeros años de funcionamiento del plan de manejo. Se extraerá el mismo volumen en ambos años.
2. Para la extracción de la madera se construirán caminos para el paso de camiones, los cuales cubrirán 10 km del terreno.
3. Para la venta, la madera será puesta en aserraderos y la leña en centros de consumo, para lo cual habrá que pagar los respectivos fletes.
4. Se contará con dos jornaleros para la vigilancia de incendios y para mantener las brechas y ejecutar otras actividades de protección durante todo el año.
5. Se pagará el servicio de un técnico que velará por el cumplimiento de las operaciones y de un ingeniero forestal encargado de los planes operativos y de visitar la finca periódicamente.
6. Todos los años se dará mantenimiento a los caminos.
7. Todos los años se llevarán a cabo limpiezas para favorecer la regeneración natural.
8. Se resinarán 4000 árboles, bajo el supuesto de que cada árbol produce 1lb / mes de resina, que es el mínimo reportado en Honduras. En total se realizarán 8 cosechas, una por mes <sup>4</sup>.
9. Entre el equipo que se necesita para la resinación se incluyó una estimación de los precios de herramientas tradicionales (machetes, hachas, etc.) y el de las herramientas convencionales que son utilizadas en el método de "pica de corteza" descritos en la sección 5.2.6. y que habría que mandar a hacer.
10. La resina será vendida al precio que pagan las plantas refinadoras en Honduras de 21 quetzales por libra o 3 dólares por libra.
11. Para el cálculo de los costos se utilizaron los precios actuales de los productos y servicios forestales. Se supuso que éstos permanecerán constantes durante los siguientes 5 años. En el ANEXO 9 se presenta un listado de los precios.
12. No se trabajará con un préstamo, por lo que no se pagarán intereses.

En el cuadro 32 se presenta la relación costo-beneficio de las actividades en el período de cinco años que durará el plan de manejo. Se separó las actividades silviculturales, de protección y de aprovechamiento de madera de la actividad de resinación para mostrar la

<sup>4</sup> Se consideró el mínimo rendimiento reportado en Honduras, ya que la producción estimada en este estudio fue muy baja y requería la resinación de mayor número de árboles. Si se resinan 200 árboles aún se obtiene una relación beneficio costo mayor que 1, pero al tomar en cuenta las actividades de protección y manejo de la regeneración natural que son un compromiso y no se pueden dejar de reaizar, el flujo de caja resulta negativo a partir del tercer año si se resina menos de 4000 árboles. Si se logra una mayor producción de resina por árbol, por lo menos 2 lb por mes, sólo será necesario resinar 1500 árboles (ver ANEXOS).

rentabilidad de cada una y luego la rentabilidad si la resinación se lleva a cabo a la par de un manejo del bosque.

Cuadro 32: costos y beneficios de las actividades silviculturales y la resinación

<b>Actividades</b>	<b>Costos (Q.)</b>	<b>Beneficios (Q.)</b>	<b>Balance (Q.)</b>	<b>Relación B/C</b>
<b>Silvicultura y protección</b>				
<b>Raleos</b>				
marqueo para raleos	7,010.64			
construcción de caminos	30,000.00			
tala	85,628.28			
arrastre de trozas	85,402.50			
flete de trozas	155.28			
venta de pino		737,567.08		
corte de leña	40,392.88			
flete de leña	63,820.75			
venta de leña		525,107.47		
<b>Protección</b>				
jornaleros	109,500.00			
<b>Asesoría profesional</b>				
Técnico forestal	150,000.00			
Ingeniero forestal				
visita (día)	3,000.00			
plan de manejo (has)	1,300.00			
POA	500.00			
Mantenimiento de caminos	13,125.84			
<b>Manejo de regeneración natural</b>				
limpias y desyerba	169,174.20			
<b>Subtotales</b>	<b>759,010.38</b>	<b>1,262,674.55</b>	<b>503,664.17</b>	<b>1.66</b>
<b>Recolección de resina</b>				
<b>Capacitación en resinación</b>				
visita de Ingeniero o Técnico forestal	5,250.00			
Jornaleros	9,450.00			
Herramientas tradicionales	150.00			
Herramientas especiales	600.00			
Recipientes	27,000.00			
Cubetas	1,500.00			
venta de resina		472,500.00		
<b>Subtotales</b>	<b>43,950.00</b>	<b>472,500.00</b>	<b>428,550.00</b>	<b>10.75</b>
<b>Totales</b>	<b>802,960.38</b>	<b>1,735,174.55</b>	<b>932,214.17</b>	<b>2.16</b>

En el cuadro 33, el flujo de caja se calculó de acuerdo a que el manejo y la resinación son una misma actividad.

Cuadro 33: Flujo de caja para los primeros 5 años

año	Costos (Q.)	Beneficios (Q.)	balance del año (Q.)
1	280,730.01	725,837.27	445,107.26
2	244,430.01	725,837.27	481,407.26
3	92,600.12	94,500.00	1,899.88
4	92,600.12	94,500.00	1,899.88
5	92,600.12	94,500.00	1,899.88
<b>TOTAL</b>	<b>802,960.38</b>	<b>1,735,174.55</b>	<b>932,214.17</b>

Como se puede notar, tanto el manejo del bosque como la resinación son actividades rentables, pues tienen una relación costo-beneficio mayor que 1. Además, si se combinan ambas actividades, la relación costo-beneficio sigue siendo favorable. El manejo del bosque requerirá de una inversión de Q.759,010.38, pero generará ingresos de Q.1,262,674.55, por lo que se obtendrá una ganancia de Q.379,050.00. La resinación tendrá una inversión de Q.43,950.00, pero generará Q.472,500.00, para un balance positivo de Q.428,550.00. Combinadas ambas actividades darán una ganancia de Q.937,464.17 en un período de 5 años.

Sin embargo, el flujo de caja muestra que los mayores beneficios serán obtenidos durante los primeros dos años del plan de manejo. A partir del tercer año, aunque el balance es positivo, las ganancias son muy bajas (menos de Q.2000.00 por año). Esto se debe en parte a que las actividades de manejo suben los costos y en parte a que el bajo rendimiento de producción de resina de los árboles genera pocas ganancias. Para que el proyecto sea más rentable, es necesario lograr un mayor rendimiento en la producción de resina y buscar otras actividades que generen ingresos, una de ellas podría ser el ecoturismo.

## VII. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### A. Conclusiones

1. Para el inventario forestal se levantó un total de 39 parcelas, pero en el análisis estadístico sólo se tomaron en cuenta 31 parcelas, ya que en uno de los estratos no estaba planificado el muestreo y por lo tanto no se realizó con rigor estadístico.

2. En el inventario forestal se obtuvo un error de muestreo de 36.64% en volumen, pero este resultado es de poca importancia ya que en el número de árboles, que era la variable de interés, se obtuvo un error más bajo y dentro del margen recomendable, de 19.30%. Los resultados son 90% confiables.

3. Los estratos con abundancia de liquidámbar en la finca Los Cimientos son el bosque mixto de pino, encino y liquidámbar, el bosque latifoliado con liquidámbar y los rodales de liquidámbar en las áreas de guatales.

4. El mayor potencial para resinación se encuentra en el bosque latifoliado con liquidámbar. La finca tiene en total un potencial de más de 7000 árboles resinables (con DAP igual o mayor a 30 cm).

5. Los estratos de bosque mixto de pino, encino y liquidámbar y el bosque latifoliado con liquidámbar presentan altas densidades en cuanto al número de árboles por hectárea y las curvas de distribución de área basal no son normales.

6. Aunque la cantidad de picas posibles por árbol depende del diámetro del mismo, la producción de resina no está en función del diámetro ni del número de picas. Simplemente parece haber árboles más productores que otros.

7. La altitud a que se encuentran los árboles tampoco guarda relación con la producción de resina, pero tal vez la calidad del sitio sea un factor influyente.

8. La producción media de resina por árbol se estimó en 1.20 a 1.51 onzas por mes, lo cual es muy poco si se compara con los rendimientos reportados en Honduras de entre 6 y 15 lbs / árbol / mes. Sin embargo, se debe tomar en cuenta que los datos de este ensayo corresponden a la primera cosecha y que según la experiencia en Honduras, el árbol produce más resina en las cosechas y años subsiguientes. Además, no se tenía experiencia en la corta de picas ni en la recolección de la resina.

9. En la limpieza artesanal de la resina, que implica calentar la resina para filtrarla con un cedazo y dejarla reposar para luego decantar el agua, se obtienen rendimientos muy bajos (71% y 50% respectivamente).

10. El método de resinación hondureño que utiliza "guacas", a pesar de ser económico en cuanto a las herramientas necesarias, resulta contraproducente porque daña mecánicamente al árbol, permite que la resina se contamine por agua de lluvia y materia orgánica, y exige experiencia en el manejo del hacha para que la resina no se escurra de las "guacas". Además, al exponer la madera al ataque de hongos y patógenos se pierde la oportunidad de aprovechar este recurso para fines maderables. A este respecto se debe mencionar que según la literatura consultada, el liquidámbar es

una fuente importante de madera para aserrío, chapas, pulpa y combustible en otros países y podría llegar a serlo también en el país.

11. Hasta el momento no se han desarrollado otros métodos para la resinación del liquidámbar. Pero existen métodos de resinación de otras especies, que se podrían implementar.

12. Para que la extracción de resina de liquidámbar sea rentable en la finca Los Cimientos se debe resinar hasta 4,000 árboles.

13. El manejo forestal que combina las actividades silviculturales con la extracción de resina de liquidámbar en la finca Los Cimientos genera bienes económicos, con una relación costo-beneficio de 2.16 y un balance total de Q.932,214.17 para un flujo de caja de cinco años. Sin embargo, a partir del tercer año de manejo, aunque el balance es positivo, las ganancias son muy bajas (menos de Q.2000 por año).

## **B. Recomendaciones**

1. Se recomienda realizar un inventario más detallado en los rodales de liquidámbar en los guatales.

2. Sería conveniente el establecimiento de 10 parcelas permanentes de muestreo (ppm) para tener un inventario continuo de los bosques de la finca y lograr un error de muestreo menor en cuanto al volumen.

3. Si se llegara a desarrollar un método de resinación que utilice picas más pequeñas y menos profundas se podría fijar un diámetro mínimo resinable menor de 30 cm.

4. Se sugiere evaluar la relación entre la calidad del sitio y la producción de resina.

5. Para tener un dato más seguro sobre la producción de resina por árbol, se debe seguir monitoreando la producción de los 50 árboles picados en la finca, con los mismos intervalos entre cosechas durante unos años más.

6. Es importante desarrollar una técnica de limpieza de la resina que se pueda llevar a cabo en el campo, pero que utilice equipo y cristalería adecuados para lograr mejores rendimientos.

7. No es recomendable seguir utilizando ni difundir el método hondureño de "guacas" para la resinación del liquidámbar, por lo que se deben ensayar otros métodos como el del bálsamo de "benjuí" o el "método pica de corteza" utilizado en pinos y comparar rendimientos para establecer cuál es el más adecuado.

8. Se sugiere determinar la especie de gorgojo que se ha encontrado en las picas de liquidámbar y llevar a cabo un estudio para conocer su interacción con el árbol y saber si se trata de una plaga.

9. Se recomienda seguir buscando mercado para la resina del liquidámbar, tanto para su exportación como a nivel nacional y promover también el uso de la madera.

10. Para lograr una mayor rentabilidad del proyecto es necesario lograr un mayor rendimiento en la producción de resina por árbol o lograr un mejor precio de la resina. También se recomienda buscar otras actividades que generen ingresos del bosque.

## VII. BIBLIOGRAFÍA

- Angelov, M.N., S.S. Sung, R.L. Doong, W.R. Harms, P.P. Kormanik, y C.C. Black. 1995. «Long- and short-term flooding effects on survival and sink –source relationships of swamp-adapted tree species». *Tree Physiology*. 16: 477-484.
- Benítez, R.F. y J.L. Montesinos. 1988. *Catálogo de cien especies forestales de Honduras: Distribución, Propiedades y Usos*. Honduras, Escuela Nacional de Ciencias Forestales (ESNACIFOR). 216 págs.
- Blumenstock, B. (2001). *How to Tap Maple Trees and Make Maple Syrup*. University of Maine System. Disponible en: <http://www.umext.maine.edu/onlinepubs/PDFpubs/7036.pdf+tapping+trees&hl=es> [14-02-02]
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). 1999. *Liquidambar styraciflua Linn.* Proyecto Semillas Forestales (PROSEFOR), Costa Rica. Nota técnica sobre manejo de semillas forestales No. 87. 2 págs.
- Coppen, J.J.W. 1995. *NON WOOD FOREST PRODUCTS 6: Gums, resins and latexes of plant origin*. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO), Roma. 142 págs.
- Daniel, T.W., J.A., Helms y F.S. Backer. 1982. *Principios de Silvicultura*. 2a edición, Editorial McGraw-Hill. México D.F., 492 pp.
- Day, L. (1996). *The City Naturalist – Sweet Gum Tree*. 79th Street Boat Basin Flora and Fauna Society, NY. Disponible en: <http://www.nysite.com/nature/flora/sweetgum.htm> [04-09-01]
- De la Cruz, J. 1982. *Clasificación de las Zonas de Vida Vegetal de Guatemala a nivel de Reconocimiento*. Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación – Instituto Geográfico Nacional. Guatemala. 25 págs.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). 1995. Estudio Monográfico de Explotación Forestal 3. Disponible en: <http://www.fao.org/docrep/v4925S/v4925S00.htm> [16-02-02]
- Forbes, R.D. 1955. «Section 21: Chemistry and Physics of Wood». *Forestry Handbook*. N.Y. The Ronald Press Company. págs: 6-7.
- / Gretzinger, S. 1996. *Análisis financiero del manejo forestal comunitario en la Reserva de la Biosfera Maya: caso de la cooperativa Bethel*. CATIE, Turrialba C.R. 38 págs.
- Grieve, M. (1995). *Storax, Botanical.com a Modern Herbal*. Disponible en: <http://www.botanical.com/botanical/mgmh/s/storax93.html> [04-09-01]
- Instituto Nacional Forestal (INAFOR). 1986. *Método de resinación pica de corteza*. Región 5-1, Junta Nacional de Educación Extra Escolar, Secretaría de Coordinación, Oficina Regional Salamá, Baja Verapaz. 19 págs.
- / Instituto Nacional de Bosques (INAB). 1999. *Precios de productos y servicios forestales*. Guatemala, C.A. (2): 1-7.

- Instituto Nicaragüense de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA). 1993. *Liquidámbur*. Nicaragua, Servicio Forestal Nacional, Laboratorio de tecnología de la madera. Ficha Técnica de Maderas Nicaragüenses. No. 47. 5 págs.
- Ishimaru, K., 1996. «IX *Liquidambar styraciflua* (Sweet Gum): In Vitro Culture and the Production of Tannins and Other Phenolic Compounds» *Biotechnology in Agriculture and Forestry, Medicinal and Aromatic Plants IX*, de Bajaj, Y.P.S. Editorial Springer, [Berlin]. 37: 169-185.
- /León, E. 1997. *Informe final de la consultoría "costos de manejo de bosques naturales de coníferas, región de las Verapaces"*. Proyecto manejo sostenible y conservación de los recursos naturales, Programa Las Verapaces, MAGA-GTZ, Baja Verapaz, Guatemala. 30 págs.
- López, E. 1993. «Aplicación y comparación de los métodos de resinación "tradicional y Alemán" con y sin estimulante, en la Finca El Amatillo, Municipio de El Chol, Baja Verapaz». Tesis-Universidad de San Carlos de Guatemala, Centro Universitario de Nor-Occidente. 49 págs.
- Kormanik, P.P. (s.f.) *Liquidambar styraciflua* L. *Sweetgum*. Disponible en: [http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics\\_manual/volume\\_2/liquidambar/styraciflua.htm](http://www.na.fs.fed.us/spfo/pubs/silvics_manual/volume_2/liquidambar/styraciflua.htm) [05-02-02]
- Krinard, R.M. y H.E. Kennedy, Jr. 1987. «Fifteen-Year Growth of Six Planted Hardwood Species on Sharkey Clay Soil». *USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Research Note*. SO-336: 1-4.
- \_\_\_\_\_; 1987a. «Planted Hardwood Development on Clay Soil Without Weed Control Through 16 Years». *USDA Forest Service, Southern Forest Experiment Station, Research Note*. SO-343: 1-4.
- Manjón, E. 2002. *Estudio sobre la producción de resina de liquidámbur*. Informe Centro Educativo en las Artes y Oficios Forestales "Bosque Los Cimientos", Guatemala. 6 págs.
- Mendoza, M.A. 1983. *Conceptos Básicos de Manejo Forestal*. 1ª ed en español. México, Universidad Autónoma Chapingo. 118 págs.
- Rolet, A. 1930. «Les Styrax a Benjoin». *La parfumerie moderne* [Francia]. (9): 587-593.
- Jeancard, P. 1925. «Le Styrax». *La parfumerie moderne* [Francia]. págs: 73-78
- Roncadori, R.W. (1999) *Diseases of Sweetgum (Liquidambar spp.)* The American Phytopathological Society. Disponible en: <http://www.scisoc.org/resource/common/names/sweetgum.htm> [04-09-01]
- Simmons, C.S., J.M. Tarano y J.H. Pinto. 1959. *Clasificación de los Suelos de la República de Guatemala*. Editorial del Ministerio de Educación Pública, Guatemala. 995 págs.

- Solis, W. 1971. *Honduras: Extracción de resinas*. ESNACIFOR-FAO, Roma. Informe técnico No. 2. 40 págs.
- Standley, P.C. y J.A. Steyermark, 1949. *Flora of Guatemala*, Chicago Natural History Museum. Fieldiana: Botany, 24: 426-428.
- Sung, S.S., P.P. Kormanik y C.C. Black. 1994. «Understanding sucrose metabolism and growth in a developing sweetgum plantation». *Proc. 22nd Southern Forest Tree Improvement Conf., Atlanta, GA*. 114-123.
- Swain, K.M. y M.C. Remion, *Direct Control Methods for the Southern Pine Beetle*, Online Format of USDA Agriculture Handbook No. 575. Disponible en: dirección de internet [20-03-01]
- Tecnología para la extracción de la resina del liquidámbar (*Liquidambar styraciflua*<sup>1</sup>), en la República de Honduras. 2001. Proyecto Inversiones para la Paz AGEXPRONT/AID, Guatemala.<sup>2</sup>
- USAID / Oficina de Asistencia para Catástrofes en el Exterior (OFDA). (1999) *Curso para Bomberos Forestales*. 90 págs.
- U.S. Department of Agriculture, Forest Service. (2002) *Index of Species Information, Species: Liquidambar styraciflua*. Rocky Mountain Research Station, Fire Sciences Laboratory. Fire Effects Information System, [Online]. Disponible en: <http://www.fs.fed.us/database/feis/plants/tree/liqsty/> [05-02-02].

---

<sup>1</sup> sic

<sup>2</sup> sin número de páginas.

## ANEXOS

ANEXO 1	Listado de parásitos que afectan al liquidámbar
ANEXO 2	Fotocopias de las fotografías aéreas
ANEXO 3	Datos adicionales del inventario
ANEXO 4	Fotografías
ANEXO 5	Herramientas usadas en el método "pica de corteza"
ANEXO 6	Cálculo del número de parcelas permanentes de muestreo que se debe levantar
ANEXO 7	Boletas para toma de datos del ensayo de resinación
ANEXO 8	Precios de servicios y productos forestales
ANEXO 9	Análisis financiero para otros casos
ANEXO 10	Formulario para solicitud de licencia de resinación (INAB)

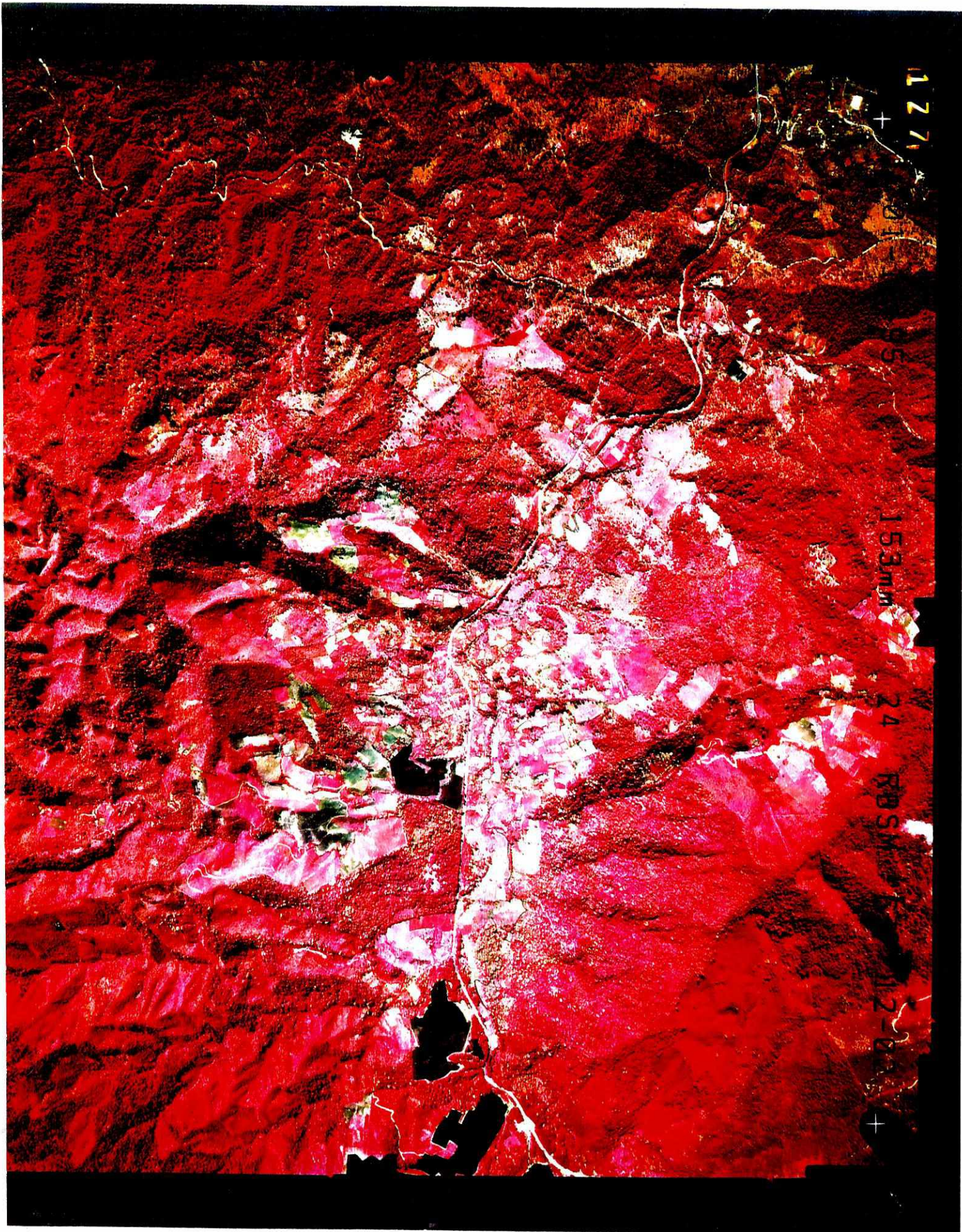
## ANEXO 1: Listado de parásitos que afectan al liquidámbar

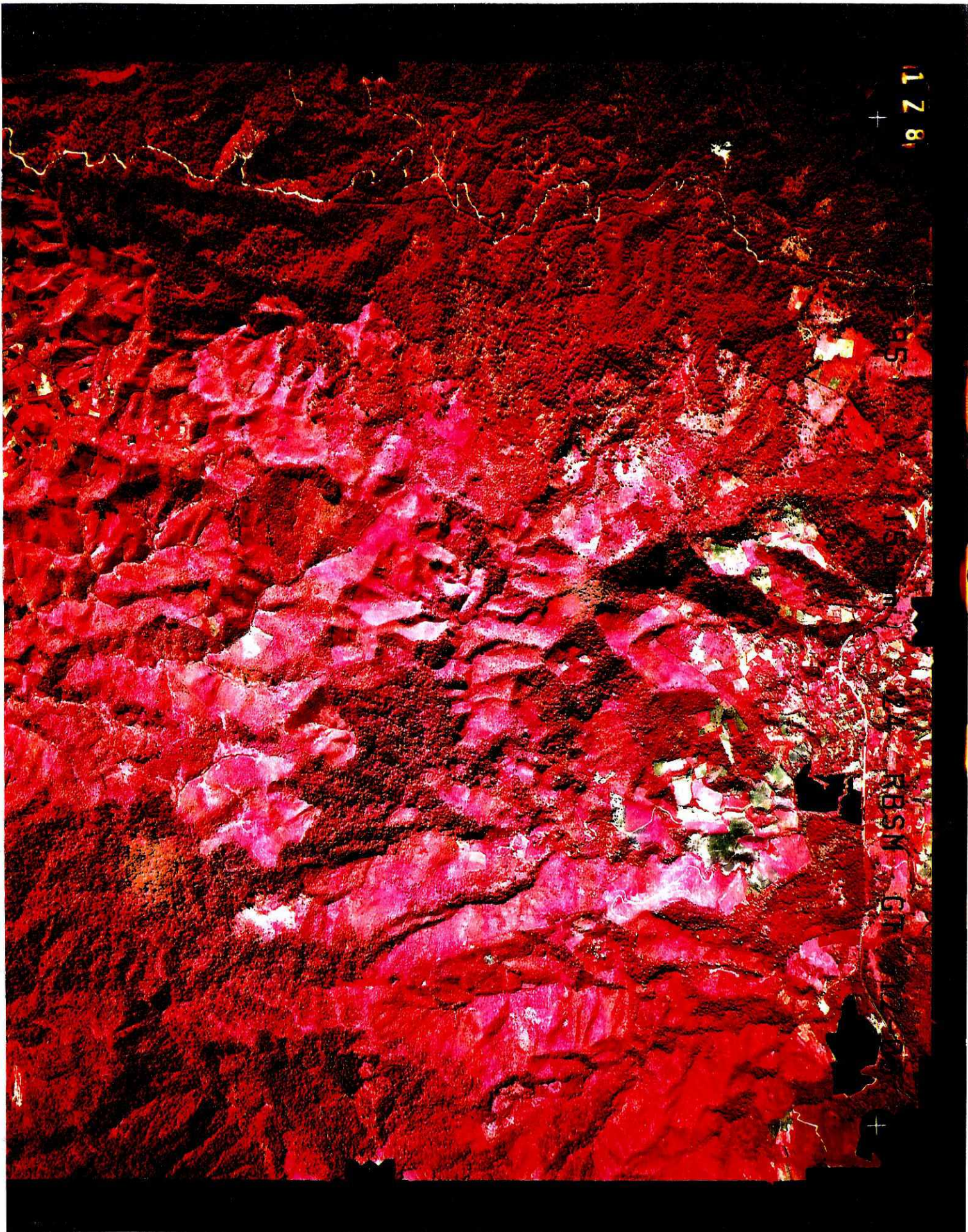
Nombre de la enfermedad	Parásitos que la causan
Pudriciones de raíz	<i>Heterobasidion annosum</i> (Fr.: Fr.) <i>Armillaria mellea</i> (Vahl. Fr.) P. Kumm. <i>A. tabescens</i> (Scop.) Dennis <i>Phymatotrichopsis omnivora</i> (Duggar) Hennebert <i>Rhizoctonia solani</i> Kühn
Cánceres sangrantes	<i>Botryosphaeria dothidea</i> (Moug.:Fr.) <i>B. disrupta</i> (Berk & M.A. Curtis) Arx. and E. Müller <i>B. obtusa</i> (Schwein.) Shoemaker <i>B. rodhina</i> (Cooke) Arx <i>B. ribis</i> Gross & Duggar
Pudriciones cancerosas	<i>Cerrena unicolor</i> (Bull.: Fr.) Murill <i>Inonotus hispidus</i> (Bull.: Fr.) P. Karst
Pudrición de raíz y roya	<i>Calonectria kyotensis</i> Terashita
Otros cánceres	<i>Endothia gyrosa</i> (Schwein.: Fr.) Fr. <i>Fusarium solani</i> (Mart.) Sacc. <i>Hymenochaete agglutinans</i> Ellis <i>Nectria</i> sp. <i>Nectria cinnabarina</i> (Tode: Fr.) Fr.
Agallas de hojas	<i>Synchytrium liquidambaris</i> M.T. Cook
Manchas foliares	<i>Cercospora liquidambaris</i> Cooke & Ellis <i>C. tuberculans</i> Ellis & Everh. <i>Cladosporium</i> sp. <i>Dicarpella georgiana</i> (J.H. Miller & G.E. Tompson) Barr <i>Discosia artocreas</i> (Tode: Fr.) Fr. <i>Apiognomonina errabunda</i> (Roberge) Höhn <i>Gnomonia petiolorum</i> (Schwein.: Fr.) Cooke <i>Macrophoma</i> sp. <i>Monochaetia</i> sp. <i>Peltella</i> sp. <i>Phyllosticta</i> sp. <i>Septoria liquidambaris</i> Cooke & Ellis <i>Stigmia liquidambaris</i> (Tharp.) Morgan-Jones & Kendrick <i>Tubakia dryna</i> (Sacc.) Sutton
Pudrición de cuello y cáncer sangrante	<i>Phytophthora cactorum</i> (Lebert & Cohn) J. Schröt.
Roya de hilo	<i>Corticium stevensii</i> Burt
Pudriciones de la madera	<i>Bjerkandera adusta</i> (Willd.: Fr.) P. Karst <i>Candelobrochaete langiosii</i> (Pat.) Boidin <i>Ceriporia xylostromatioides</i> (Berk.) Ryvarden & I. Johansen <i>Climacodon pulcherrimus</i> (Berk. & M.A. Curtis) Nekolaeva <i>C. septentrionalis</i> (Fr.: Fr.) P. Karst <i>Coriolopsis rigida</i> (Berk & Mont.) Murrill <i>Datronia scutellata</i> (Schwein.) R.L. Gilbertson & Ryvarden <i>Fomes fasciatus</i> (Sw.: Fr.) Cooke <i>Fomitopsis spraguei</i> (Berk. & M.A. Curtis) R.L. Gilbertson & Ryvarden <i>Ganoderma applanatum</i> (Pers.) Pat. <i>G. lucidum</i> (Curtis: Fr.) P. Karst <i>Globiformes graveolens</i> (Schwein.: Fr.) Murill <i>Gloeocystidium porosus</i> (Berk. & M.A. Curtis) Donk <i>Hericium erinaceous</i> (Bull.: Fr.) Pers. <i>Inonotus ludovicianus</i> (Pat.) Murrill <i>Lentinus tigrinus</i> (Bull.: Fr.) Fr. <i>Oxyporus latermarginatus</i> (Durieu & Mont.) Donk <i>O. populinus</i> (Schumach.: Fr.) Donk <i>Perenniporia fraxinea</i> (Bull.: Fr.) Ryvarden

	<p><i>Phellinus gilvus</i> (Schwein.: Fr.) Pat.  <i>Pleurotis dryinus</i> (Pers.: Fr.) P. Kumm  <i>P. ostreatus</i> (Jacq.: Fr.) P. Kumm  <i>R. lineatus</i> (Pers.) Ryvarden  <i>R. ulmarius</i> (Sowerby: Fr.) Imazeki in Ito  <i>Schizophyllum commune</i> Fr.: Fr  <i>Spongipellis unicolor</i> (Schwein.) Murrill  <i>Steccherinum ocraceum</i> (Pers.: Fr.) S.F. Gray  <i>Trametes versicolor</i> (L.: Fr.) Pilat  <i>Trichaptum sector</i> (Ehremb.: Fr.) Kreisel  <i>Tyromyces fissilis</i> (Berk. &amp; M.A. Curtis) Donk  <i>T. calkinsii</i> Murrill  y otros basidiomicetos</p>
Manchas de la madera	<p><i>Ceratocystis coerulescens</i> (Münch) Bakshi  <i>C. moniliformis</i> (Hedgc.) C. Moreau  <i>Fusarium moniliforme</i> J. Sheid.  <i>F. solani</i> (Mart.) Sacc.  <i>Graphium rigidum</i> (Pers.) Sacc.  <i>G. rubrum</i> Rumbold  <i>Lasiodiplodia theobromae</i> (Pat.) Griffin &amp; Maubl.  <i>Leptographium microsporum</i> R.W. Davidson  <i>O. pilliterum</i> (Fr.: Fr) Syd. P. Syd.  <i>Ophiostoma pluriannulatum</i> (Hedgc.) C. Moreau  <i>Tubeufia petzizula</i> (Berk. &amp; M.A. Curtis) Barr</p>
Enfermedades misceláneas causadas por nemátodos:	
Lanceta	<i>Hoplolaimus galeatus</i> (Cobb) Thorne
Lesión	<i>Pratylenchus</i> sp. <i>P. penetrans</i> (Cobb) Filipjev & Schuurmans-Stekhoven
Nudos de raíz	<i>Meloidogyne</i> sp.
Vaina envolvente	<i>Hemicyclorhiza</i> sp.
Espiralamiento	<i>Helicotylenchus</i> sp.
Engrosamiento	<i>Trichodorus</i> sp.
Atrofia	<i>Tylenchorynchus</i> sp.
Debilitamiento y muerte causada por plantas parasíticas (muérdago)	<i>Phoradendron serotinum</i> (Raf.) M.C. Johnst. = <i>P. flavescens</i> (Pursh) Nutt

Fuente: Roncadori, R.W. (1999) Diseases of Sweetgum (Liquidambar spp.) The American Phytopathological Society. Disponible en:  
<http://www.scisoc.org/resource/common/names/sweetgum.htm> [04-09-01]

ANEXO 2: Fotocopias de las fotografías aéreas





128

45

RBSM CT

### ANEXO 3: Datos adicionales del inventario

Datos estadísticos del estrato 4, inventario actual

Estrato 4		22.25 has	
Parcela	#árboles	volumen (m³)	AB (m²)
1	23	10.877	1.073
3	39	13.859	1.476
4	15	5.372	0.633
6	20	17.903	1.507
7	24	8.83	0.887
10	33	8.611	1.115
11	27	19.026	1.571
12	24	13.833	1.23
28	29	31.087	2.525
31	34	15.133	1.455
32	41	25.388	2.207
ri	11	11	11
Nh	556.25	556.25	556.25
total/parcelas	309	169.919	15.679
media/parcela	28	15.447	1.4
stdev/parcela	8	7.618	0.6
rmedia/ha	702	386.180	35.6
stdev/ha	200	190.461	13.8
cv	0.29	0.49	0.39
var	64	58.041	0.30
var de la media	2	3.683	0.21
stdev media	1	1.919	0.46
stdev total	833	1067.515	253.82
lc media/p +/-	2	2.654	0.63
lc total +/-	1143	1464.631	348.25
lc media/ha +/-	51	66.354	15.777
total	15626	8592.495	792.859
em%	7.32	17.18	44.28

Datos estadísticos del estrato 5, inventario actual

Estrato 5		22.5 has	
Parcela	#árboles	volumen (m³)	AB (m²)
2	39	13.618	1.289
13	45	7.264	1.02
14	31	10.431	1.233
15	46	5.803	0.867
16	48	5.972	0.976
17	53	8.604	1.059
18	27	8.382	0.468
19	54	10.28	1.106
20	36	11.959	0.914
21	38	10.728	0.98
n	10	10	10
Nh	562.5	562.5	562.5
total/parcelas	417	93.041	9.912
media/parcela	42	9.304	0.991
stdev/parcela	9	2.555	0.226
media/ha	1043	232.603	24.780
stdev/ha	225	63.885	5.660
cv	0.22	0.27	0.23
var	81	6.530	0.051
var de la media	8	0.641	0.006
stdev media	3	0.801	0.071
stdev total	1590	450.493	39.909
lc media/p +/-	4	1.108	0.098
lc total +/-	2199	623.031	55.194
lc media/ha +/-	98	27.690	2.453
total	23456	5233.556	557.550
em%	9.37	11.90	9.90

Datos estadísticos del estrato 7, inventario actual

Estrato 7		6.25 has	
Parcela	#árboles	volumen (m³)	AB (m²)
5	81	25.403	2.287
8	49	22.074	2.132
9	55	19.386	1.740
24	52	6.681	0.951
25	48	7.191	0.858
26	47	29.253	2.191
27	50	46.447	3.448
29	84	24.716	2.138
30	78	27.506	2.253
33	64	49.595	3.876
N	10	10	10
Nh	156.25	156.25	156.25
total/parcelas	608	258.252	21.874
media/parcela	61	25.825	2.187
stdev/parcela	15	14.046	0.940
media/ha	1520	645.630	54.685
stdev/ha	370	351.140	23.506
Cv	0.24	0.54	0.43
Var	219	197.279	0.884
var de la media	21	18.465	0.083
stderr media	5	4.297	0.288
stderr total	708	671.427	44.946
lc media/p +/-	6	5.896	0.395
lc total +/-	979	928.583	62.161
lc media/ha +/-	157	147.392	9.867
Total	9500	4035.188	341.781
em%	10.31	22.83	18.04

Abreviaturas

n	número de muestras (parcelas)
Nh	tamaño del estrato (número de muestras posibles)
total/parcelas	sumatoria de datos de parcelas
stdev/parcela	desviación estándar por parcela
cv	coeficiente de variación
var	varianza
var de la media	varianza de la media
sderr media	error estándar de la media
stderr total	error estándar del total
lc media/p	límites de confianza de la media por parcela
lc total	límites de confianza del total
lc media/ha	límites de confianza por hectárea
total	total de árboles, m³ o m² en el estrato
em%	error de muestreo en porcentaje

Datos estadísticos del estrato 4, inventario anterior

Estrato	4	20.75 has	
Parcela	#árboles	volumen (m³)	AB (m²)
1	8	4.178	0.471
2	14	5.577	0.647
3	7	9.595	0.888
4	11	9.981	1.032
5	11	3.823	0.475
6	8	4.694	0.517
n	6	6	6
Nh	1037.5	1037.5	1037.5
total/parcela	59	37.848	4.030
media/parcela	10	6.308	0.672
stdev/parcela	3	2.762	0.237
media/ha	492	315.400	33.583
stdev/ha	132	138.106	11.835
cv	0	0.44	0.35
var	7	7.629	0.056
var de la media	1	1.264	0.009
stderr media	1	1.124	0.096
stderr total	1115	1166.533	99.962
lc media/p	2	1.555	0.133
lc total	1645	1613.315	138.248
lc media/ha	79	38.875	3.331
total	10202	6544.550	696.854
em%	16.13	24.65	19.84

Datos estadísticos del estrato 7, inventario anterior

Estrato	7	18.25 has	
Parcela	#árboles	volumen (m³)	AB (m²)
1	22	12.651	1.131
2	24	15.2	1.349
3	29	17.447	1.54
4	30	14.528	1.309
5	31	17.801	1.527
6	33	19.573	1.714
n	6	6	6
Nh	912.5	912.5	912.5
total/parcela	169	97.200	8.570
media/parcela	28	16.200	1.428
stdev/parcela	4	2.525	0.206
media/ha	1408	810.000	71.417
stdev/ha	213	126.266	10.314
cv	0.15	0.16	0.14
var	18	6.377	0.043
var de la media	3	1.056	0.007
stderr media	2	1.028	0.084
stderr total	1583	937.653	76.591
lc media/p	3	1.421	0.116
lc total	2336	1296.773	105.925
lc media/ha	128	35.528	2.902
total	25702	14782.500	1303.354
em%	9.09	8.77	8.13

Fuente: INVENTARIO FORESTAL Y PROPUESTA DE PLAN DE MANEJO FORESTAL DE LA FINCA LOS CIMIENTOS, SAN JERONIMO, BAJA VERAPAZ. Preparado por: Ing. Agr. Carlos Enrique Sierra Castillo e Ing. Agr. For. Msc. Marco Antonio Aguilar, Guatemala, Marzo del año 2000.

Proporción de liquidámbaar en el estrato 4.

Estrato 4 Parcela	t. sp. #árb.	liq. #árb.	liq. php	t. sp. vol (m³)	liq. vol (m³)	liq. php	t. sp. AB (m²)	liq. AB (m²)	liq. php
1	23	6	0.26	10.877	0.708	0.07	1.073	0.099	0.09
3	39	10	0.26	13.859	1.362	0.10	1.476	0.165	0.11
4	15	7	0.47	5.372	1.448	0.27	0.633	0.146	0.23
6	20	11	0.55	17.903	8.074	0.45	1.507	0.595	0.39
7	24	12	0.50	8.83	5.027	0.57	0.887	0.474	0.53
10	33	10	0.30	8.611	3.080	0.36	1.115	0.288	0.26
11	27	18	0.67	19.026	9.726	0.51	1.571	0.804	0.51
12	24	18	0.75	13.833	5.816	0.42	1.23	0.574	0.47
28	29	6	0.21	31.087	11.835	0.38	2.525	0.782	0.31
31	34	22	0.65	15.133	4.998	0.33	1.455	0.516	0.35
32	41	14	0.34	25.388	5.203	0.20	2.207	0.523	0.24
1a	8	2	0.25	4.178	0.804	0.19	0.471	0.094	0.20
2a	14	1	0.07	5.577	0.100	0.02	0.647	0.017	0.03
3a	7	3	0.43	9.595	3.162	0.33	0.888	0.28	0.32
4a	11	5	0.45	9.981	0.500	0.05	1.032	0.083	0.08
5a	11	4	0.36	3.823	0.400	0.10	0.475	0.066	0.14
6a	8	1	0.13	4.694	1.054	0.22	0.517	0.093	0.18
n	368			207.767			19.709		
Nh	25828			15137.045			1489.713		
ph			0.39			0.269			0.261
var			0			0.198			0.203
stderr media			0			0.031			0.101
stderr total			653			463.738			150.314
media/ha			233			94.458			9.044
lc media +/-			0			0.039			0.129
lc media/ha +/-			8			3.710			1.170
lc total +/-			837			594.512			192.702
Total			10091			4075.985			389.287

Proporción de liquidámbaar en el estrato 5.

Estrato 5 Parcela	t. sp. #árb.	liq. #árb.	liq. php	t. sp. vol (m³)	liq. vol (m³)	liq. php	t. sp. AB (m²)	liq. AB (m²)	liq. php
2	39	0	0.00	13.618	0.000	0.00	1.289	0.000	0.00
13	45	0	0.00	7.264	0.000	0.00	1.020	0.000	0.00
14	31	0	0.00	10.431	0.000	0.00	1.233	0.000	0.00
15	46	0	0.00	5.803	0.000	0.00	0.867	0.000	0.00
16	48	0	0.00	5.972	0.000	0.00	0.978	0.000	0.00
17	53	0	0.00	8.604	0.000	0.00	1.059	0.000	0.00
18	27	0	0.00	8.382	0.000	0.00	0.468	0.000	0.00
19	54	0	0.00	10.28	0.000	0.00	1.106	0.000	0.00
20	36	11	0.31	11.959	1.698	0.14	0.914	0.182	0.20
21	38	0	0.00	10.728	0.000	0.00	0.980	0.000	0.00
n	417			93.041			9.912		
Nh	23456			5233.556			557.55		
ph			0.03			0.01			0.02
var			0			0.014			0.022
stderr media			0			0.012			0.046
stderr total			196			63.963			25.858
media/ha			32			3.303			0.493
lc media +/-			0			0.016			0.059
lc media/ha +/-			0			0.052			0.029
lc total +/-			251			82.000			33.150
Total			717			74.309			11.102

Proporción de liquidámbar en el estrato 7.

Estrato 7 Parcela	t. sp. #árb.	liq. #árb.	liq. php	t. sp. vol (m <sup>3</sup> )	liq. vol (m <sup>3</sup> )	liq. php	t. sp. AB (m <sup>2</sup> )	liq. AB (m <sup>2</sup> )	liq. php
5	81	81	1.00	25.403	25.403	1.00	2.287	2.287	1.00
8	49	29	0.59	22.074	18.434	0.84	2.132	1.571	0.74
9	55	46	0.84	19.386	11.869	0.61	1.740	0.959	0.55
24	52	27	0.52	6.681	4.779	0.72	0.951	0.538	0.57
25	48	19	0.40	7.191	3.327	0.46	0.858	0.375	0.44
26	47	32	0.68	29.253	26.745	0.91	2.191	1.851	0.84
27	50	42	0.84	46.447	43.647	0.94	3.448	3.069	0.89
29	84	82	0.98	24.716	24.48	0.99	2.138	2.105	0.98
30	78	77	0.99	27.506	27.393	1.00	2.253	2.237	0.99
33	64	56	0.88	49.595	44.436	0.90	3.876	3.173	0.82
1a	22	22	1.00	12.651	12.651	1.00	1.131	1.131	1.00
2a	24	24	1.00	15.200	15.200	1.00	1.349	1.349	1.00
3a	29	29	1.00	17.447	17.447	1.00	1.540	1.540	1.00
4a	30	24	0.80	14.528	11.414	0.79	1.309	1.041	0.80
5a	31	23	0.74	17.801	12.455	0.70	1.527	1.117	0.73
6a	33	29	0.88	19.573	12.140	0.62	1.714	1.216	0.71
n	777			355.452			30.444		
Nh	35202			18817.688			1645.135		
ph			0.82			0.842			0.816
var			0			0.134			0.155
stderr media			0			0.019			0.071
stderr total			480			361.381			116.355
media/ha			1201			613			51
lc media +/-			0			0.025			0.091
lc media/ha +/-			21			15.082			4.666
lc total +/-			615			463.291			149.168
Total			28873			15838.8			47
						47			1342.637

Abreviaturas

t. sp.	todas las especies
liq.	liquidámbar
#árb.	número de árboles
vol (m <sup>3</sup> )	volumen en metros cúbicos
AB (m <sup>2</sup> )	área basal en metros cuadrados
php	proporción en la parcela
n	número de muestras
Nh	tamaño del estrato/número de muestras posibles
ph	proporción media de liquidámbar en el estrato
var	varianza
stderr	error estándar
lc	límites de confianza
1a-6a	parcelas del inventario anterior

Proporción de liquidámba con DAP mayor o igual a 30cm, en el estrato 4

Estrato 4	liq.	liq.>30	liq.>30	liq.	liq.>30	liq.>30	liq.	liq.>30	liq.>30
Parcela	#árb.	#árb.	php	vol (m³)	vol (m³)	php	AB (m²)	AB (m²)	php
1	6	0	0.00	0.708	0.000	0.00	0.099	0.000	0.00
3	10	0	0.00	1.362	0.000	0.00	0.165	0.000	0.00
4	7	0	0.00	1.448	0.000	0.00	0.146	0.000	0.00
6	11	1	0.09	8.074	1.157	0.14	0.595	0.093	0.16
7	12	0	0.00	5.027	0.000	0.00	0.474	0.000	0.00
10	10	0	0.00	3.080	0.000	0.00	0.288	0.000	0.00
11	18	3	0.17	9.726	3.393	0.35	0.804	0.280	0.35
12	18	2	0.11	5.816	2.262	0.39	0.574	0.187	0.33
28	6	2	0.33	11.835	10.795	0.91	0.782	0.654	0.84
31	22	0	0.00	4.998	0.000	0.00	0.516	0.000	0.00
32	14	1	0.07	5.203	1.183	0.23	0.523	0.093	0.18
1a	2	0	0.00	0.804	0.000	0.00	0.094	0.000	0.00
2a	1	0	0.00	0.100	0.000	0.00	0.017	0.000	0.00
3a	3	3	1.00	3.162	3.162	1.00	0.280	0.280	1.00
4a	5	0	0.00	0.500	0.000	0.00	0.083	0.000	0.00
5a	4	0	0.00	0.400	0.000	0.00	0.066	0.000	0.00
6a	1	1	1.00	1.054	1.054	1.00	0.093	0.093	1.00
n	150			63.297			5.599		
Nh	10091			4075.985			389.287		
ph			0.16			0.237			0.226
var			0			0.183			0.213
stderr media			0			0.053			0.194
stderr total			303			217.733			75.390
media/ha			38			22.340			2.045
lc media +/-			0			0.036			0.131
lc media/ha +/-			5			3.401			1.180
lc total +/-			204			146.752			50.813
Total			1646			963.989			88.036

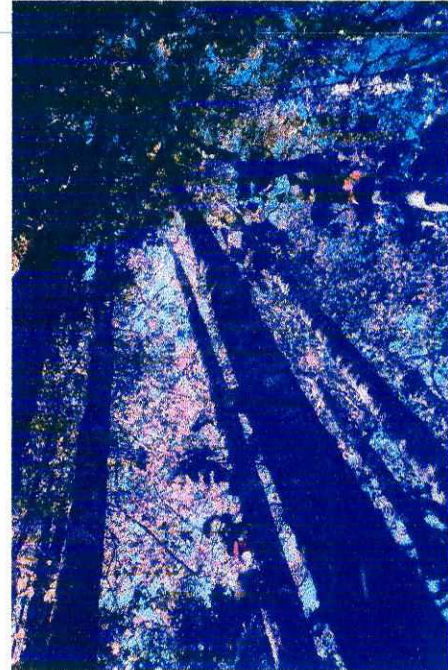
Proporción de liquidámba con DAP mayor o igual a 30cm, en el estrato 7

Estrato 7	liq.	liq.>30	liq.>30	liq.	liq.>30	liq.>30	liq.	liq.>30	liq.>30
Parcela	#árb.	#árb.	prop.	vol (m³)	vol (m³)	prop.	AB (m²)	AB (m²)	prop.
5	81	0	0.00	25.403	0.000	0.00	2.287	0.000	0.00
8	29	11	0.38	22.074	13.493	0.61	2.132	1.091	0.51
9	46	1	0.02	19.386	1.157	0.06	1.740	0.093	0.05
24	27	0	0.00	6.681	0.000	0.00	0.951	0.000	0.00
25	19	0	0.00	7.191	0.000	0.00	0.858	0.000	0.00
26	32	14	0.44	29.253	21.234	0.73	2.191	1.309	0.60
27	42	14	0.33	46.447	33.617	0.72	3.448	2.118	0.61
29	82	11	0.13	24.716	1.645	0.07	2.138	0.093	0.04
30	77	18	0.23	27.506	1.440	0.05	2.253	0.093	0.04
33	56	4	0.07	49.595	31.437	0.63	3.876	2.117	0.55
1a	22	8	0.36	12.651	5.283	0.42	1.131	0.436	0.39
2a	24	11	0.46	15.200	8.843	0.58	1.349	0.748	0.55
3a	29	4	0.14	17.447	12.160	0.70	1.540	1.028	0.67
4a	24	6	0.25	14.528	4.422	0.30	1.309	0.374	0.29
5a	23	4	0.17	17.801	6.633	0.37	1.527	0.561	0.37
6a	29		0.00	19.573	3.908	0.20	1.714	0.374	0.22
n	642			355.452			30.444		
Nh	28873			15838.847			1342.637		
ph			0.19			0.34			0.31
var			0			0.225			0.219
stderr media			0			0.025			0.084
stderr total			440			394.140			112.665
media/ha			225			208.529			15.716
lc media +/-			0			0.017			0.057
lc total +/-			296			265.650			75.936
lc media/ha +/-			12			10.275			2.910
Total			5405			5391.516			410.064

## ANEXO 4: Fotografías



Fotografía 1: Altura de árboles de liquidámbar. Nótese el tamaño del árbol en relación con la persona. Tomada en el rodal 9.9 (rodales de liquidámbar en área de guatales).



Fotografía 2: Copas de liquidámbar vistas desde abajo. Obsérvese la altura de los árboles. Tomada en el rodal 7.5 (bosque latifoliado, "el corralón").



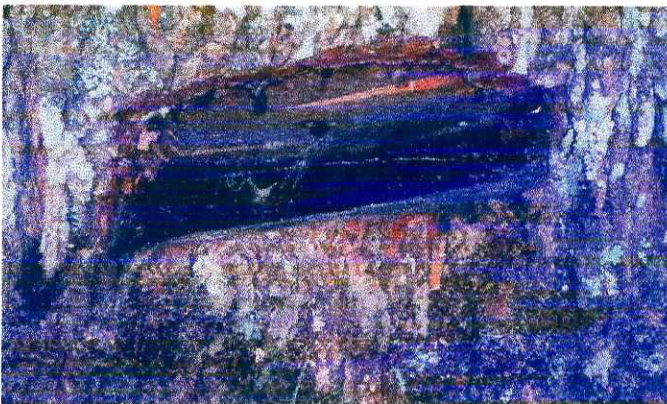
Fotografía 3: Árboles de liquidámbar resinados. El árbol del medio tiene una etiqueta con el código del ensayo de resinación. Tomada en el rodal 9.9.



Fotografía 4: Tronco resinado. Se puede apreciar el contraste entre el tamaño de las picas y el diámetro del árbol.



Fotografía 5: "Guaca" con basuras. En esta fotografía se puede apreciar la profundidad de la pica. También se puede notar que han comenzado a crecer mohos en las paredes de la pica, es decir en la madera del árbol. La hoja seca sumergida en la resina es un ejemplo de las impurezas que se encuentran en ésta.



Fotografía 6: Telaraña en la "guaca". Una araña ha tejido su telaraña dentro de la pica. Esto muestra cómo los artrópodos (insectos y arañas) pueden contaminar la resina. Esta fotografía también muestra la profundidad de la "guaca".



Fotografía 7: Pudrición del tronco. Las manchas oscuras debajo de la pica son pudriciones de la corteza causadas por el escurrimiento de resina y agua de lluvia que rebalsan de la pica.



Fotografía 8: Escurrimiento de resina. Las manchas oscuras debajo de la pica son pudriciones de la corteza causadas por el escurrimiento de resina y agua de lluvia que rebalsan de la pica.



Fotografía 9: Un buey arrastra una troza con ayuda de un "sulky". (Fuente: FAO. 1995. Estudio Monográfico de Explotación Forestal 3.

<http://www.fao.org/docrep/v4925S/v4925S00.htm>)

## ANEXO 5: Herramientas usadas en el método "pica de corteza"

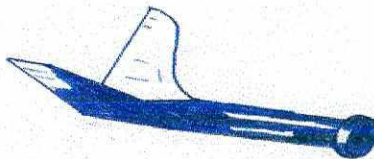
alisador



trazador



media luna



mazo de madera

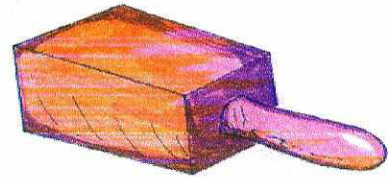
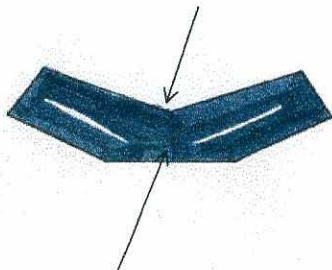


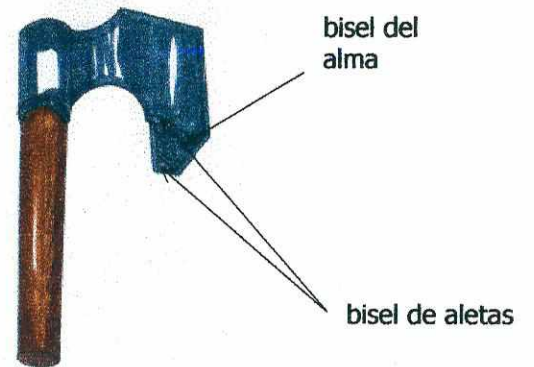
lámina de metal

Parte que se inserta en el tronco



Se dobla por la mitad

escoda



Fuente: Solís, W. 1971. *Honduras: Extracción de resinas*. ESNACIFOR-FAO, Roma. Informe técnico No. 2. 40 págs.

## ANEXO 6: Cálculo del número de parcelas permanentes de muestreo que se debe levantar

El número de parcelas permanentes de muestreo a levantar se calculó de igual forma que el número de parcelas del inventario, esto es, por medio de la fórmula de distribución proporcional. Se tomó como base la desviación estándar de cada estrato para el volumen (ver ANEXO 4). Se decidió utilizar el volumen y no el número de árboles, por ser ésta la variable con mayor coeficiente de variación del inventario. A continuación se detallan los cálculos:

Estrato	ha	Nh	Wh	sh	Whsh	(n) Whsh / S Whsh
4	43.0	1075	0.64	7.6	4.85	5
7	24.5	612.5	0.36	14.0	5.10	5
		1687.5	1.00		9.95	10

t para una confiabilidad del 95% = 2

Error permisible de muestreo = 2 m<sup>3</sup> / parcela

$$n = 10$$

El error permisible se determinó como el 15% del volumen promedio por parcela obtenido en el inventario.

## ANEXO 7: Boletas para toma de datos del ensayo de resinación

A continuación se ejemplifica el tipo de boletas que se podría utilizar para el ensayo comparativo de resinación.

Boleta 1: Información general

Fecha de inicio: Intervalo entre cosechas: # de muestras por tratamiento: # árboles por muestra: # de picas por árbol:	
--	--

Boleta 2: Datos de la producción de resina

Tratamiento	No. de muestra	No. de Cosecha											
		1			2			3			4		
		p.b.	p.f.	p.s.a.	p.b.	p.f.	p.s.a.	p.b.	p.f.	p.s.a.	p.b.	p.f.	p.s.a.
Método Hondureño de "guacas"	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
Método con picas en forma de "V"	1												
	2												
	3												
	4												
	5												
Método pica de corteza	1												
	2												
	3												
	4												
	5												

### Abreviaturas:

p.b. = peso bruto

p.f. = peso de la resina filtrada

p.s.a. = peso del producto final, después de decantar el remanente de agua

## ANEXO 8: Precios de servicios y productos forestales

Servicio o producto	Unidad	Precio unitario (Q.)	Fuente
<b>Raleos</b>			
marqueo para raleos	has	67.41	(León, 1997)
construcción de caminos	has	84.14	(Gretzinger, 1996)
servicio de motosierra	día	100.00	(INAB, 1999)
motosierrista	jornal	100.00	(INAB, 1999)
ayudante de motosierrista	jornal	50.00	(INAB, 1999)
jornaleros	jornal	30.00	(INAB, 1999)
arrastre de trozas	m <sup>3</sup>	100.00	(INAB, 1999)
flete de trozas	pie-tablar	0.20	(INAB, 1999)
pino puesto en aserradero	pie-tablar	0.95	(INAB, 1999)
rajadura de leña	tarea	20.00	(INAB, 1999)
flete de leña	tarea	15.80	(INAB, 1999)
leña rajada puesta en centro de consumo	tarea	130.00	(INAB, 1999)
<b>Recolección de resina</b>			
jornaleros	jornal	30.00	(INAB, 1999)
herramientas tradicionales	unidad	30.00	propia
herramientas especiales	unidad	100.00	propia
recipientes	unidad-picas-árbol	1.50	propia
cubetas	unidad	15.00	propia
venta de resina	lb	21.00	(Multiservicios Rodas, 1995)
<b>Protección</b>			
jornaleros	jornal	30.00	(INAB, 1999)
<b>Asesoría profesional</b>			
Técnico forestal	mensual	2,500.00	(INAB, 1999)
Ingeniero forestal	visita (día)	350.00	(INAB, 1999)
	plan de manejo (ha)	200.00	(INAB, 1999)
	POA	25.00	(INAB, 1999)
	investigación (ha)	100.00	
<b>Mantenimiento de caminos</b>	ha	84.14	(Gretzinger, 1996)
<b>Manejo de regeneración natural</b>			
limpias y desyerba	ha	650.67	(León, 1997)

## ANEXO 9: Análisis financiero para otros casos

Relación costo beneficio al picar 200 árboles

Actividades	Costos (Q.)	Beneficios (Q.)	Balance	Relación B/C
<b>Silvicultura y protección</b>				
<b>Raleos</b>				
marqueo para raleos	7,010.64			
construcción de caminos	30,000.00			
tala	85,628.28			
arrastre de trozas	85,402.50			
flete de trozas	155.28			
venta de pino		737,567.08		
rajadura de leña	40,392.88			
flete de leña	63,820.75			
venta de leña		525,107.47		
<b>Protección</b>				
jornaleros	109,500.00			
<b>Asesoría profesional</b>				
Técnico forestal	150,000.00			
Ingeniero forestal				
visita (día)	3,000.00			
plan de manejo (has)	1,300.00			
POA	500.00			
Mantenimiento de caminos	13,125.84			
<b>Manejo de regeneración natural</b>				
limpias y desyerba	169,174.20			
<b>Subtotales</b>	<b>759,010.38</b>	<b>1,262,674.55</b>	<b>503,664.17</b>	<b>1.66</b>
<b>Recolección de resina</b>				
<b>Capacitación en resinación</b>				
visita de Ingeniero o de Técnico forestal	5,250.00			
jornaleros	9,450.00			
herramientas tradicionales	150.00			
herramientas especiales	600.00			
recipientes	1,200.00			
cubetas	1,500.00			
venta de resina		21,000.00		
<b>Subtotales</b>	<b>18,150.00</b>	<b>21,000.00</b>	<b>2,850.00</b>	<b>1.16</b>
<b>Totales</b>	<b>777,160.38</b>	<b>1,283,674.55</b>	<b>506,514.17</b>	<b>1.65</b>

Flujo de caja si se pica 200 árboles

Año	Costos (Q.)	Beneficios (Q.)	Balance del año (Q.)
1	254,930.01	635,537.27	380,607.26
2	244,430.01	635,537.27	391,107.26
3	92,600.12	4,200.00	-88,400.12
4	92,600.12	4,200.00	-88,400.12
5	92,600.12	4,200.00	-88,400.12
<b>TOTAL</b>	<b>777,160.38</b>	<b>1,283,674.55</b>	<b>506,514.17</b>

En esta sección se presenta la relación costo-beneficio y el flujo de caja al picar 200 árboles. Esta es la mínima cantidad que se puede resinar para que la actividad sea rentable, de acuerdo a la producción mínima de resina reportada en Honduras (1lb / árbol / mes). Nótese

que a pesar de que la relación costo-beneficio es mayor que 1, en el flujo de caja se obtiene un balance negativo a partir del año 3.

Relación costo beneficio si la producción promedio de resina por árbol es de 6lb/mes

Actividades	Costos (Q.)	Beneficios (Q.)	Balance	Relación B/C
<b>Silvicultura y protección</b>				
<b>Raleos</b>				
marqueo para raleos	7,010.64			
construcción de caminos	30,000.00			
taña	85,628.28			
arrastre de trozas	85,402.50			
flete de trozas	155.28			
venta de pino		737,567.08		
rajadura de leña	40,392.88			
flete de leña	63,820.75			
venta de leña		525,107.47		
<b>Protección</b>				
jornaleros	109,500.00			
<b>Asesoría profesional</b>				
Técnico forestal	150,000.00			
Ingeniero forestal				
visita (día)	3,000.00			
plan de manejo (has)	1,300.00			
POA	500.00			
Mantenimiento de caminos	13,125.84			
<b>Manejo de regeneración natural</b>				
limpias y desyerba	169,174.20			
<b>Subtotales</b>	<b>759,010.38</b>	<b>1,262,674.55</b>	<b>503,664.17</b>	<b>1.66</b>
<b>Recolección de resina</b>				
<b>Capacitación en resinación</b>				
visita de Ingeniero o de Técnico forestal	5,250.00			
jornaleros	9,450.00			
herramientas tradicionales	150.00			
herramientas especiales	600.00			
recipientes	6,000.00			
cubetas	1,500.00			
venta de resina		630,000.00		
<b>Subtotales</b>	<b>22,950.00</b>	<b>630,000.00</b>	<b>607,050.00</b>	<b>27.45</b>
<b>Totales</b>	<b>781,960.38</b>	<b>1,892,674.55</b>	<b>1,110,714.17</b>	<b>2.42</b>

Flujo de caja si la producción promedio de resina por árbol es de 1lb/mes

año	Costos (Q.)	Beneficios (Q.)	balance del año (Q.)
1	259,730.01	757,337.27	497,607.26
2	244,430.01	757,337.27	512,907.26
3	92,600.12	126,000.00	33,399.88
4	92,600.12	126,000.00	33,399.88
5	92,600.12	126,000.00	33,399.88
<b>TOTAL</b>	<b>781,960.38</b>	<b>1,892,674.55</b>	<b>1,110,714.17</b>

También se muestra la relación costo-beneficio y el flujo de caja si se logra obtener un rendimiento de 6 lb de resina por árbol por mes, siendo éste el promedio reportado para Honduras. En tal caso, se necesitaría resinar únicamente 1,500 árboles, para que la actividad sea rentable. Además, se obtiene una relación B/C mayor que cuando se pican 4,500 árboles con el actual rendimiento en producción de resina y el balance es positivo todos los años y más atractivo.

## ANEXO 10: Formulario de solicitud de licencia para resinación

### I. INFORMACIÓN GENERAL

#### a. Datos del Propietario:

Nombre propietario: \_\_\_\_\_; Nit \_\_\_\_\_

Cédula de Vecindad: Orden \_\_\_\_\_, Registro \_\_\_\_\_

Lugar \_\_\_\_\_ para \_\_\_\_\_ recibir \_\_\_\_\_ notificaciones:  
\_\_\_\_\_ Teléfono/fax: \_\_\_\_\_

#### b. Datos de la Finca/Terreno:

Nombre: \_\_\_\_\_, No. \_\_\_\_\_, folio \_\_\_\_\_, libro \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

Aldea \_\_\_\_\_, Municipio \_\_\_\_\_

Departamento \_\_\_\_\_, Sub región \_\_\_\_\_

Coordenadas Geográficas o UTM \_\_\_\_\_

Régimen de tenencia de tierra \_\_\_\_\_

### II. PLAN DE RESINACIÓN

#### a. Datos del bosque a resinar

Especie (N. Común) \_\_\_\_\_ (N. Científico) \_\_\_\_\_

Producción de Resina/ha \_\_\_\_\_

Altitud \_\_\_\_\_, Precipitación media anual \_\_\_\_\_

Número de árboles a resinar \_\_\_\_\_, Edad aprox. \_\_\_\_\_

DAP promedio \_\_\_\_\_, Altura total promedio \_\_\_\_\_

Proporción de árboles: <30 cms \_\_\_\_\_; >30 cms \_\_\_\_\_; >60 cms \_\_\_\_\_

#### b. Evaluación de Area:

INSTITUTO NACIONAL FORESTAL -INAB-  
NORMATIVIDAD FORESTAL

Método de medición : GPS  Brújula y Cinta

Número de Estaciones: \_\_\_\_\_

Datos de Campo

ESTACIÓN	PUNTO OBSERVADO	AZIMUT (°)	DISTANCIA (m)
1.			
2.			
3.			
4.			
5.			
.			
.			
n estaciones			

Area verificada del bosque a resinar: \_\_\_\_\_ ha.

Error de cierre \_\_\_\_\_

**c. Plan de resinación**

Producción esperada \_\_\_\_\_ toneles por hectárea

Producción de Cosecha \_\_\_\_\_ toneles en total

Producción por año de cosecha \_\_\_\_\_ toneles

Epoca de Resinación \_\_\_\_\_

Método que se utilizará para la resinación \_\_\_\_\_

Destino del producto \_\_\_\_\_

Medio de Transporte \_\_\_\_\_

OBSERVACIONES AL PLAN: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**d. Plan de Repoblación Forestal**

Tipo: Natural \_\_\_\_\_, Plantación \_\_\_\_\_, Mixto \_\_\_\_\_

Densidad Inicial \_\_\_\_\_, Densidad Final \_\_\_\_\_

Area de Compromiso \_\_\_\_\_ ha., Especie \_\_\_\_\_

Observaciones: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**e. Plan de Protección Forestal**

**Incendios forestales :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**Plagas y Enfermedades :** \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

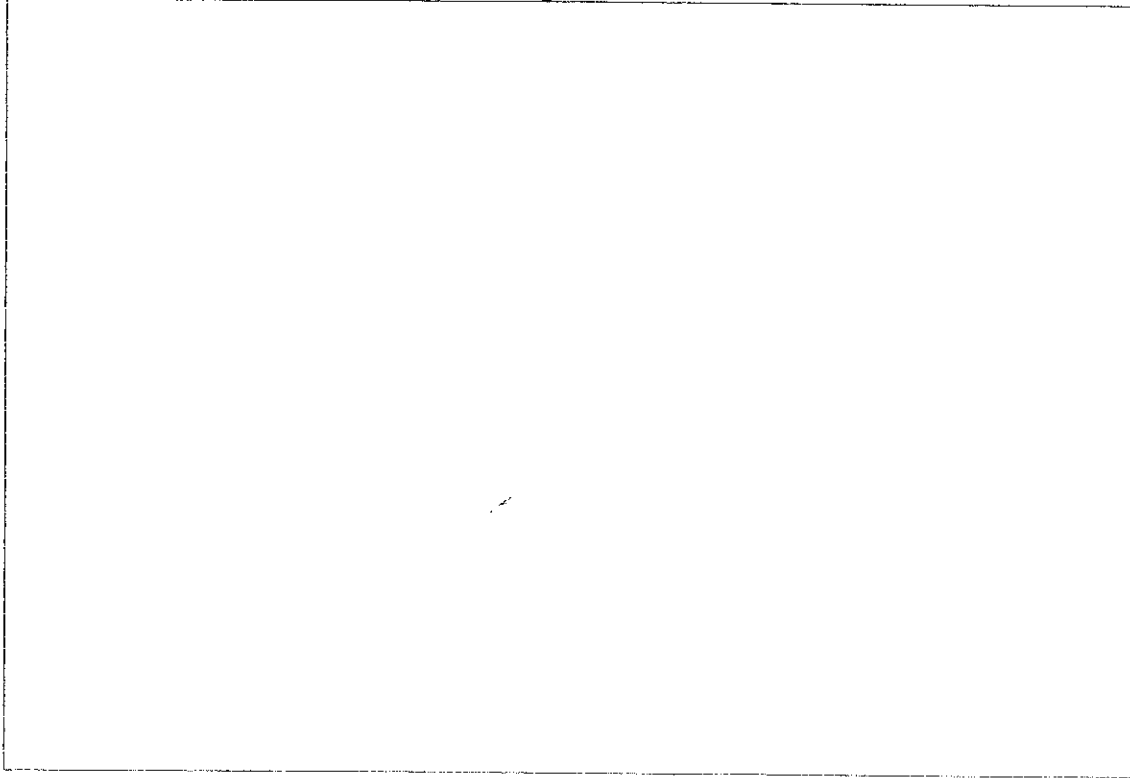
\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**III. MAPA DE ACCESO AL BOSQUE A RESINAR**



**IV. UBICACIÓN EN LA HOJA CARTOGRÁFICA DEL BOSQUE A RESINAR**

