

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION  
Y ENSEÑANZA**

**PROGRAMA DE ENSEÑANZA**

**AREA DE POSTGRADO**

**COMPARACION DE DOS METODOS DE RESINACION, EN  
*Pinus oocarpa Schiede, P. montezumae Lambert y P. pseudostrobus  
Lindl.*, EN LA CUENCA ALTA DEL RIO CHIXOY, GUATEMALA**

Tesis sometida a consideración del Comité Técnico Académico, del Programa de Estudios de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales, del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, para optar al grado de

**MAGISTER SCIENTIAE**

por

**RIGOBERTO LOPEZ RUCUCH**

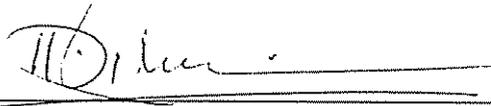
Turrialba, Costa Rica,

1996

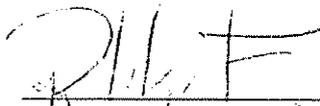
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

*MAGISTER SCIENTIAE*

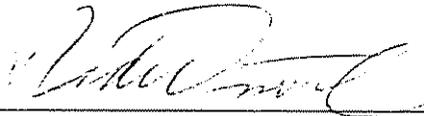
FIRMANTES:



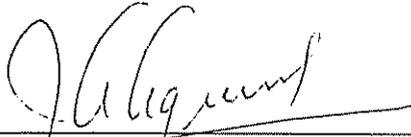
Juan Flores C., M.Sc.  
Profesor Consejero



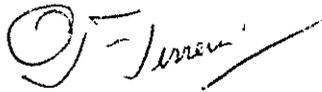
Rodolfo Salazar, Ph.D.  
Miembro Comité Asesor



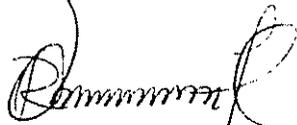
Pedro Oñoro, Ph.D.  
Miembro Comité Asesor



Juan Aguirre, Ph.D.  
Jefe, Area de Postgrado



Pedro Ferreira, Ph.D.  
Director, Programa de Enseñanza



Rigoberto López Rucuch  
Candidato

## DEDICATORIA

A Aura Nineth, mi esposa, por acompañarme con esfuerzo y entusiasmo en los buenos y malos momentos que me tocó vivir, durante mi formación profesional

A Billy Rigoberto, mi hijo, por su belleza interior y por la presencia de su sonrisa en los momentos difíciles

A Edward Rubén, por compartir con Billy, los momentos difíciles de mi ausencia en nuestro país natal

A mis padres (Q.E.P.D.), que mi triunfo sea una corona de flores en sus tumbas

A mis hermanos y hermanas, especialmente a María y Juan (Q.E.P.D), que sin la ayuda de ellos no habría llegado a éste honor y por lograr que nunca me sintiera solo.

A Guatemala, mi patria natal, con profundo respeto cívico, que en la actualidad se conduce por un sendero de paz

## AGRADECIMIENTOS

A Dios todopoderoso, por permitirme la existencia y las bendiciones recibidas.

A mi Profesor Consejero, M.Sc. Juan Flores, por su visión, conocimiento y por su acertada guía en la conducción de ésta investigación; infinitas gracias por sus valiosos aportes.

A los miembros de mi Comité Asesor, Rodolfo Salazar, Ph.D. y Pedro Oñoro, Ph.D., dos científicos de reconocida trayectoria, siempre dispuestos a dar conocimientos, por sus valiosas sugerencias a éste trabajo.

Al Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza -CATIE-, institución que a través de la Escuela de Postgrado y sus profesionales docentes, brindaron la oportunidad en la ampliación de mi formación profesional.

A la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) de Guatemala, por su decidido apoyo en la realización de mis estudios.

Agradezco de manera especial al Proyecto Manejo y Conservación de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca Alta del Río Chixoy, por otorgar el financiamiento necesario para mi superación académica.

A Angel Bárcenas, Lic., Encargado Banco de Semillas de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales-ESNACIFOR-, Honduras, por su apoyo incondicional en la primera fase del presente trabajo.

Al personal del Proyecto Manejo de Bosques Naturales, por la amistad y apoyo brindado, especialmente a la secretaria Emilce Chavarría, por su ayuda en la fase final de éste trabajo.

Deseo manifestar mi gratitud al personal de la Biblioteca Conmemorativa ORTON, quienes brindaron su apoyo incondicional en todo momento, en forma especial a Lisseth Brenes por su sincera amistad.

Finalmente, con nostalgia agradezco a todos mis compañeros de promoción, por ese diario compartir de vivencias y experiencias; especialmente a Jhonny Méndez, Lorena Tortós, Nicholas Muir, Raúl Maas, Ogden Rodas, Pedro Pineda y Julio López, con quienes pude construir una amistad sincera.

## CONTENIDO

	Página
Lista de figuras	viii
Lista de cuadros	x
1. INTRODUCCION	1
2. JUSTIFICACION	2
3. OBJETIVOS	3
4. HIPOTESIS	3
5. REVISION DE LITERATURA	4
5.1 Ubicación y formación de la resina en el género <b>Pinus spp</b>	5
5.2 Características, clasificación comercial y usos de los derivados de la resina	6
5.2.1 Colofonia	6
5.2.2 Aguarrás	9
5.3- La variación natural y su papel en la producción de resina	11
5.3.1 Fuentes de variación	11
5.3.2 Causas de la variación genética	12
5.4 Experiencias de investigadores sobre la resinación.	13
5.5 Características de los bosques para ser resinados	15
5.6 Métodos de resinación	17
5.6.1 Método primitivo o rústico (de hacha)	17
5.6.2 Método Francés o de Hughes	18
5.6.3 Método Pica de Corteza	20
5.6.4 Método Americano de Copa y Canal	22
5.6.5 Método Alemán o Espina de Pescado Descendente	23

		vi
	5 6 6- Método de perforación de agujeros	25
5.7	Cicatrización en árboles resinados	26
5.8	Características botánicas y distribución de las especies a estudiar	27
	5.8.1 <b>Pinus oocarpa Schiede</b>	27
	5.8.2 <b>Pinus montezumae Lambert</b>	28
	5.8.3- <b>Pinus pseudostrobus Lindl</b>	29
6	MATERIALES Y METODOS	31
6.1	Procedimiento general	31
6.2	Descripción general de la zona de estudio	31
6.3	Historia y condición socio-económica de las comunidades	38
6.4	Localización de las parcelas experimentales	38
	6.4.1 Parcela No 1, <b>Pinus oocarpa</b>	39
	6.4.2 Parcela No 2, <b>Pinus montezumae</b>	40
	6.4.3 Parcela No 3, <b>Pinus pseudostrobus</b>	41
6.5	Diseño experimental	42
	6.5.1 Tratamientos	42
	6.5.2- Variables a evaluar	43
	6.5.3 Análisis estadístico de los datos	44
6.6	Estimulantes utilizados	45
6.7	Descripción de los métodos de resinación	45
	6.7.1 Método de Copa y Canal	45
	6.7.2 Método Espina de Pescado Descendente	50
7.	RESULTADOS Y DISCUSION	55
7.1	Resultados de las parcelas de experimentación	55
7.2-	Resumen estadístico de las tres especies	55

	vii
7.3 Parcela No 1, <b>Pinus oocarpa</b>	56
7.4 Parcela No 2, <b>Pinus montezumae</b>	62
7.5 Parcela No 3, <b>Pinus pseudostrobus</b>	65
7.6 Comparación de las tres especies estudiadas	70
7.7 Predicción de rendimiento	72
7.8 Análisis de costo de producción por kilogramo de resina	74
8. CONCLUSIONES	78
9. RECOMENDACIONES	80
10. BIBLIOGRAFIA	82
11. ANEXOS	85

## LISTA DE FIGURAS

1.	Localización de parcelas y división fisiográfica de la cuenca superior del río Chixoy, Guatemala.	33
2.	Mapa de suelos, cuenca superior del río Chixoy, Guatemala.	34
3.	Mapa de zonas de vida, cuenca superior del río Chixoy, Guatemala.	36
4.	Red de drenajes, cuenca superior del río Chixoy, Guatemala.	37
5.	Mapa de ubicación de parcela 1, <b>Pinus oocarpa</b>	39
6.	Mapa de ubicación de parcela 2, <b>Pinus montezumae</b>	40
7.	Mapa de ubicación de parcela 3, <b>Pinus pseudostrobus</b>	41
8.	Descortezado y alisado	47
9.	Colocación de material	48
10.	Hechura de pica	49
11.	Descortezado y alisado	51
12.	Ejecución del canal central	52
13.	Ejecución de canales laterales	53
14.	Comparación de dos estimulantes en la producción de resina, en gr/árbol en <b>Pinus oocarpa</b> . Guatemala 1996	59
15.	Comparación de la interacción método*clase diamétrica, en producción de resina en <b>P.oocarpa</b> . Guatemala 1996	60
16.	Comparación de dos métodos en producción de resina en gr/árbol, en <b>P. montezumae</b> . Guatemala 1996	64
17.	Comparación de dos estimulantes en producción de resina en gr/árbol, en <b>P. montezumae</b> . Guatemala 1996	65
18.	Comparación de dos métodos en producción de resina en gr/árbol,	

	en <b>P. pseudostrobus</b> . Guatemala 1996	ix 68
19.	Comparación de dos estimulantes en producción de resina, en gr/árbol, en <b>P. pseudostrobus</b> . Guatemala 1996	68
20.	Comparación de cuatro clases diamétricas en producción de resina, en gr/árbol en <b>P. pseudostrobus</b> Guatemala 1996	69

## LISTA DE CUADROS

1.	Nivel de significancia de 16 tratamientos aplicados, en tres especies de <b>Pinus spp.</b> Guatemala, 1996.	56
2.	Comparación de producción de resina en gr/árbol, de 16 tratamientos aplicados en <b>P. oocarpa.</b> Guatemala 1996.	57
3.	Comparación de producción de resina, en gr/árbol/semana, de métodos de resinación en <b>P. oocarpa.</b> Guatemala	61
4.	Comparación de la producción de resina en gr/árbol, de 16 tratamientos aplicados en <b>P. montezumae.</b> Guatemala 1996	62
5.	Comparación de producción de resina en gr/árbol, de 16 tratamientos aplicados en <b>P. pseudostrobus.</b> Guatemala 1996.	66
6.	Comparación de producción de resina en gr/árbol, de 16 tratamientos aplicados en tres especies de <b>Pinus spp.</b> Guatemala, 1996	71

LOPEZ RUCUCH, R. 1996. Comparación de dos métodos de resinación, en **Pinus oocarpa**, **P. montezumae** y **P. pseudostrobus**, en la cuenca alta del río Chixoy, Guatemala. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 95 p.

Palabras claves: resina, método, estimulante, copa y canal, espina de pescado descendente, ácido sulfúrico, levadura, clase diamétrica, **P. oocarpa**, **P. montezumae**, **P. pseudostrobus**.

## RESUMEN

La resina de los pinos y sus productos han sido utilizados por el hombre desde épocas remotas y aparecen en las culturas más antiguas en todo el mundo, siendo los derivados primarios la colofonia y el aguarrás, que se utilizan actualmente para la fabricación de pinturas, barnices, lacas, encolado de papel y cartón, lubricantes, aceites emulsificables, ungüentos, desinfectantes, jabones y rebajador de pinturas, barnices, respectivamente.

La obtención de resina en la cuenca superior del río Chixoy, se hace a través del método de resinación tradicional (de hacha), método destructivo para los árboles

En base a lo anterior, se realizó la presente investigación en los municipios de Momostenango, San Antonio Ilotenango y Santa Cruz del Quiché, Guatemala; en donde se evaluó el rendimiento de resina en las especies **Pinus oocarpa**, **P. montezumae** y **P. pseudostrobus**, mediante la aplicación de los métodos de resinación: copa y canal, con ácido sulfúrico en pasta como estimulante y espina de pescado descendente, con extracto de levadura como estimulante.

Los objetivos fueron: evaluar el rendimiento de resina en gr/árbol en las tres especies mencionadas, determinar el mejor método de resinación, el mejor estimulante, la mejor clase diamétrica y determinar el costo de producción/kg de resina, para los dos métodos de resinación.

El trabajo de investigación tuvo una duración, del mes de marzo a agosto de 1996.

Se determinó que el método espina de pescado descendente fue mejor que el método copa y canal, así como el extracto de levadura fue mejor que el ácido sulfúrico en pasta, en las especies estudiadas.

También se comprobó que la clase diamétrica de 40-45 cm de dap fue mejor en rendimiento de resina, en **P. oocarpa** y **P. pseudostrobus**, no así en **P. montezumae**, donde no hubo diferencias entre las clases diamétricas.

Asimismo, se determinó que la interacción método espina de pescado descendente con clase diamétrica de 40-45 cm de dap, fue la mejor en rendimiento de resina.

Para el presente experimento en los 16 tratamientos, el promedio general de rendimiento de resina por semana, fue de 141 gr/árbol en **P. oocarpa**, 134 gr/árbol en **P. pseudostrobus** y 131 gr/árbol en **P. montezumae**.

El costo de producción/kg de resina utilizando el método espina de pescado es inferior, en comparación con el método copa y canal; como consecuencia, el método espina de pescado descendente presentó la rentabilidad mas alta; las dos situaciones anteriores fueron iguales en las tres especies estudiadas.

LOPEZ RUCUCH, R. 1996. Comparison of two resinating methods in *Pinus oocarpa*, *P. montezumae* and *P. pseudostrobus*, in the high watershed of the Chixoy River, Guatemala. Thesis Mag Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 95 p.

Key words: resin, method, stimulant, crown and canal, descendent fish spine, sulfuric acid, yeast, diametric class, *Pinus oocarpa*, *P. montezumae* and *P. pseudostrobus*.

## SUMMARY

Resin from pine trees and its by-products have been used by man since ancient times and they appear in the old cultures around the world. The primary by-products are colophony and turpentine oil, which are presently utilized for manufacturing paints, varnishes, lacquers, paper and cardboard gluing, lubricants, emulsifying oils, unguents, disinfectants and soaps, and for painting lessening and varnishes respectively.

Resin in the high watershed of the Chixoy River is obtained using the traditional resinating method (using an axe) which has a damaging effect on the trees.

Based on the above, the present study was carried out in Momostenango, San Antonio, Ilotenango and Santa Cruz del Quiché Municipalities, Guatemala where resin yields in the species *Pinus oocarpa*, *P. montezumae* and *P. pseudostrobus* were evaluated by applying the following resinating methods: crown and canal with paste sulfuric acid as stimulant; and descendent fish spine with yeast extract as stimulant.

The objectives of this study were to evaluate resin yield in gr/tree in the three above mentioned species to determine the best resinating method, the best stimulant, the best diametric class, and to determine production costs/kg for resin for the two resinating methods.

Research work was carried out during the March-August 1996 period.

The descendent fish spine method was found to be better than the crown and canal method; yeast extract was also a better stimulant than the paste sulfuric acid for the species studied.

It was also proved that the 40-45 dap diametric class resulted in higher resin yields in *P. oocarpa* and *P. pseudostrabus*, but not in *P. montezumae* where no significant differences were found between diametric classes

The interaction of the descendent fish spine method and the 40-45 dap diametric class proved to be the best regarding resin yields

Weekly general averages for resin yields were 141 gr/tree in *P. oocarpa*, 134 gr/tree in *P. pseudostrabus* and 131 gr/tree in *P. montezumae* in the 16 treatments.

Production costs/kg of resin using the fish spine method is lower when compared with the crown and canal method. Consequently, the descendent fish spine method presented the highest profitability; the same applies for the three species studied.

## 1. INTRODUCCION

La resinación de especies de **Pinus spp.** mediante la aplicación de métodos modernos, constituye una actividad alternativa económica para la población rural, ya que por medio de ella puede obtener ingresos económicos en forma inmediata y sostenida en el mediano y largo plazo. Este sector de la sociedad, puede ejecutar acciones de manejo y conservación del recurso bosque, así como la prevención y combate de incendios forestales, evitando de esa manera la conversión de áreas boscosas en tierras agrícolas, que en muchas ocasiones, por el mal manejo del suelo se convierten en áreas degradadas.

La actividad agrícola y ganadera, así como los aprovechamientos forestales incontrolados y sin ninguna visión de manejo sostenible, han ejercido una fuerte presión sobre la masa forestal.

La resinación tradicional, conocida como resinación a muerte, es la más destructiva, ya que ocasiona la destrucción de la primera troza y posteriormente la muerte del árbol. Esto da origen a grandes pérdidas económicas y transtornos ecológicos, al producirse el debilitamiento del bosque.

La presente investigación se propuso comparar la eficiencia de dos métodos de resinación conocidos, que ocasionan menor daño a los árboles, y que el aprovechamiento de resina se prolongue por un período largo, siendo ellos el método americano copa y canal, que utiliza ácido sulfúrico en pasta como estimulante y el método alemán ó espina de pescado descendente que utiliza extracto de levadura como estimulante. Además se hizo un breve análisis de costo para cada método, para comparar la rentabilidad.

La investigación contempló una evaluación de la producción de resina en gramos/árbol en forma semanal, en las especies de pino colorado (**Pinus oocarpa Schiede**), pino macho (**Pinus montezumae Lambert**) y pino triste (**Pinus pseudostrobus Lindl.**), en las áreas que abarca la cuenca alta del Río Chixoy, específicamente en los municipios de Momostenango<sup>1</sup>, Departamento de

---

<sup>1</sup>\* La división política-administrativa de Guatemala en su jerarquía es: Departamento, Municipio, Aldea y Caserío

Totonicapán y en San Antonio Ilotenango y Santa Cruz del Quiché, del Departamento de El Quiché, correspondientes a la zona Occidental de Guatemala

## 2. JUSTIFICACION

En la actualidad, debido a la gran presión que el hombre ejerce sobre los recursos naturales para satisfacer sus necesidades, es de vital importancia maximizar el ingreso que aporta el bosque, mediante la aplicación de planes de manejo forestal bajo objetivos ecológicos y económicos apropiados.

Por tal razón, la práctica de resinación de árboles del género **Pinus spp.**, a través de la aplicación de métodos efectivos de extracción, puede añadir valor a nuestros bosques, ya que la resina constituye parte importante entre los productos no maderables.

El presente trabajo se realizó, debido a que en los bosques de pino en Guatemala todavía se utilizan métodos rústicos de resinación; además, existen grandes extensiones de bosques de pino, de las especies mencionadas.

Se pretendió demostrar también, que los bosques proveen otros productos y beneficios además de la madera; en éste caso la resinación es una actividad complementaria económicamente rentable, a la cual puede incorporarse un alto porcentaje de las familias que viven en el bosque y su periferia.

Asimismo, el "Proyecto de Manejo y Conservación de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca Alta del Río Chixoy-UNEPROCH", entidad adjunta al Ministerio de Agricultura, Ganadería y Alimentación de Guatemala, contempla entre su componente de Investigación Forestal, la comparación de diferentes métodos de resinación, por lo que la ejecución de la presente investigación ha contribuido en parte al mejor manejo de la cuenca

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1 General

Evaluar dos métodos de resinación, copa y canal y espina de pescado descendente, de acuerdo a la combinación del uso de dos estimulantes y cuatro clases diamétricas, en función del rendimiento y facilidad de aplicación, en las especies de **Pinus oocarpa**, **P. montezumae** y **P. pseudostrobus**.

#### 3.2 Específicos:

- Evaluar el rendimiento de resina de cada una de las especies **Pinus oocarpa Schiede**, **P. montezumae Lambert**, y **P. pseudostrobus Lindl.**
- Determinar el mejor método de resinación en función de las mejores ventajas, para su adopción en la región
- Determinar el estimulante más efectivo para la resinación
- Determinar la mejor categoría de clase diamétrica, expresado en el mayor rendimiento de resina
- Efectuar un análisis de costo de producción de resina (por kg), aplicando los métodos de copa y canal y espina de pescado descendente

### 4. HIPOTESIS

El Método de resinación Espina de Pescado Descendente ofrece el más bajo costo de implementación y mayor rendimiento de resina

## 5. REVISION DE LITERATURA

La resina de los pinos y sus productos derivados han sido utilizados por el hombre desde épocas remotas y aparecen en las culturas más antiguas en todo el mundo, de tal forma que la primera referencia se encuentra en la Biblia en el Génesis 6 14, donde Noé es llamado por Dios a construir un arca de madera y calafatear las juntas con resina de pino (INFOR. 1981).

En la América Precolombina, las culturas indígenas Maya y Azteca hacían uso de resinas odoríferas en sus ceremonias religiosas y en lumbradas de grandes festividades, así como la construcción de máscaras rituales. Además, utilizaban la resina por sus propiedades medicinales, por ejemplo en la elaboración de unguento de trementina, etc. (Moncayo 1975)

Los derivados primarios de la resina, la colofonia y el aguarrás, fueron utilizados por los colonizadores de la región Sureste de los E.E.U.U. para el calefateado de barcos, que abrieron el comercio en gran escala entre los Estados de Virginia, Lousiana, Georgia y Florida con los países Europeos (Mas, J., Juárez, S., 1975)

La producción de resina a escala comercial, en los Estados Unidos de Norteamérica, se inició en 1605 y alcanzó su apogeo en 1805, especialmente en Carolina del Norte donde operaban más de 1500 empresas destiladoras

Durante muchos años, 1950-1960, los E.E.U.U. han suministrado aproximadamente la mitad de los requerimientos mundiales de resina y sus productos. Francia fue la segunda nación, habiendo aportado el 15 %, la URSS el 8%, Portugal 8% y la mayor parte del restante 20% ha sido abastecido por España, Grecia, México, Polonia, Alemania y la India (Romahn 1992)

En Guatemala, es difícil encontrar registros de producción de resina, por existir limitaciones en su control. Hay datos únicamente sobre la importancia del producto que de 1973 a 1977 alcanzó la cifra de 881,785 Kg. en derivados que comprenden gomas, lacas y resinas (Barrera 1979).

El Proyecto GTZ-DIGEBOS que finalizó en 1995, desarrolló actividades de resinación en **Pinus oocarpa Schiede**, utilizando el Método Espina de Pescado Descendente. También realizó diferentes ensayos con los métodos Primitivo o Tradicional (de hacha) y Pica de Corteza, en las comunidades de los municipios de Cubulco y El Chol, del departamento de Baja Verapaz, Guatemala

### **5.1 Ubicación y formación de la resina en el género Pinus spp.**

La resina se encuentra almacenada en los canales resiníferos de la raíz, tronco y ramas de los pinos

Los canales resiníferos se localizan dentro de las colonias de células vivas del parénquima, éstas colonias y rayos de parénquima se distribuyen a lo largo y en sentido transversal al eje de la madera, ramas y raíces del árbol y están conectadas por los rayos del propio parénquima (Valdivia 1970)

Cualquier corte o herida en la corteza que penetre hasta la madera en un árbol de pino, expondrá los rayos de parénquima o canales resiníferos permitiendo la salida de la resina contenida en el interior del canal. El flujo o escurrimiento de resina se considera parte de la reacción fisiológica de las células vivas para cicatrizar las heridas en la madera (Valdivia 1970).

Los canales resiníferos son elementos anatómicos normales de la madera de pino y se presentan en sistemas longitudinales y radiales que se entrecruzan periódicamente, formando una red continua que comunica todas las partes de madera del árbol

La resina de la albura, es un líquido viscoso que fluye del canal descubierto por la herida; la resina del duramen, en cambio, no es fluida y no mana de canales recién abiertos (Romahn 1992)

El aumento inducido de canales resiníferos, mediante heridas es de suma importancia, ya que la mayor parte del aumento en el rendimiento, después del primer año de resinación, proviene de los nuevos tejidos regenerados. El efecto de la herida en la producción de canales resiníferos traumáticos, se extiende más en el sentido longitudinal de la madera y menos en sentido radial, haciendo que el

número de canales verticales, pueda aumentar hasta diez veces más que el número normal en la madera nueva, arriba de la herida o cara de resinación (Romahn 1992).

Algunas de las especies que se resinan en México, tienen el siguiente número de canales resiníferos verticales por centímetro cuadrado de corte radial; **Pinus pseudostrobus**, 60/cm<sup>2</sup>; **Pinus montezumae**, 40/cm<sup>2</sup>; **P. oocarpa**, 40/cm<sup>2</sup>; **P. michoacana**, 60/cm<sup>2</sup>; **P. teocote** 400/cm<sup>2</sup>. En **Pinus caribaea**, se ha determinado un promedio de 60/cm<sup>2</sup> canales resiníferos horizontales y 31/cm<sup>2</sup> canales verticales, en cortes tangencial y radial respectivamente (Romahn 1992)

## 5.2 Características, clasificación comercial y usos de los derivados de la resina

La resina o trementina de los pinos fluye en forma líquida, obteniéndose de ella mediante procesos de destilación, dos productos primarios, uno sólido de aspecto ambarino y traslúcido llamado "colofonia" que representa más del 70 % , y otro líquido o semigaseoso llamado "aguarrás" que constituye el 20 % y el resto corresponde a impurezas (Ting, W ; Wei, Ch , 1979).

### 5.2.1 Colofonia

La colofonia también conocida como pez griega, está constituida hasta en un 90 %, por ácidos resínicos, los más importantes son el abieténico y primárico. La parte neutra de la colofonia que representa un 10%, está constituida por ésteres, ácidos resínicos y grasos (Romahn 1992).

La colofonia, es una substancia dura y quebradiza a temperatura ambiente, pero es blanda y pegajosa al calentarla,

de aspecto vítreo y fragmentos angulosos, translúcidos, casi inodora e insípida. Su peso específico es de 1.07-1.08, se ablanda a temperaturas de 70-80 °C. Es insoluble en agua y libremente soluble en alcohol, benceno, eter, ácido acético glacial, aceites, disulfuro de carbono, soluciones diluidas de

hidróxidos alcalinos fijos. Combustible, poco tóxica y desprende gases inflamables al calentarla (Romahn 1992)

### **Clasificación comercial**

La colofonia se clasifica en primer lugar por su origen, estableciéndose dos tipos:

- 1) la que es recuperada u obtenida después de separar el aguarrás de la resina de árboles vivos, y
- 2) la extraída después de la destilación de los aceites volátiles de la resina proveniente de la madera del pino, mediante proceso químico-físico.

El color de la colofonia varía desde el amarillo pálido (ámbar) al café rojizo casi negro, pasando por todos los tonos del ámbar. Su color depende de la procedencia de la resina, de la naturaleza del instrumental metálico que se empleó, del método de limpieza y manufactura, del tiempo que estuvo expuesta en la cara del árbol, de la cantidad de materias extrañas arrastradas por la resina, etc.

Los matices más claros son de mejor calidad, tienen los mejores precios, ya que el color de la colofonia tiene importancia en los usos industriales, de tal manera que la clasificación que de ella se hace toma en cuenta éstas características (Romahn 1992).

### **Clasificación Norteamericana de la Colofonia**

En el mercado de la colofonia se clasifica por grados de calidad, asignándoles nombres para prevenir errores durante las inspecciones del producto.

La nomenclatura de la colofonia de acuerdo a su calidad en forma descendente, es la siguiente:

**Símbolo Nombre común Significado**

X	Extra Blanca	colofonia extra superior
WW	Blanca Agua	colofonia extra superior
WG	Vidrio Ventana	colofonia superior
N	Nancy	colofonia superior
M	Mary	colofonia superior
K	Kate	colofonia ordinaria
I	Isaac	colofonia ordinaria
H	Harry	semi-colofonia
G	George	semi-colofonia
F	Frank	colofonia clara superior
E	Edward	colofonia clara superior
D	Dolly	colofonia clara superior
B	Betsy	colofonia negra (Romahn 1992)

Las plantas modernas de arrastre con vapor, con lavadores y filtros, muy rara vez producen una colofonia bajo el grado "K" (INFOR. 1981)

**Usos:**

En términos generales, modificada o no, la colofonia se utiliza en la fabricación de pinturas, barnices, lacas y pez de cerveceras; en el encolado de papel y cartón, en la preparación de lubricantes, aceites emulsificables y betún de zapatos; en farmacología para la preparación de ungüentos, emplastos, medicamentos internos y mezclas desinfectantes; para la fabricación de jabones, etc (Romahn 1992)

### 5.2.2 Aguarrás

La fracción volátil de la resina, conocida como aguarrás, está constituida principalmente por hidrocarburos terpénicos monocíclicos, como el dipenteno, terpineno, terpinoleno, P-metano, cimeno, hidrocarburos terpénicos bicíclicos, como el terpineol, terpina birneol, isoborneol y alcohol fenquílico, con al fórmula general  $C_{10}H_{16}$  (Romahn 1992)

Es un aceite esencial volátil que, libre de impurezas, es un líquido incoloro, neutro, de olor penetrante, inmiscible con el agua y más ligero que ésta. Es soluble en alcohol, eter, sulfuro de carbono, bencina y aceites grasos, es buen disolvente de pinturas de aceite, barnices, etc (Romahn 1992).

Su peso específico a 15 °C varía entre 0.800 y 0.877, índice de refracción entre 1.463 y 1.483 a 20 °C. La temperatura de ignición oscila entre 32 y 42 °C, de ebullición de 160°C y temperatura de autoignición de 254 °C. Es muy tóxico por ingestión, moderadamente tóxico por inhalación y absorción cutánea, con tolerancia de 100 ppm en el aire.

Por la acción del tiempo, el contacto con el aire y la exposición a la luz, el aguarrás experimenta alteraciones de importancia. A causa de la absorción del oxígeno, se colorea paulatinamente de amarillo, pierde fluidéz, adquiere reacción ácida y se alteran su punto de ebullición, densidad, poder rotatorio y solubilidad (Romahn 1992)

#### Clasificación comercial

En el mercado internacional se distinguen cuatro tipos de aguarrás, de acuerdo a su origen o métodos de obtención:

- 1) el aguarrás proveniente de la destilación de la resina extraída del árbol vivo;
- 2) el obtenido por destilación de la resina contenida en la madera;

- 3) el que se obtiene de los productos resultantes de la destilación seca de la madera y
- 4) el que destila de los condensados que se recuperan en el cocimiento de la pulpa de madera para papel bajo el proceso químico al sulfato.

Independientemente de su origen, en el mercado se conocen diversos grupos de aguarrás, de acuerdo a su coloración de transparente a amarillo, los cuales son:

Blanco de agua (Water white),

Estandar, normal (Standard),

Un matiz menos (One shade off),

Dos matices menos (Two shades off)

Los precios del aguarrás fluctúan de acuerdo al grado de calidad estandar establecido, anteriormente descritos. Las especificaciones del mercado requieren que el aguarrás no tenga materias en suspensión ni esté emulsionado con agua, debe tener olor suave y aromático

Las variaciones de calidad dependen del origen y edad de la resina, de la época del año en que fue extraída, del proceso de destilación, el tipo de alambiques, condensadores, tanques de almacenamiento, tuberías, recipientes y el tiempo que haya estado a la intemperie (Romahn 1992)

#### **Usos:**

El aguarrás tiene múltiples usos y aplicaciones, se utiliza extensivamente como diluyente (adelgazador) de pinturas y barnices, secador de esmaltes y selladores de madera, preparación de lacas grasas y fluidas, disolvente de ceras en betunes para cuero de zapato, para la fabricación de insecticidas, fumigantes, desinfectantes, pulimentos, colorantes, jabones, medicinas, etc (Romahn 1992)

Del aguarrás se extrae el aceite de pino y otros productos desinfectantes (Bárcenas 1991).

### 5.3 La variación natural y su papel en la producción de resina

Un nivel de clasificación, reconocido desde los tiempos de Linneo, es la **especie**. Una especie es un grupo de plantas o animales que se pueden cruzar entre sí y producir una descendencia que se asemeja a los padres y que normalmente no se cruzan con otras especies (Willan, R.L. et al 1989).

Se pretende de ésta manera, explicar del por qué las diferencias de producción de resina en el género **Pinus spp.**, a pesar de aplicarse muchas veces el mismo método de resinación, estimulante y la misma clase diamétrica, en la misma especie

#### 5.3.1 Fuentes de variación

La variación entre seres vivos tiene tres fuentes principales:

- a. Desarrollo (con la edad)
- b. Ambiente (diferencias ambientales)
- c. Genotipo (diferencias genéticas)

**Primera fuente:** La mayoría de los seres vivos aumentan su tamaño con la edad.

**Segunda fuente:** La variación ambiental influye en el crecimiento, se han visto árboles torcidos o deformados por el viento ó que se mantienen como arbustos por el constante pastoreo de animales

**Tercera fuente:** En muchas especies los individuos se pueden reproducir sin cruzarse con otros de la misma especie (**reproducción asexual**). En éste caso, los nuevos individuos que se producen a partir de alguna parte del progenitor, son genéticamente idénticos entre sí y tienen el mismo genotipo del progenitor

Otras especies necesitan el cruce de dos individuos (macho y hembra) para poder reproducirse (**reproducción sexual**). En éste caso los descendientes generalmente no son genéticamente idénticos entre sí y son diferentes a los padres. Estas diferencias son las que se conocen como **variación genética**.

Por variación genética se entiende la variación asociada dentro de determinadas especies (cerdos blancos o negros; pinos rectos o torcidos) y que se transmite de generación a generación

(Willan, R.L. et al. 1989)

La apariencia de un árbol (el fenotipo), o sea todo lo que se puede ver y medir, es el resultado de la acción conjunta de su constitución genética (el genotipo) y del ambiente en el que se ha desarrollado. Este fenómeno se expresa en la siguiente fórmula:

$$\text{Fenotipo} = \text{Genotipo} + \text{Ambiente}$$

Generalmente, la variación genética y la variación ambiental se presentan al mismo tiempo y sus efectos sobre los árboles se mezclan. Por esa razón poco puede decirse del valor genético de un árbol basándose únicamente en su apariencia. Por ejemplo, un árbol que tiene buen crecimiento en un ambiente en particular, puede crecer mal en otro diferente. El término "genéticamente superior" no tiene sentido sin referirse a un sitio ó conjunto de condiciones ambientales particulares (Cornelius s.f).

### 5.3.2 Causas de la variación genética:

Las causas de la variación genética son las siguientes:

- **Mutación**

- **Migración**

- **Introgresión ó hibridación**

- **Selección natural.**

Los tres primeros tienen que ver con la creación de la variación. La mutación es la fuerza creativa básica y las otras dos sirven para distribuir y mezclar ésta variación. Por otra parte, la selección natural es la fuerza que decide cuales variantes sobreviven y transfieren su variación a las generaciones siguientes (Willan et al. 1989).

#### **5.4 Experiencias de investigadores sobre la resinación**

Según Chaudhari, et al (1992) sostiene que el rendimiento de resina depende de varios factores, tales como la temperatura, humedad, evapotranspiración, viscosidad de la misma, caracteres del árbol, edad, diámetro, densidad de copa, altura de copa, método de resinación, estimulante usado y ancho de corte (cara).

La producción de resina de un árbol está en función no solamente de sus caracteres genéticos intrínsecos, sino también del dap y el tamaño y vigor de copa (Mas 1976)

Según Valdivia (1970), la producción de resina por árbol está determinada por factores naturales diversos, como la capacidad de producción del árbol, la especie, las condiciones de sitio en donde se desarrolla y el método de resinación que se aplique.

Los árboles de copas pequeñas, comparadas con la altura total del árbol, por lo general son malos productores; aquellos cuya relación corona-tronco sea de aproximadamente 0.5 son óptimos productores (Valdivia 1970).

Con respecto al diámetro, se ha observado que los árboles de diámetro pequeño producen poca resina. La producción aumenta a medida que el diámetro aumenta, hasta alcanzar un máximo, después del cual la producción baja nuevamente (Valdivia 1970).

La afirmación anterior es secundada por un estudio en **Pinus roxburghii**, en la India en donde se demostró que el rendimiento de resina aumenta conforme al diámetro, a partir de 30 cm de dap hasta los 45 cm de dap y luego a diámetros mayores se reduce (Chaudhari, et al. 1992).

Otro estudio en **Pinus kesiya** en Las Filipinas, revela que, el rendimiento de resina fue significativamente mayor en las clases diamétricas de 30-39 cm, 40-49 cm y de 50-60 cm de dap, mientras que fue inferior en las clases de 20-29 cm y mayores de 60 cm de dap (Orallo, C., Veración, V., 1984).

Con respecto a la calidad de sitio y su influencia en la productividad, Dyer citado por Valdivia (1970), en sus estudios realizados en el Sur de los Estados Unidos encontró que, mientras mejores sean los suelos, los árboles crecerán más rápido y habrá mayor producción de resina. Los árboles de crecimiento rápido suelen producir abundante resina. Las condiciones que gobiernan un crecimiento rápido dependen de la **calidad de sitio y la densidad del bosque**. Si el bosque es denso, las copas de los árboles tienden a ser pequeñas debido a la competencia.

El desarrollo de la copa y el diámetro se debe al espaciamiento entre árboles, la producción de resina es mayor, cuando los árboles están a plena luz, ya que con ésta condición, la copa y las raíces adquieren un desarrollo vigoroso, lo que propicia mayor circulación de resina (Bárcenas 1991).

Se han efectuado otros estudios para correlacionar el rendimiento de resina, considerando las características anatómicas del árbol y las propiedades fisio-químicas de la resina. En tales estudios, Schopmeyer citado por Valdivia (1970) encontró que el número y espesor de los canales resiníferos y la viscosidad de la resina tienen un alto índice de correlación (0.83) con la producción. Además, se encontró que la viscosidad de la resina y su producción, son características que se transmiten por herencia genética.

Las condiciones ambientales, especialmente la temperatura, también tienen gran efecto en la producción, Wyman citado por Valdivia (1970), encontró que durante los meses cálidos, la resina fluía

más rápido que en los meses fríos. El efecto de la temperatura en el flujo de la resina no es solamente estacional, ya que puede activar la producción aún en invierno, siempre que haya en él algún período de calor. También se encontró el mismo efecto de la temperatura en la producción de resina cuando las variaciones se debían a cambios en altitud (Valdivia 1970).

La experiencia de campo ha demostrado que en la época de invierno la producción de resina es baja, se asume que es por el efecto del mayor almacenamiento de agua subterránea y al esfuerzo del árbol por crear defensas por el mal tiempo (Bárcenas 1991).

En España, Pardos et al. (1976) investigaron sobre la presión de exudación de la resina, medida en árboles "plus" y de producción media de **Pinus pinaster Ait.**, mediante tubos capilares aplicados al tronco, determinándose que posee una relación significativa con la producción de resina.

La presión y el flujo de exudación de la resina en diversas especies del género **Pinus spp.** vienen siendo objeto de frecuentes y diferentes formas de medida en los últimos veinte años. Su conocimiento interesa por dos motivos distintos, aunque ambos presididos por un matiz fisiológico común. Por una parte, la presión y el flujo de exudación son índices fisiológicos del pino en estrecha relación con la resistencia al ataque de determinados insectos perforadores, ejemplo el gorgojo del pino (**Dendroctonus spp.**); por otra, se trata de variables fisiológicas que se presume en íntima conexión con la producción de resina en el pino (Pardos, et al. 1976).

Un análisis estadístico reveló que la presión de exudación es significativamente mayor en los árboles "plus" que en los de producción media. Asimismo, la época del año es significativa para el valor medido, independientemente del tipo de árbol. En conclusión se corroboró que la presión de exudación es índice fisiológico estrechamente ligado al genotipo y a las variaciones térmicas (Pardos, et al. 1976).

### **5.5 Características de los bosques para ser resinados**

La elección del bosque debe cumplir los siguientes requisitos:

- Densidad del bosque: máximo 625 árboles/há

Si es plantación forestal, la resinación se efectúa después del primer raleo como mínimo y óptimo después del segundo raleo.

Experiencias de resinación en plantaciones de **Pinus ellioti**, en Forestal Las Acequias, Argentina, indican que se resinó a los 14 años de edad, después del 2o. raleo, con una densidad de 650 árboles/há. (Torres, J., Cayman, C.; 1989).

- Elección de los árboles a resinar:

La elección se efectúa en base a su diámetro, que debe tener un mínimo de 25 cm a la altura del pecho (dap), sanos, vigorosos, con bastante follaje verde lo más frondoso posible (1/3 como mínimo de longitud de copa viva); en lo posible árboles dominantes y codominantes

- Temperaturas:

La temperatura media ambiental durante la temporada de trabajo debe ser como mínima 15 °C dentro del bosque. Si las temperaturas son inferiores, la resina tiende a solidificarse, con lo que disminuye el flujo (INFOR, 1981).

En México, la temperatura media anual en las regiones resineras es de 15 °C, con una precipitación anual de 1,560 mm (Mas 1976).

Asimismo, en cuanto a la distribución altitudinal de los sitios de resinación, se ha observado que todas las especies resineras se encuentran localizadas entre los 1,500 a 2,500 msnm (Gutiérrez 1976)

Según COHDEFOR (1991) la viabilidad de resinación debe estar fundamentada en los siguientes criterios:

- Existencia de suficientes árboles mayores de 30 cm de dap, determinada mediante inventario forestal.
- Existencia de una infraestructura mínima de acceso al bosque.
- Distancia corta a las fábricas o mercado de compra de la resina.
- Disponibilidad de mano de obra e interés de la población local a resinar.
- Estabilidad de precio en el mercado, debido al comportamiento fluctuante en los precios de la resina.

## **5.6 Métodos de resinación**

### **5.6.1 Método tradicional, primitivo o rústico (de hacha)**

El método primitivo comúnmente conocido como método de hacha, cajete, huaca ó "box system", se ha usado desde mucho tiempo, no necesita otra herramienta más que el hacha.

Dicho método consiste en hacer en la base de los árboles incisiones profundas y largas, a manera de cajas o huacas para recoger la resina. Las caras hechas miden aproximadamente 2.5 m. de altura, las picas se hacen normalmente cada 4 ó 6 días.

Este método no está sujeto a normas técnicas, tales como el diámetro o altura, lo que impide enmarcarlo dentro de un plan de manejo.

#### **Ventajas:**

- Método sencillo, se usa solo el hacha como herramienta y no se aplica ningún estimulante.
- Mediana producción de resina.

**Desventajas:**

- Al menos la primer troza de madera de los árboles resinados no puede ser aprovechada en la industria de aserrío.
- La resina es de calidad inferior, por el alto contenido de impurezas. Además tiene bajo contenido de aguarrás.
- Mayor peligro de incendio.
- Debilitamiento del árbol en su parte inferior, lo que facilita el ataque de plagas y enfermedades y muchas veces derribamiento por el viento (Flores, et al. 1994).

**5.6.2 Método Francés o de Hughes**

Consiste en raspar la corteza hasta llegar a la albura, donde se talla una cara, en forma de U invertida. La máxima altura a que debe elevarse la cara es de 2.5 m. Este método cuya aplicación se ha generalizado en algunos países (Portugal, España, Polonia, México, etc.), fue ideado para aprovechar las plantaciones forestales de **Pinus pinaster (marítimo)**, en la zona Atlántica de Francia (Romahn 1992).

**Etapas del Método:**

- Selección de árboles: para estimular y obtener una mejor exudación de resina, deben utilizarse árboles con un diámetro promedio de 35 cm, un fuste recto y limpio y con luz solar directa, sin interferencias de copas de los árboles adyacentes.
- Desroñe o descortezado: consiste en remover en sentido longitudinal parte de la corteza del árbol, en el lugar que va a ocupar la cara.

- Marcaje de la cara: consiste en marcar hacia arriba el camino a seguir para la cara, con el objeto de dirigir la trayectoria de la resina.
- Apertura de la cara: se inicia a 30 cm de altura de la base del árbol, el ancho de la cara es de 10 cm, y una longitud inicial de 10 cm y una profundidad de 1.5 cm en al albura del árbol.
- Colocación de la laminilla: básicamente son unas láminas de material galvanizado (de zinc), que se colocan en la base de la cara, ésta permite recibir la resina exudada.
- Colocación de recipiente: se coloca un recipiente debajo de la laminilla, que recoge la resina, luego se fija al árbol por medio de un clavo al centro de la cara.
- Recolección de resina: consiste en descolgar los cacharros y vaciar en envases plásticos de 5 galones (20 lts ), para ser transportada a los patios de acopio y vaciada en barriles o toneles de 54 gals. (204 lt), desde donde generalmente son cargados en camiones y transportados hasta las fábricas procesadoras (Barrera 1979).

**Ventajas:**

- Las pérdidas de resina son mínimas y de mejor calidad, comparado con el método primitivo o rústico.
- Se obtiene buen rendimiento de resina por árbol, por la hechura de varias caras de resinación.
- No se usa ningún tipo de estimulante.

**Desventajas:**

- Las picas requieren más tiempo, debido a las varias caras de resinación, por lo que se eleva el costo de producción por Kg de resina

- Se elimina además del cambium parte de la albura (1.5 cm de profundidad), las heridas causadas rara vez llegan a cerrarse por lo que la primera troza es dañada, perdiendo así su valor comercial.
- Hay ataque de insectos y hongos en las heridas efectuadas (Mas, J.; Prado, A., 1970).

### 5.6.3 Método Pica de Corteza

Los primeros ensayos con éste método de resinación se hicieron en Alemania en 1933 y en Rusia en 1934, por la necesidad de producir resina durante la Segunda Guerra Mundial, con especies de pino no resineras como el *Pinus sylvestris* (Mas, J., Prado, A., 1970).

La idea principal era activar la resinación mediante estimulantes químicos, se experimentaron varios reactivos entre ellos el ácido acético, fórmico, nítrico, clorhídrico, sulfúrico, etc. y los alcalies: cloruro sódico, carbonato de potasio, hidróxido de amonio, etc. Según las investigaciones se concluyó que las substancias más indicadas para inducir la producción de resina eran los ácidos, destacándose entre éstos, los ácidos sulfúrico y clorhídrico (Mas, J., Prado, A., 1970).

El paso inicial para aumentar la productividad resinera con el Método de Pica de Corteza, se dió al aplicar ácido sulfúrico en solución al 50 %, además permitió reducir a la mitad el número de picas en el árbol (ó sea cada 14 días). Posteriormente se sustituyó la solución por una emulsión en forma de pasta, con mayores ventajas que la primera, por su fácil aplicación y efecto más prolongado, comúnmente reduce las picas a 21 días sin dejar de fluir resina. Esta pasta, originalmente blanca, se fue sustituyendo por una "pasta negra", con ingredientes y cualidades que reducen la frecuencia de las picas a cada 28 días (Mas, J., Juárez, S., 1975).

En éste método se corta solamente la corteza y el liber, sin afectar la albura, por eso es importante aplicar un estimulante para obtener una buena producción de resina. Las herramientas

necesarias en éste método son las siguientes: Alisador, trazador, escoda, martillo, cola de pescado, laminilla, clavo, cacharro, aplicador de estimulante (Frik s f.)

### **Etapas del método**

- Descortezado: consiste en reducir el grosor de la corteza del árbol en la zona donde se va a resinar durante un año (cara). El ancho de cara es de 20 cm, la altura depende de las picas previstas durante un año. La corteza más gruesa se reduce con el machete y después se alisa con el alisador a unos 2 mm.
- Con el trazador se marcan dos líneas guías sobre el área de la corteza alisada, para señalar los límites de la anchura de cara.
- Con la cola de pescado, herramienta cortante, se hace la perforación en forma de V, donde se coloca la laminilla galvanizada. El cacharro se fija con un clavo de 3 pulgadas.
- Luego se hace la pica con la escoda. Al final se aplica el estimulante ácido sulfúrico, en forma de pasta o líquido.

Con éste método se trabaja de abajo hacia arriba. La primera pica se hace a una altura que permita colocar el recipiente y la laminilla. Si se llega a una altura que ya no permite nuevas renovaciones, se empieza con una segunda cara. Entre las caras debe dejarse un área con corteza, que se conoce como paso de vida (Frik s f.).

### **Ventajas:**

- Las picas solo cortan la capa del cambium sin afectar la albura, permitiendo que la herida cicatrice normalmente.

- El número de picas se reduce al aumentar los intervalos entre ellas, por la aplicación del ácido sulfúrico.
- Se causa menos daño a la primera troza del árbol

#### **Desventajas:**

- La producción de resina es relativamente baja
- Los costos de la herramientas y materiales para su implementación son altos
- Necesidad de utilizar ácido sulfúrico, aumenta los costos.
- El ácido sulfúrico causa accidentes, ya sea por contacto o por ingestión (Frik s.f).

#### **5.6.4 Método Americano de Copa y Canal**

El método de copa y canal se introdujo en Honduras a mediados de 1956, bajo la supervisión de técnicos de la FAO. Este método consiste en quitar en cada pica, fajas de aproximadamente, 1/2" (1.5 cm), utilizando una herramienta llamada escoda. Esta acción es complementada con el uso de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ) en pasta como estimulante, para obtener una mayor producción de resina. La resina fluye a través de 2 laminillas llamadas delantal y canal y es recolectada en un recipiente (copa), colocada inicialmente en la base del árbol (Flores et al. 1994).

Por experiencia se ha visto que la pasta activada (ácida) es de fácil manejo y permite el flujo de resina del árbol por mayor tiempo, simplemente porque permanece más tiempo adherida al mismo (Mas, J., Prado, A., 1970).

El uso de ácido sulfúrico en pasta, eleva la producción de resina y reduce considerablemente el trabajo (Valdivia 1970).

**Ventajas:**

- Las picas realizadas solamente eliminan el cambium sin afectar la albura, por lo que no se daña la primera troza
- El período de resinación se prolonga, por el daño mínimo que sufre el árbol
- Buena producción de resina, dado por el mayor ancho de cara de resinación.

**Desventajas:**

- Uso del ácido sulfúrico como estimulante, provoca daños a la ropa y piel del resinero.
- Alto costo de materiales, tales como el canal y delantal en comparación con la laminilla utilizada en el método de espina de pescado descendente
- Bajo contenido de aguarrás de la resina, debido al largo trayecto recorrido sobre la cara de resinación (Flores, et al 1994).

**5.6.5 Método Alemán o Espina de Pescado Descendente**

El Método Alemán fue desarrollado en Alemania, para la resinación de *Pinus silvestris*, también es denominado "Espina de Pescado Descendente" (Proyecto GTZ s.f).

Este método fue introducido en Honduras por el Proyecto de Capacitación Forestal- CAFOR-COHDEFOR/GTZ., a través del consultor Dr. G. Stephan, como una alternativa sustitutiva del método americano de copa y canal (Flores, et al. 1994).

El método Espina de Pescado Descendente tiene las características siguientes:

- La cara de resinación inicia en la parte superior del árbol, a la altura posible que el resinero alcance trabajar cómodamente.

- El ancho del área a resinar, ocupa una superficie de un tercio ( $1/3$ ) de la circunferencia del árbol.
- Las caras de resinación se alargan en dirección descendente, hasta llegar a la base del árbol en forma de "V", mediante la renovación sucesiva de los repasos (canales o picas), ejecutados con una herramienta denominada cepillo, que profundiza en la madera hasta 3 mm.
- Se aplica en los canales, picas o repasos, "extracto de levadura", como estimulante biológico (**Saccharomyces cerevisione**) en forma atomizada para mejorar la producción de resina, a la vez conservar saludables y aptos los árboles para la producción de madera.

#### Ventajas:

- El uso de levadura como estimulante biológico, no provoca daños al árbol ni al resinero
- La instalación del material y el trabajo desarrollado durante todo el proceso es más rápido en comparación con el método copa y canal.
- Mejor calidad de la resina ya que contiene menos impurezas.
- Por su forma de ejecución descendente, los riesgos contra incendios se reducen en los primeros años de resinación.
- Se pueden realizar picas dobles, es decir una pica entre dos anteriores, para aumentar el período de resinación.
- Se aprovecha el grosor del árbol a resinar en forma más efectiva, ya que el ancho de la cara es igual a un tercio ( $1/3$ ) de la circunferencia del árbol.
- La reubicación de la laminilla y copa es mucho más fácil.

- El contenido de aguarrás es mucho mayor en comparación con otros métodos, ya que la resina fluye por los canales laterales y central, no sobre toda la cara resinada que ocasiona pérdidas por evaporación

#### **Desventajas:**

- La pasta de levadura es importada de Alemania o de Colombia.
- Escasos centros de fabricación de herramientas.
- Se necesita buen entrenamiento a los operarios para ejecutar todas las operaciones (Flores, et al. 1994).

#### **5.6.6 Método de perforación de agujeros**

Este método fue recientemente introducido (1996) a Honduras y Guatemala, con fines experimentales, por el consultor Allan W. Hodge de la Universidad de Florida, E.E.U.U. Por las características del mismo, podría ser un buen método ya que es aplicable en cualquier época del año.

El método consiste en perforar tres (3) agujeros ó mas en la parte inferior de los árboles, distribuidos a igual distancia en el perímetro del fuste, a una altura de 10 cm del suelo. Las perforaciones tienen una profundidad de 3-6", con inclinación hacia afuera del 5-10 %, hechas por medio de un accesorio con broca adaptado a una motosierra, si se hace un aprovechamiento a gran escala. A pequeña escala se pueden hacer los agujeros con un trépano manual, dándole las medidas necesarias. En dichos agujeros se aplica un estimulante, luego se le coloca una especie de niple para tubería de agua, con el objeto de sellar la salida de resina a las orillas, luego se le conecta un pedacito de tubo PVC, que conduce la resina hacia una bolsa plástica, amarrada al mismo tubo, quedando como una especie de salchicha (Comunicación personal con Reforestadora El Arbol, Guatemala).

**Ventajas:**

- La resina sale del árbol directamente a la bolsa, sin impurezas ni habrá penetración de agua.
- Permite trabajar en cualquier época del año, ya que la lluvia no sería problema.
- No hay pérdidas de resina por cualquier agente extraño, si no se rompe la bolsa utilizada como recipiente.

**Desventajas:**

- El estimulante a aplicar es importado.
- Hay poco conocimiento en éste método a nivel de los técnicos nacionales, para transferirlo a los productores de resina

**5.7 Cicatrización en árboles resinados**

El proceso de cicatrización ocurre en los árboles de forma espontánea y natural, durante el desarrollo de cambio foliar o cuando se producen en ellos heridas, ya sea por cortes, golpes, etc. Dos procesos importantes tiene la cicatrización: la deposición de sustancias que protegen la nueva superficie de las inclemencias del tiempo y la división celular para formar una capa protectora. Este proceso es afectado por las condiciones del medio ambiente (Mesa, M., Ramírez, P., 1990).

Según Messari, citado por Valdivia (1970), el proceso de cicatrización de las heridas en los árboles de pino, ocurre de la siguiente manera: primero opera un mecanismo fisiológico consistente en un rápido aumento en la turgencia celular para favorecer la oclusión del canal mediante el hinchamiento de las células epiteliales. Este fenómeno es acompañado por una hipersecreción de resina. Segundo, se efectúa la emulsión de la resina en el agua contenida por las células, que se filtran a través de las membranas hacia el interior del canal y finalmente, ocurre una total deshidratación de las células

expuestas y el embalsamiento de sus membranas con resina. Al concluir ésta fase, el flujo de la resina cesa, y por tanto parece ser que su flujo está controlado por las células secretoras.

En las condiciones de resinación, la herida hecha a los árboles es amplia, que ocupa desde 1/10 hasta 1/3 del perímetro de la circunferencia, dependiendo del método utilizado.

El proceso de la cicatrización es conocido por varios autores, pero solamente se ha encontrado en forma sintetizada una clasificación de acuerdo con su intensidad, expuesta por Knige y Schulz citados por Mesa (1990), que es: lenta, media y rápida, en cuyo primer grado se ubican los pinos.

Se informó una cicatrización muy intensa para **Pinus caribaea** Morelet resinado, después de 7 y 3 años, de una intensidad de 75.5 y 76.1 %, respectivamente. La especie **Pinus tropicalis** presentó una intensidad de cicatrización mucho más baja que en **Pinus caribaea** (Mesa, M , Ramírez, P. 1990).

## 5.8 Características botánicas y distribución de las especies a estudiar

### 5.8.1 **Pinus oocarpa** Schiede

Arboles de 12-18 m de altura, pocas veces de 25 m, a menudo con una excavación cortada en el tronco (fuste) donde han colectado y sacado resina; dap de 40-75 cm

Copa: Copas redondeadas, frecuentemente compactas, corteza agrietada, oscuras o grisáceas, con placas delgadas, largas, casi regulares; ramas fuertes y extendidas, ramillas morenas.

Hojas: Generalmente con 5 acículas en cada fascículo, a veces con solamente 4, variando de 12-30 cm de largo y hasta 1.5 mm de ancho. Su color con frecuencia es verde claro y vivo, rígidas y se concentran generalmente en el extremo de las ramas.

Conos: Relativamente pequeños comparados con los conos de **P. pseudostrobus** y **P. caribaea**, ovoides antes de abrir y más anchos que largos después de abrir (2.5-10 cm de largo por 4-

7.5 cm de ancho). La persistencia en el árbol por mucho tiempo, de los abundantes conos pequeños caracterizan a ésta especie. Los conos maduran de Enero-Marzo.

Altitud: Crece frecuentemente de 500-2400 msnm (Veblen, 1977), pero principalmente de 700-1500 msnm (Lamprecht, 1990)

Hábitat: Se encuentra en elevaciones bajo-medianas en climas húmedos y muy húmedos ó sea en las zonas de vida Subtropical húmedo y muy húmedo.

Ambito: Es nativo desde México hasta Nicaragua. Es el pino común en Oriente de Guatemala, sur del departamento de Huehuetenango, nor-oriente de Totonicapán y El Quiché, asociado principalmente con **P. montezumae**.

Esta especie se encuentra asociada con **P. montezumae** en sitios relativamente secos y frescos y con **P. pseudostrobus**, en sitios más húmedos y frescos.

La madera de **P. oocarpa** es excelente y la especie es buena productora de resina. En Guatemala es conocido como "pino colorado ó de ocote" (FAO, 1975)

### 5.8.2 *Pinus montezumae* Lambert

Árboles de 20-30 m de altura y dap hasta de 75 cm, notable entre los pinos de Guatemala por sus ramas gruesas y extendidas, formando una copa irregularmente redondeada.

Hojas: Generalmente con 5 acículas por fascículo, aunque a veces de 4, de 15-27 cm de largo y gruesas, de color verde oscuro, extendidas o colgantes, con bordes aserrados.

Conos: Grandes, de 20-30 cm de largo y hasta 15 cm de ancho cuando están abiertos; la forma es ovoide-cónica a largo-cónica. Estos son los conos más grandes y atractivos de los pinos del país.

Altitud: Frecuentemente crece de 1600-2400 msnm.

Hábitat: Tiene la capacidad de crecer en terrenos muy delgados de las zonas semiáridas, en la zona de vida Montano Bajo Húmedo y Bosque Húmedo Montano Bajo Sub-tropical (Veblen 1977).

Ambito: Nativo de México y Guatemala. A veces es el único pino a la vista; otras puede estar mezclado con **Pinus pseudostrobus** ó con **P. oocarpa**, o con las dos a la vez.

Sobre suelos profundos, éste pino puede ser un árbol grande, fuste recto y buena madera, la característica especial de ésta especie en su etapa inicial de crecimiento, es que forma una raíz gruesa como zanahoria y el tallo no crece hacia arriba hasta que la raíz está bien desarrollada (FAO 1975).

### 5.8.3 **Pinus pseudostrobus** Lindl

Arbol de 20-30 m de altura. Copa a menudo espesa, formada por varias ramas verticales grandes. Corteza áspera grisácea, rojiza en las fisuras. Follaje verde oscuro, péndulo pero esparcido (Styles, B., Hughes, C., 1989).

Hojas: Generalmente 5 acículas por fascículo, aunque a veces se encuentran 6, de 12-35 cm de largo. Como son relativamente delgadas, se curvan hacia abajo, dándoles un aspecto típico que ayuda a identificar la especie aún de lejos.

Conos: Son ovoides a ovoide-cónicos, de 5-15 cm de largo y hasta 10 cm de ancho. En muchas áreas, la mayoría de los conos son completamente dañados por la roya **Cronartium spp.**, que tiene como hospedero alterno al **Quercus spp.** Los conos maduran en noviembre y diciembre.

Altitud: Crece más frecuentemente entre 2,000 y 2500 msnm, pero algunas veces se exhiben hasta los 2,800 m.

Hábitat: Crece en elevaciones medianas y bajo-medianas en climas húmedos y muy húmedos. Estas condiciones corresponden a las tres zonas de vida Montano Bajo Húmedo y muy húmedo y Subtropical muy húmedo.

Ambito: Esta especie es nativa desde México hasta Honduras, en Nicaragua es restringida su presencia.

En general es un árbol bastante recto, de mejor forma que el **P. maximinoi**, con una copa más pequeña y ramificación menos densa.

Sobrevive en los sitios más expuestos y menos fértiles de suelos poco profundos. Se mezcla con más especies de pino que ningún otro. En Guatemala se encuentra en los departamentos de Guatemala, Chimaltenango, Sacatepéquez, Sololá, El Quiché, Totonicapán y Quetzaltenango (FAO 1975)

## 6. MATERIALES Y METODOS

### 6.1 Procedimiento general

a- Identificación y selección de sitios con bosques naturales de **Pinus oocarpa**, **Pinus montezumae** y **Pinus pseudostrobus**, representativos de la zona, que fueran relativamente accesibles, cercanos a poblaciones o comunidades, con la finalidad de incorporarlas a ésta actividad.

b- Realización de trámites legales correspondientes, para obtener el permiso de concesión de los sitios. Los tres sitios se ubicaron en propiedad privada.

c- Establecimiento del experimento, mediante la aplicación del Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial.

d- Selección de árboles de acuerdo a características deseables, establecidas en el plan de trabajo, como el diámetro de 25-45 cm de dap, tamaño de copa mayor o igual al 30 % de la altura total del árbol, completamente sano, sin quemaduras, ni caída de ramas. La pendiente del terreno no mayor del 50 %.

e- Ejecución de los métodos de resinación propuestos.

f- Análisis de costo de producción/kg de resina producida en cada uno de los métodos, midiendo el tiempo requerido para cada una de las actividades que involucra cada método de resinación, expresado en horas-día-hombre (jornal), así como el costo de las herramientas y materiales utilizados.

### 6.2 Descripción general de la zona de estudio

La presente investigación se llevó a cabo en la zona Occidental de Guatemala, conocido como el Altiplano, en las áreas que abarca el "Proyecto Manejo y Conservación de los Recursos Naturales Renovables de la Cuenca Alta del Río Chixoy-UNEPROCH-".

La cuenca del río Chixoy, es parte de la vertiente del Golfo de México, se localiza entre los 91°04' y 91°37' de longitud Oeste y entre los 14°54' y 15°33' latitud Norte. Sus límites geográficos son: al Norte y Nor-oeste con la Sierra de los Cuchumatanes, al Sur-oeste la Sierra Madre, al Sur-Este la Sierra de Chuacús. Dicha cuenca tiene una superficie de 2,271 Km<sup>2</sup>.

El área donde se ejecutó el presente estudio, se ubicó en los municipios de Momostenango, departamento de Totonicapán, San Antonio Ilotenango y Santa Cruz del Quiché, departamento de El Quiché (Fig. 1).

### **Suelos:**

De acuerdo con un estudio global de clasificación de suelos, hecho por Simmons et al (1959), los suelos de dichas áreas pertenecen a la Serie Quiché (Qi). Las áreas planas se pueden usar para la producción de cultivos limpios y frutales propios de zonas templadas. La topografía es muy accidentada, por lo que los terrenos deben mantenerse cubiertos de bosque de protección y producción, para satisfacer las demandas locales de productos forestales de los habitantes (Fig 2).

---

<sup>2</sup>La cuenca superior del río Chixoy representa el 2.1 % del territorio nacional.

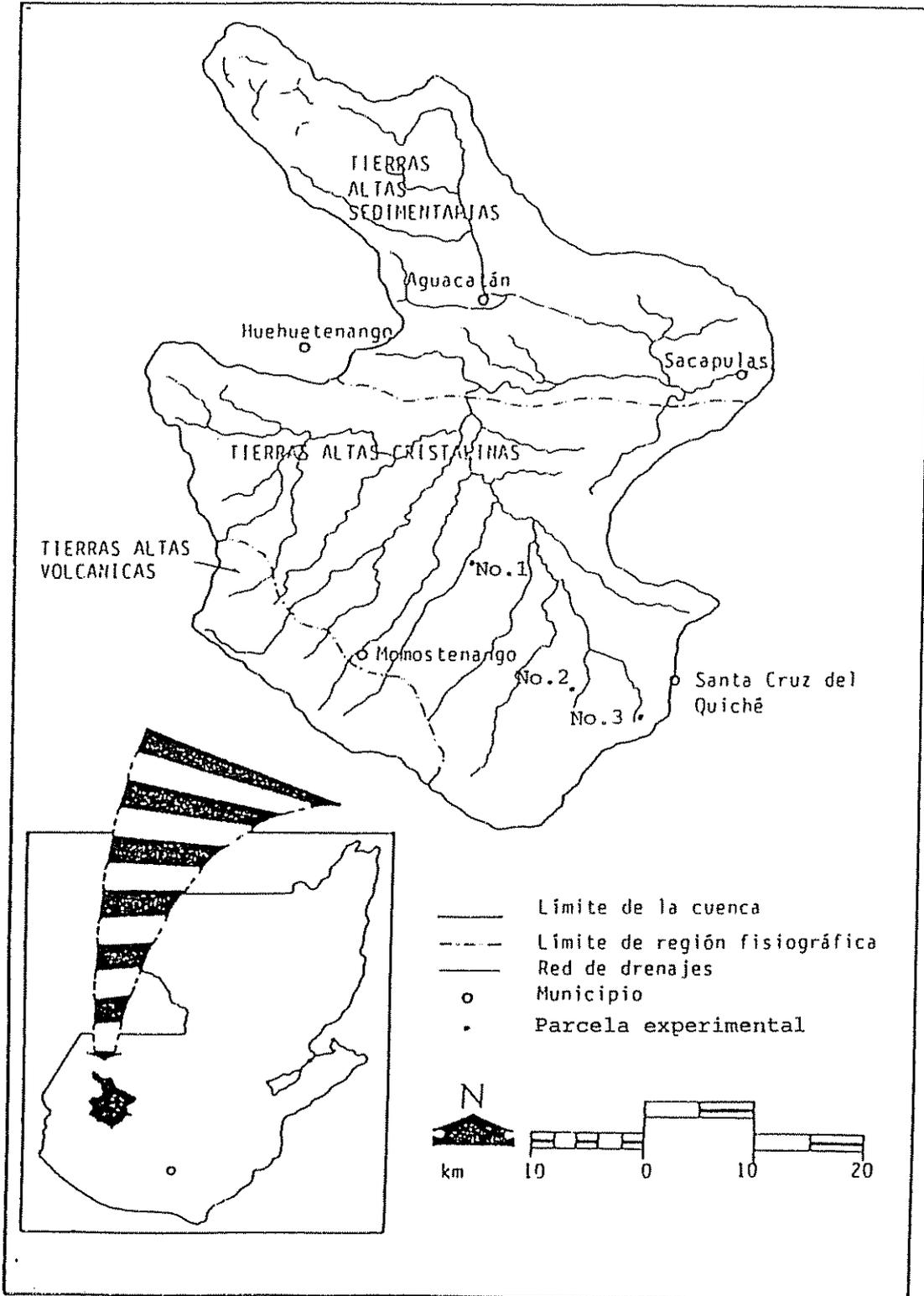


Figura 1. Localización de las parcelas experimentales, en la cuenca superior del río Chixoy, Guatemala.

Fuente: Cabrera, 1987.

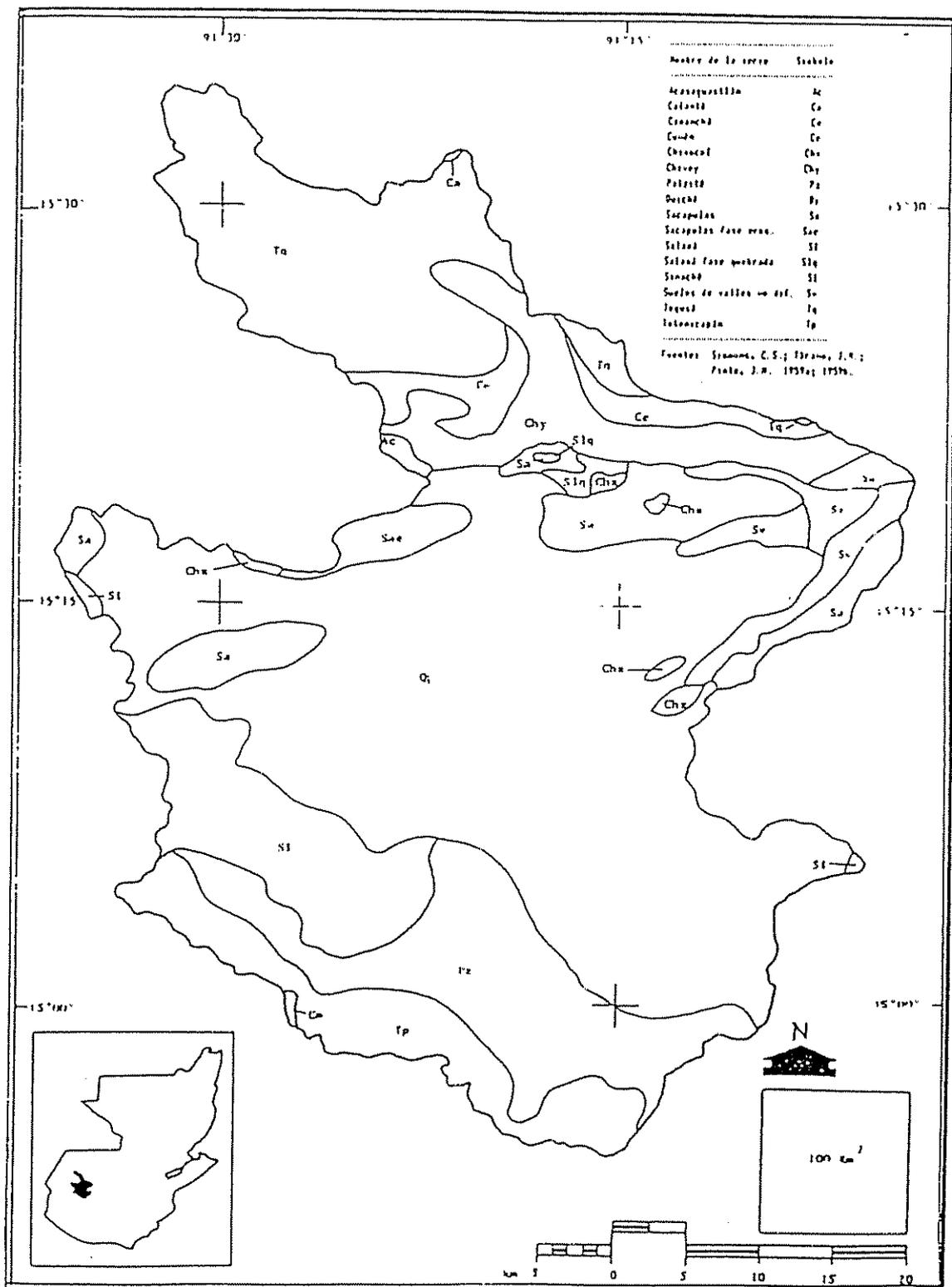


Figura 2. Mapa de suelos, cuenca superior del río Chixoy, Guatemala.  
Fuente: Cabrera, 1987.

**Zona de vida:**

Los tres sitios se ubican dentro de la zona de vida Bosque Húmedo Montano Bajo Sub-tropical (bh-MB). Esta zona de vida se caracteriza por tener un patrón promedio de precipitaciones anuales que varía de 1,000-2,000 mm. La biotemperatura oscila entre 15-22 °C. La relación de evapotranspiración potencial se estima en 0,75 y la elevación varía de 1,500-2,400 msnm (Cruz 1983), citado por Cabrera R (1987) (Fig 3).

**Fisiografía e hidrología:**

La cuenca superior del río Chixoy, presenta tres regiones ó provincias fisiográficas bien diferenciadas: 1) tierras altas sedimentarias, 2) tierras altas cristalinas y 3) tierras altas volcánicas (Fig 1)

Posee dos sistemas hidrográficos de importancia: la subcuenca del Río Blanco, que domina la región fisiográfica 1 y la subcuenca del Río Negro, que comprende las regiones fisiográficas 2 y 3 (Cabrera 1987) (Fig 4)

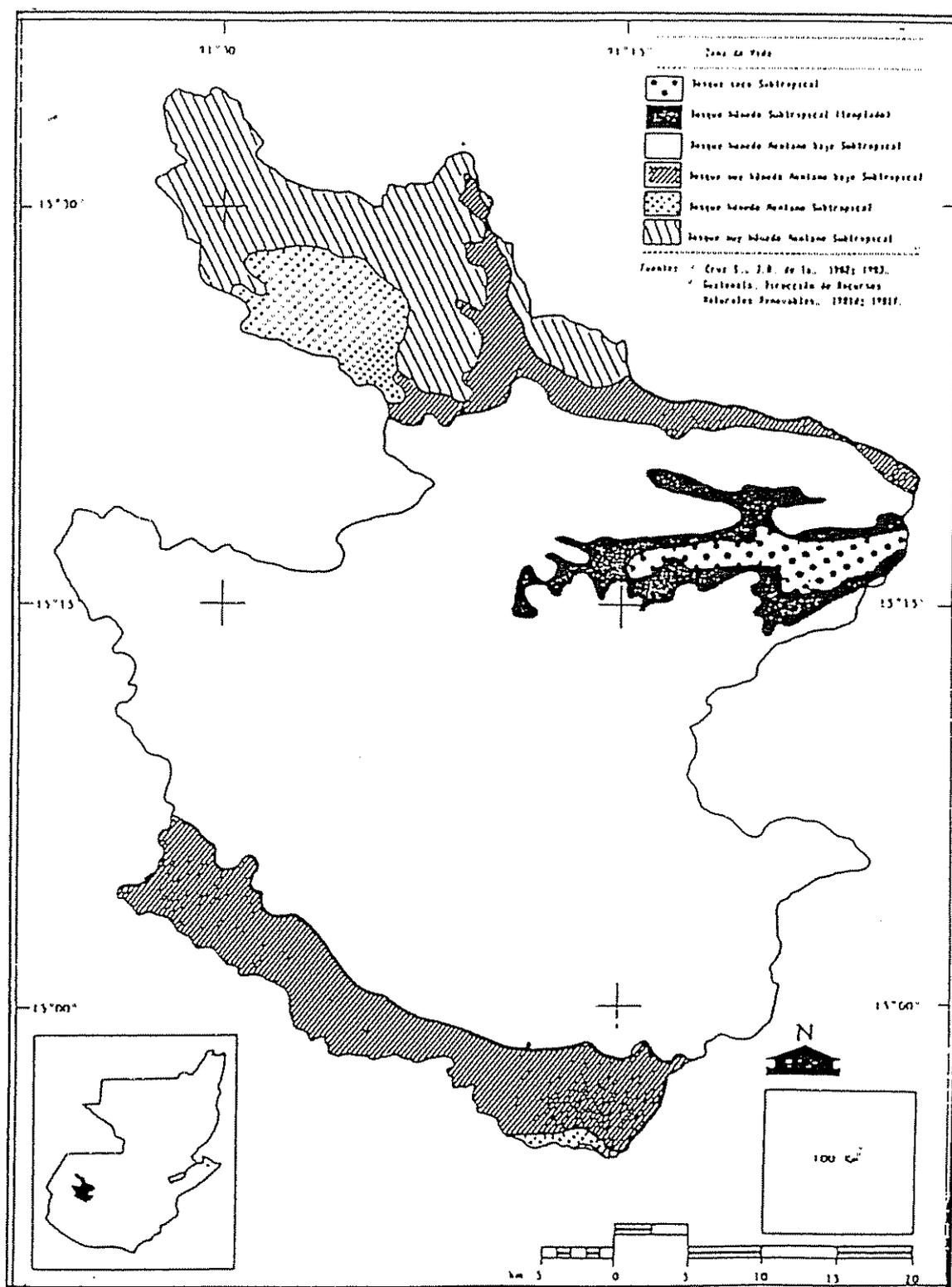


Figura 3. Mapa de zonas de vida, cuenca superior del río Chixoy. Guatemala.  
 Fuente: Cabrera, 1987.

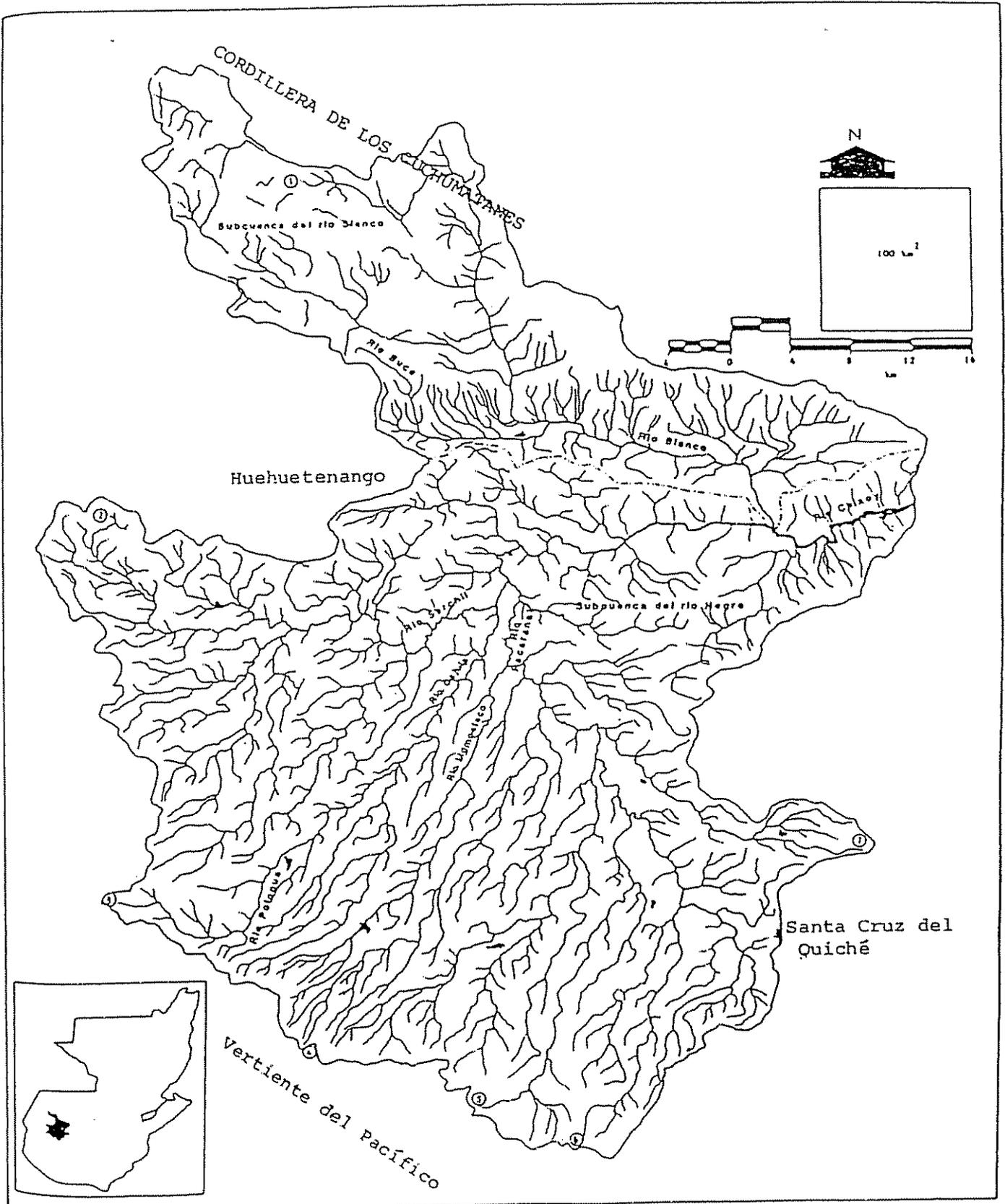


Figura 4. Red de drenajes, cuenca superior del río Chixoy, Guatemala.  
Fuente: Cabrera, 1987.

### 6.3 Historia y condición socio-económica de las comunidades

La conquista para Guatemala en el Siglo XVI, tuvo un significado destructivo para la población indígena Maya, así como para los recursos naturales. En la época colonial, los españoles destruyeron grandes extensiones de bosque denso para convertirlas en terrenos de uso agrícola (Cambranes 1978), citado por Cabrera, R. (1987).

Los habitantes de éstas áreas de estudio son en su mayoría indígenas de la etnia Maya-Quiché, cuyo idioma materno es el Quiché.

La etnia Quiché, cuyo tronco racial proviene de los Mayas, derivaron su nombre de "**Quiyché** o **Quechelaj**", palabra Maya que significa **bosque** y proviene de "**qui**" ó "**quiy**" que significa muchos y "**Ché**" significa árbol, palabra Maya original (Moncayo 1975).

La actividad especial a la que se dedican es a la agricultura, principalmente al cultivo de maíz (**Zea maíz**) y al cultivo de frijol (**Phaseolus vulgaris**), cultivan algunas hortalizas, algunos son comerciantes y por último algunas familias en alguna época del año, dependen de los productos no maderables del bosque, como la resina.

Sus excedentes de producto lo comercializan en el mercado local y hacia la ciudad capital de Guatemala, ubicada a 280 kms.

### 6.4 Localización de las parcelas experimentales

Las áreas experimentales se localizaron en tres diferentes sitios en la parte alta de la cuenca del Río Chixoy, la distancia entre la parcela 1 y 2 es de 80 km y 100 km entre la 1 y 3, por lo que la distancia entre parcela 2 y 3 es de 20 km. El tipo de carretera que une las mismas es de terracería.

#### 6.4.1- Parcela No.1, con *Pinus oocarpa*

Se ubicó en el paraje Sicalbé, 5 km al sur de la Aldea San José Sigüilá y a 20 km aproximadamente, nor-este de la cabecera municipal de Momostenango, departamento de Totonicapán, a una altura de 1920 msnm. Las especies arbóreas que conforman éste bosque mixto son el encino (*Quercus spp.*) y el madrón (*Arbutus xalapensis*) (Fig 5)

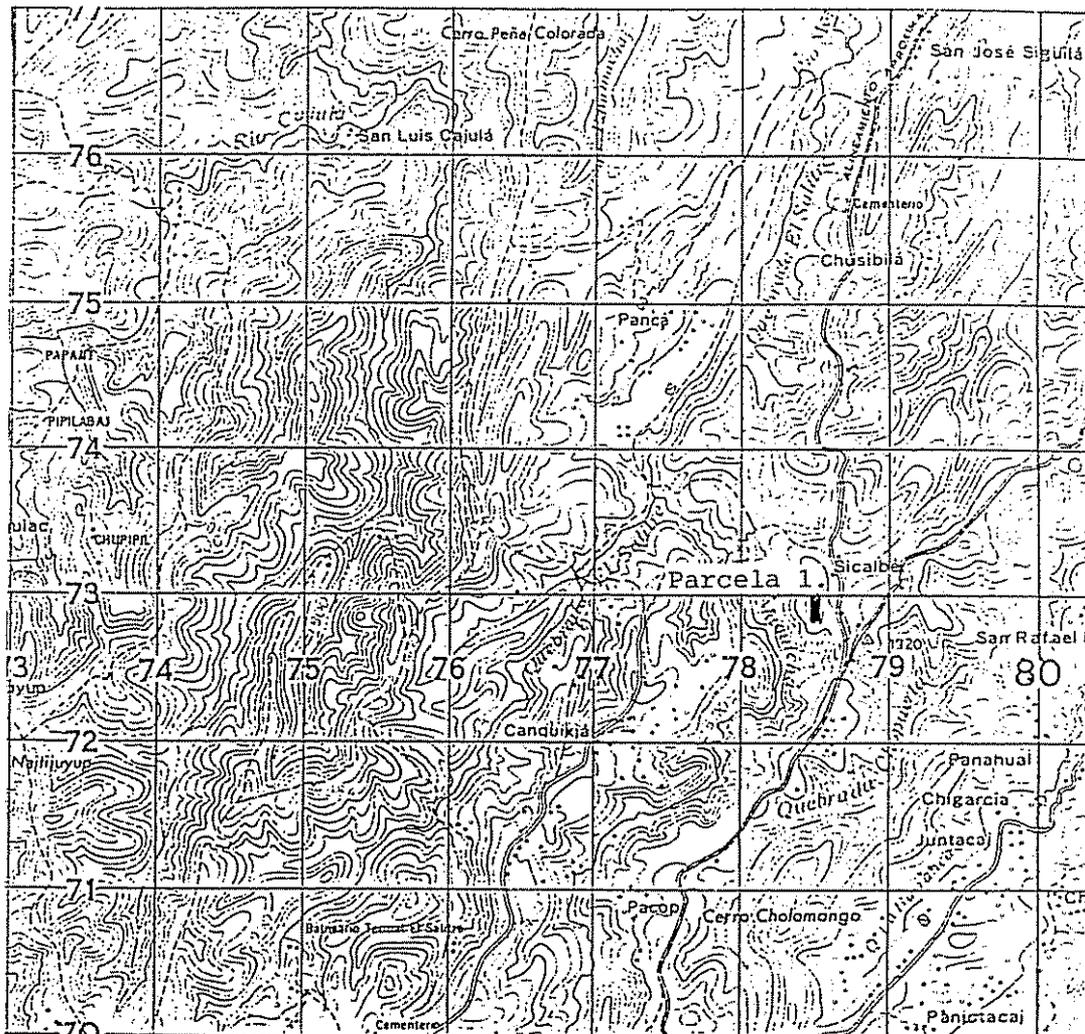


Figura 5. Localización de Parcela No.1, *Pinus oocarpa*.

### 6.4.2 Parcela No.2, con *Pinus montezumae*

Se situó en la Aldea Chusicá, a 5 km al norte de la cabecera municipal de San Antonio Ilorenango, departamento de El Quiché, a una altura de 1960 msnm. Parte de éste bosque mixto lo constituyen las especies: pino colorado (*Pinus oocarpa*), encino (*Quercus spp.*) y madrón (*Arbutus xalapensis*) (Fig.6).

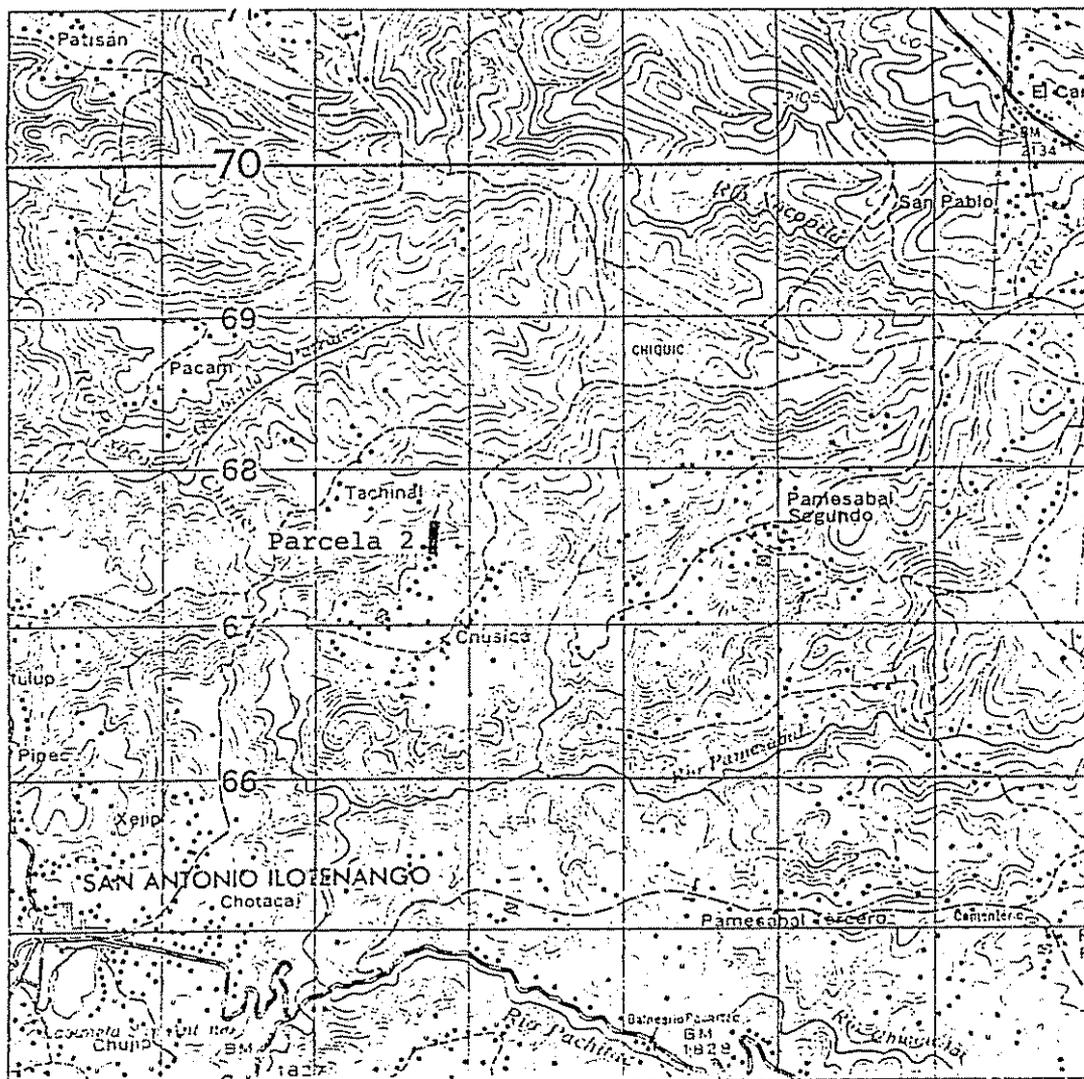


Figura 6 Localización de parcela No. 2, *P. montezumae*

### 6.4.3 Parcela No.3, con *Pinus pseudostrobus*

Este sitio se ubicó en el Cantón Xatinap IV, a 4 km sur-oeste, de la ciudad de Santa Cruz del Quiché, departamento El Quiché, a una altura de 2010 msnm. Otras especies que conforman éste bosque mixto son: el encino (*Quercus spp.*), aliso (*Alnus jorullensis*) y ciprés (*Cupressus lusitanica*) (Fig. 7).

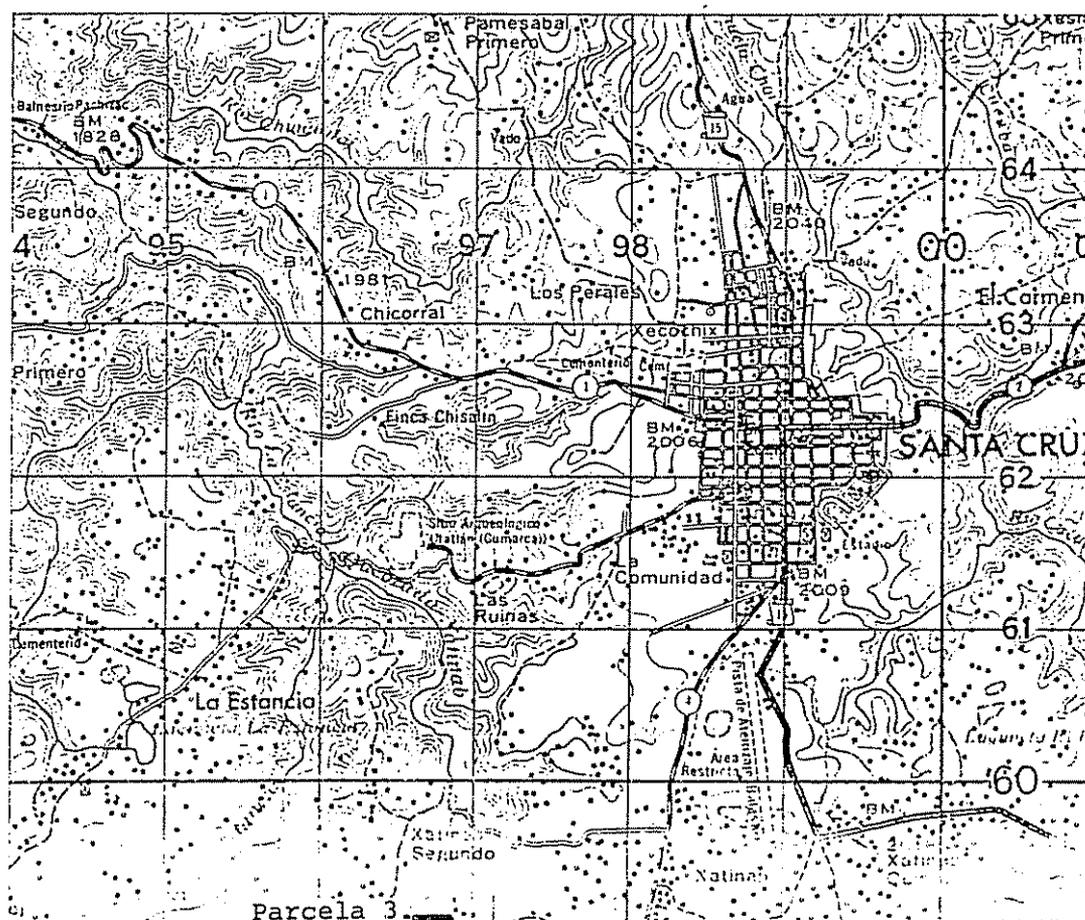


Figura 7. Localización de parcela No.3, *P. pseudostrobus*

## 6.5 Diseño Experimental

De acuerdo con la naturaleza del experimento, se utilizó el Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial, utilizando un árbol como unidad experimental.

El modelo estadístico es el siguiente:

$$X_{ijkl} = u + m_i + s_j + (ms)_{ij} + d_k + (md)_{ik} + (sd)_{jk} + (msd)_{ijk} + E_{ijkl}$$

donde  $X_{ijkl}$  = Producción de resina en gr.

$u$  = Media general

$m_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo método

$s_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo estimulante

$d_k$  = Efecto de la  $k$ -ésima clase diamétrica

$(ms)_{ij}$  = interacción del  $i$ -ésimo método con el  $i$ -ésimo estimul.

$(md)_{ik}$  = interacción de la  $i$ -ésima clase diam

$(sd)_{jk}$  = interacción del estimul con la  $i$ -ésima clase d

$(msd)_{ijk}$  = interacción entre el  $i$ -ésimo método, el  $j$ -ésimo estimulante y la  $i$ -ésima clase diamétrica.

### 6.5.1 Tratamientos

Los factores estudiados fueron los siguientes:

**Método (2), Estimulante (2) y Clase diamétrica (4)**

Tomando en cuenta dichos factores, resultaron 16 tratamientos ( $2 \times 2 \times 4$ ), utilizando 4 repeticiones, dando así un total de 64 árboles por cada especie de cada sitio. Se utilizaron un total de 192 árboles para todo el experimento, en los tres sitios de estudio.

#### **Niveles de los factores:**

M1= Método 1 = Método Copa y Canal

M2= Método 2 = Método Espina de Pescado Descendente

E1= Estimulante 1 = Acido sulfúrico en pasta

E2= Estimulante 2 = Extracto de levadura

C1= Clase diamétrica 1 = de 25-29.9 cm de dap

C2= Clase diamétrica 2 = de 30-34.9 cm de dap

C3= Clase diamétrica 3 = de 35-39.9 cm de dap

C4= Clase diamétrica 4 = de 40-44.9 cm de dap

#### **Los 16 tratamientos fueron los siguientes ( $2 \times 2 \times 4$ ):**

M1E1C1 M1E1C2 M1E1C3 M1E1C4

M1E2C1 M1E2C2 M1E2C3 M1E2C4

M2E1C1 M2E1C2 M2E1C3 M2E1C4

M2E2C1 M2E2C2 M2E2C3 M2E2C4

En el campo, los tratamientos fueron distribuidos al azar. Los árboles fueron marcados y debidamente identificados, con pintura y cintas plásticas de diferente color para asegurar y facilitar la identificación visual (Oñoro 1995 y Steel y Torrie 1990).

#### **6.5.2 Variables a evaluar**

La variable a evaluar fue la producción de resina en gramos.

Para la cuantificación de la resina extraída de cada árbol, cada 8 días, al momento de recoger la resina se pesó la cantidad vaciada del recipiente. Se llevó un registro detallado y riguroso de ésta actividad en un formulario de toma de datos.

Para calcular el costo de producción por kg de resina, se llevó un registro del tiempo empleado de cada una de las labores para cada método de resinación, también se agregó el costo del equipo y materiales utilizados, con el objeto de comparar los costos entre los métodos aplicados, expresado en la rentabilidad (Ver hoja de costos en resultados).

### 6.5.3 Análisis estadístico de los datos

El análisis estadístico para cada especie, se hizo de acuerdo al modelo estadístico del diseño utilizado. El análisis de Varianza (ANDEVA) se planteó de la siguiente manera:

<u>Fuente de variación</u>	<u> g.l</u>	<u> SUM.CUAD. </u>	<u>CUAD.MEDIOS</u>	<u> Fc.</u>	<u> Ft.  </u>
Método	1	----	----	--	--
Estimulante	1	----	----	--	--
Mét. * Estimulante	1	----	----	--	--
Clase diamétrica	3	----	----	--	--
Método*clase diam	3	----	----	--	--
Estim. *clase diam.	3	----	----	--	--
Mét. *Estim. *Clase d.	3	----	----	--	--
Error	48				
Total	63				

El análisis estadístico se realizó utilizando el procedimiento GLM de SAS.

Finalmente al existir diferencias significativas al 0.05 ( $P < 0.05$ ), se aplicó la prueba de Tukey para establecer diferencias entre las clases diamétricas y sus interacciones.

## 6.6 Estimulantes utilizados

### Acido sulfúrico en pasta ( $H_2SO_4$ ):

Es una sustancia química, cuya presentación es en forma de pasta, de color oscuro, con una concentración de 3-5 %, muy utilizada como estimulante para varios métodos de resinación.

### Extracto de levadura:

Es una sustancia biológica, proveniente del hongo *Saccharomyces cerevisione*, cuya presentación es en pasta, de color café, ligeramente fétido, utilizada como estimulante en el método espina de pescado descendente (Flores et al. 1994)

## 6.7 Descripción de los métodos de resinación

### 6.7.1 Método copa y canal

#### - Materiales y equipo:

Los equipos y materiales requeridos en el proceso de resinación se listan a continuación:

- |                  |                           |
|------------------|---------------------------|
| 1- Machete       | 13- Baldes o cubetas      |
| 2- Azadón        | 14- Tambos plásticos      |
| 3- Descortezador | 15- Toneles (de 54 gals.) |
| 4- Escoda        | 16- Limas triangulares    |
| 5- Martillo      | 17- Limas planas          |

6- Canales	18- Cuchara de cocina
7- Delantales	19- Aceite de comida
8- Recipientes plásticos (1 lt)	20- Balanza de precisión (1 kg)
9- Clavos de doble cabeza	21- Forcípula
10- Clavos de 3 1/2"	22- Cronómetro
11- Acido sulfúrico	23- Cinta plástica
12- Pintura	24- Tablero y lápiz.

### - Selección de los árboles

Los árboles resinados se seleccionaron de acuerdo al diámetro, a partir de 25 cm de dap, con un 30 % de copa viva y buen estado fitosanitario.

### - Descortezado

Esta operación se hizo con el objeto de eliminar la corteza, mediante los siguientes pasos:

a- Ronda del árbol: a cada árbol resinado se le hizo una ronda de 1.5 m alrededor del mismo, para protección contra incendios en épocas críticas (verano) y seguridad del resinero.

b- Selección de la cara: se eligió preferentemente el lado del árbol orientado al sol este u oeste, sin defectos como grietas, quemaduras y heridas grandes. Cuando un árbol está inclinado debe trabajarse al lado contrario a la inclinación.

c- Descortezado: usando el descortezador, se eliminaron poco a poco las grietas o huecos de la corteza del árbol, sin herirlo, solo adelgazar. El ancho de la cara es igual a la longitud del canal y delantal.

d- Alisado: con el descortezador se alisa aproximadamente 50 cm medido desde el suelo (Fig 8).



Figura 8. Descortezado y alisado

#### - Colocación del material:

Los materiales instalados fueron los siguientes:

a- Canal: es una pieza de lámina galvanizada que mide 10 " de largo y 2 " de ancho, acanalada en medio, para facilitar su dobléz; su función es conducir la resina del árbol hacia el delantal.

b- Delantal: también es de lámina galvanizada, acanalada en el centro de 6" de largo y 2" de ancho, sirve para recibir la resina que es conducida por el canal y llevarla hacia el recipiente plástico.

c- Clavos de doble cabeza: se necesitan 3 ó 4 de éstos clavos de doble cabeza, para fijar las láminas con la primera cabeza, mientras la segunda facilita su extracción ó remoción, al momento de subir el material.

d- Recipiente plástico: tiene la capacidad de 1 lt de resina, mide 22 cm de alto; se aprovecharon los envases de aceite de motor, que regularmente se tiran a la basura, colocando un clavo de 3 1/2 " en la parte inferior para sujetarlo al árbol.

e- Clavo de 3 1/2 ": sirve para sostener el recipiente plástico en el árbol; utilizándose un martillo para el clavado de éstos materiales (Fig.9).

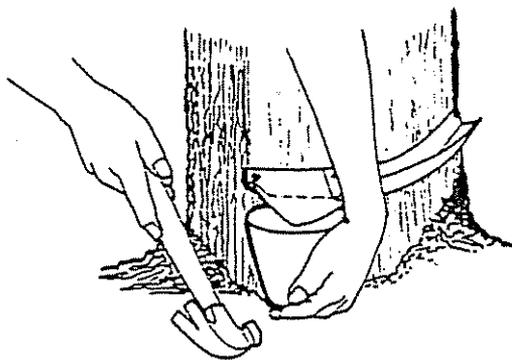


Figura 9. Colocación del material

#### - Hacer pica

Se procede hacer la incisión o herida colocando la escoda un tanto inclinada, de modo que una de las esquinas de la escoda profundice en la corteza. Se debe llegar hasta la madera procurando no dañarla, se elimina el tejido generador o cambium, que se encuentra entre la corteza y la madera, para que exude resina del árbol. Debe hacerse el corte entre las dos marcas laterales, sin pasarse de ellas ni hacerla de menor longitud (Fig.10). Luego se procede a pulir la inclinación del bisel, de modo que la resina resbale fácilmente hacia las láminas.

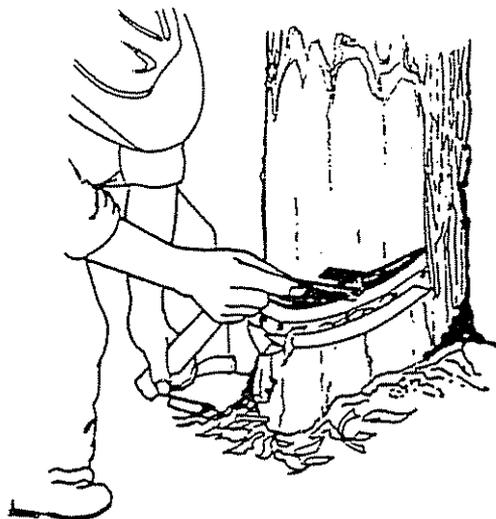


Figura 10. Hechura de pica

**- Repasar pica:**

Es la operación que consiste en revivir la herida que ha cicatrizado, a fin de abrir nuevamente los canales resiníferos para que continúe manando la resina (cada 8 días).

**- Aplicación de ácido sulfúrico en pasta:**

Inmediatamente después de hacer el primer repaso de pica, se realiza la primera aplicación de ácido sulfúrico, para estimular la producción de resina. Debe evitarse el contacto directo del ácido con la piel, ojos, ropa, etc. ya que causa daños de importancia.

**- Recolectar resina:**

Es la actividad mediante la cual se realiza la cosecha o recolección de la resina captada en los recipientes colocados en los árboles.

Para la recolección se necesitó el siguiente equipo:

- 1 cuchara de cocina o paleta de madera de 20 cm de largo,
- 2 cubetas o baldes (capacidad de 2-5 gals ),
- 2 tambos de plástico con capacidad para 5 gals ,
- 1 tonel o barril grande de plástico con capacidad de 54 gals. (COHDEFOR 1991)

### **6.7.2 Método Espina de Pescado Descendente**

#### **- Materiales y equipo**

- 1- Descortezador
- 2- Canalizador o canaleador
- 3- Cepillo
- 4- Laminillas o lengüetas
- 5- Recipientes de plástico (1 lt)
- 6- Clavos de 3"
- 7- Formón
- 8- Extracto de levadura
- 9- Aplicador de levadura
- 10- El equipo y material restantes fueron los mismos del método de copa y canal.

**- Selección de los árboles:** Igual al método copa y canal.

**- Construcción de ronda protectora:** Igual al método anterior.

**- Ubicación de la cara**

Las caras se ubicarán de acuerdo a:

**a- Exposición del sol:** se recomienda una orientación este/oeste.

**b- Pendiente del terreno:** la primera cara a resinar se ubicará en la parte superior de la pendiente de la base del tronco.

**c- Inclinación del árbol:** la cara a resinar debe estar ubicada en sentido opuesto a la inclinación del árbol, a fin de evitar que la resina se derrame por efecto de la gravedad.

#### - Descortezado

- Se marca el borde izquierdo con el descortezador.

- Se calcula el diámetro del árbol con la ayuda de un bastón ó regla y se marca el borde derecho.

- Se marca el borde superior. Siempre usando el descortezador se eliminan todas las fisuras cuidando de no herir el árbol. La corteza se reduce a 2 mm de espesor aproximadamente (Fig 11)



Figura 11. Descortezado y alisado

### - Ejecución del canal central

Esta operación consiste en la apertura de un canal vertical en el centro de la cara descortezada. El canal debe ser de 1 cm de profundidad incluyendo la corteza, liber y madera, 1.5 cm de ancho y de 30-40 cm de longitud. La profundidad del canal se disminuye en la parte inferior para evitar fuga de resina entre la madera y la lengüeta (Fig 12).



Figura 12. Ejecución del canal central

### - Ejecución de los canales laterales

Una vez hecho el canal central, se procede a ejecutar los canales laterales derecho e izquierdo, colocando el cepillo en la parte superior del canal central, de modo que la cuchilla corte la corteza, liber y madera, hasta el borde de la cara de un ángulo de  $40^{\circ}$ - $45^{\circ}$ , desde el canal central a ambos lados, formando una V ó espina de pescado.

Se debe remover la madera a una profundidad de 3 mm y una ancho no mayor a 1 cm, con lo cual se logra formar un canal inclinado capaz de conducir el flujo de resina al canal central y de éste al recipiente de recolección (Fig 13).

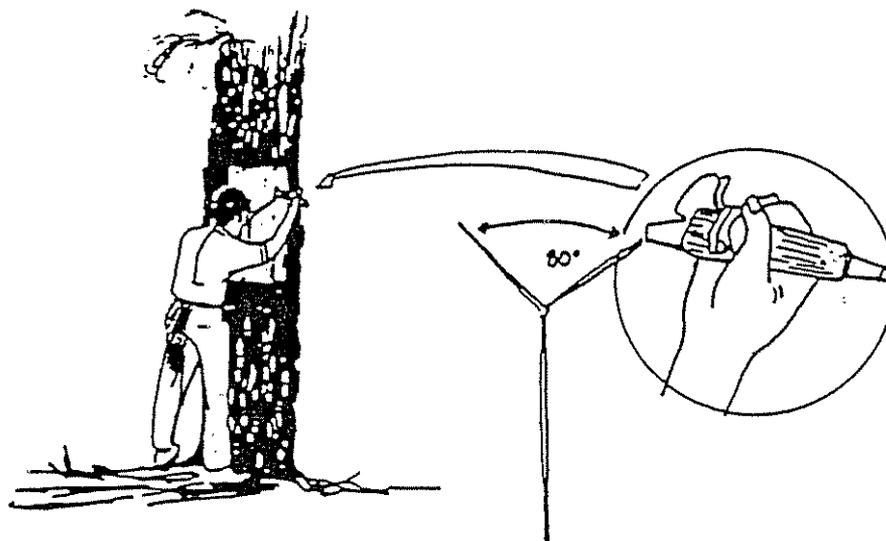


Figura 13. Ejecución de canales laterales

#### - Colocación de la laminilla o lengüeta

La laminilla se coloca al final del canal central utilizando un martillo y formón para fijar los triángulos. En caso que no tener triángulos deberá fijarse con dos clavos de doble cabeza.

Entre la madera y la lengüeta no deben quedar espacios libres para evitar la fuga de resina.

#### - Colocación del recipiente recolector

El recipiente plástico se coloca sujetando el borde superior de la misma entre la lengüeta y el árbol. La parte inferior se sujeta colocando un clavo de 3.5".

#### - Preparación del estimulante

La preparación de la solución de levadura se hace en una relación de 5 gr de pasta de levadura (una cucharadita) por 1 lt de agua tibia (relación 1:200). Con ésta cantidad de estimulante se trata aproximadamente 500 árboles.

#### **- Aplicación del estimulante**

Se utiliza un atomizador que puede ser adquirido en el mercado o elaborado por el propio resinero. La aplicación se hace inmediatamente después de realizar la pica, procurando que los canales queden impregnados en toda su longitud, de manera que la penetración del estimulante sea completa.

#### **- Recolección de resina**

Esta actividad consiste en recolectar la resina de los recipientes, vaciándolos en pequeños baldes y tambos recolectores de 5 galones, para su posterior traslado a los recipientes grandes, generalmente barriles de 54 galones, ubicados en las bacadillas.

#### **- Picas o repasos de los canales laterales**

Las picas o repasos normalmente se realizan cada 8 días. La primera estría sirve de guía para los subsiguientes, en vista que las guías del cepillo corren por la primera estría en forma descendente. Recomendación: al realizar las siguientes estrías se debe mantener el ángulo inicial (40-45°), ya que de existir un ángulo menor la resina fluirá sobre la cara del árbol por los canales laterales y no hacia el canal central (Flores, et al. 1994).

## 7. RESULTADOS Y DISCUSION

### 7.1 Resultados de las parcelas de experimentación

Se considera oportuno mencionar, que en la implementación de las parcelas de resinación, se integraron grupos de productores de resina, provenientes de los municipios de San Bartolo Aguas Calientes, Momostenango y Santa Lucía La Reforma, departamento de Totonicapán, área donde se ubicó la parcela de **Pinus oocarpa**.

Estos grupos se conformaron con la participación del Proyecto de Extensión Forestal CATIE-CHIXOY, quienes después de recibir un pequeño cursillo, mostraron su complacencia al ver las características de los nuevos métodos. Finalmente se hizo un sondeo con éstos grupos, donde manifestaron que les pareció más viable la aplicación del método espina de pescado descendente, pues el método copa y canal lo consideraron igual al método tradicional ó de hacha.

En la implementación de las parcelas también se comprobó, que no todos los árboles seleccionados para resinar fueron buenos productores, determinándose que un árbol desde el primer corte demuestra su característica de buen productor, a más tardar en el segundo corte. Para resinación a nivel comercial, los árboles de muy baja producción se deberán descartar y sustituirlos inmediatamente por otros ejemplares.

### 7.2 Resumen estadístico de las tres especies

Después de procesar los datos a través del paquete estadístico SAS, se presentan a continuación los resultados obtenidos por especie en el cuadro 1, en donde se muestra el nivel de significancia de las diferencias entre tratamientos para cada una de las especies estudiadas.

Cuadro 1. Nivel de significancia de 16 tratamientos aplicados, en tres especies de *Pinus spp.* Guatemala, 1996.

FUENTE DE VARIACION	<i>Pinus oocarpa</i>	<i>Pinus montezumae</i>	<i>Pinus pseudostrobus</i>
METODO	0.0001 **	0.0130 *	0.0001 **
ESTIMULANTE	0.0001 **	0.0001 **	0.0001 **
METODO*ESTIMULANTE	0.5290	0.1433	0.1543
CLASE DIAMETRICA	0.0001 **	0.3401	0.0001 **
METODO*CLASE DIAMET.	0.0001 **	0.1684	0.0567
ESTIMUL*CLASE DIAMET.	0.5171	0.4282	0.0663
METODO*ESTIMUL*CLASE	0.3269	0.7976	0.2882

\* = Significativo

\*\* = Altamente significativo.

La prueba de F, que indica si hay diferencia significativa para la fuente de variación, es suficiente para método y estimulante. Debido a que son sólo dos niveles, no se requiere de la prueba de Tukey, Duncan u otra.

Además, se procedió a aplicar la prueba de Tukey para averiguar entre qué clases diamétricas hay diferencias, en *P. oocarpa* y *P. pseudostrobus*.

### 7.3 Parcela No.1, *Pinus oocarpa*

En el Cuadro 2 se presenta la producción media semanal de resina, de los 16 tratamientos aplicados en la parcela 1, expresados en gr/árbol.

Cuadro 2. Comparación de producción de resina en gr/árbol, de 16 tratamientos aplicados en **Pinus oocarpa**. San José Sigüilá, Momostenango, Guatemala, 1996.

CLASE DIAMETRICA	MET. COPA Y CANAL		ESPINA DE PESCAD.		PROMEDIO CLASE
	ACIDO S.	LEVADURA	ACIDO S.	LEVADURA	
25-29.9 cm	60	125	82	119	96
30-34.9 cm	73	133	125	66	124
35-39.9 cm	78	163	149	202	148
40-44.9 cm	100	157	217	315	197
PROM.ESTIM	77.75	144.50	143.25	200.50	
PROM.METOD	111		172		141

Fuente: Trabajo de campo.

De acuerdo con los resultados mostrados en el cuadro 2, el método copa y canal (M1) dió una producción media de 111.12 gr/semana, frente a 171.88 gr/semana del método espina de pescado descendente (M1), con una relación de 1:1.55 del segundo sobre el primero

La explicación de éste fenómeno se da en dos aspectos principales: primero, la estría (herida hecha al árbol) es más profunda (3mm) en el segundo método, en tanto el primero únicamente se remueve el cambium (tejido meristemático generador del crecimiento y otras funciones vitales del árbol); segundo, en general el ancho de la cara derivado del largo de la estría practicada al árbol con el método espina de pescado es mayor (1/3 de la circunferencia), dimensión relacionada directamente con el diámetro del árbol, frente a 28 cm (11") fijas de largo que cubren el canal y delantal. Puede apreciarse particularmente que en las clases diamétricas menores (27.5 cm), las diferencias son poco significativas, mientras aumenta en las clases superiores.

La producción media de resina por efecto del ácido sulfúrico en pasta (E1), como estimulante químico es de 110.5 gr/árbol por semana, comparado con 172.5 gr del extracto de levadura (E2), estimulante biológico. La diferencia es de 62 gr/semana, dándose una relación de 1:1.56 del primero con respecto al segundo, significa un aumento del 64 % en la producción de resina

Estos elementos de juicio unidos a las ventajas de manejo e inocuidad para el medio ambiente del extracto de levadura, conducen a considerar el uso de éste estimulante en la planificación de proyectos de resinación, a escala comercial en la región de la cuenca alta del río Chixoy.

Finalmente el diámetro del árbol tiene relación directa con la producción de resina, tal como se aprecia en el Cuadro 2. El fenómeno se explica de dos maneras: primero, los árboles de diámetros mayores (sanos y no excesivamente viejos), tendrán mayor volumen de copa, lo que les permitirá fotosintetizar mayor cantidad de alimentos y estar preparados para desarrollar en forma eficiente las funciones fisiológicas y de defensa al ataque de agentes externos, mediante la producción y almacenamiento de resina; segundo, el ancho de la cara es mayor a medida que aumenta el diámetro del árbol, principalmente cuando se trata con el método espina de pescado descendente, en consecuencia mayor será la cantidad de canales resiníferos disponibles para manar resina, a fin de cicatrizar la herida del árbol.

Estos resultados son respaldados por los obtenidos en un experimento en **Pinus kesiya**, (Orallo y Veración 1984), en Filipinas, en donde se compararon 5 clases diamétricas desde 20 cm hasta 70 cm de dap y la media mas alta de producción de resina, se obtuvo en la clase diamétrica de 40-50 cm de dap. Después de los 50 cm la media decrece en forma significativa.

Es también importante mencionar que los datos de Chaudhari et. al. (1992) en **Pinus roxburghii**, en la India, respaldan los mismos resultados, ya que en éste experimento, las medias mas altas de producción de resina se obtuvieron de los 40-45 cm de dap, (similar a los datos del presente estudio). A partir de diámetros mayores a 45 cm de dap la producción decayó.

Además se observa en las medias del cuadro anterior, por ejemplo la media más baja está en el tratamiento, método copa y canal con ácido sulfúrico, en la clase diamétrica 27.5 cm (M1E1C1) (60 gr) y la más alta en el tratamiento, método espina de pescado descendente con extracto de levadura, en la clase diamétrica 42.5 cm (M2E2C4) (315 gr).

Las medias en relación a los estimulantes aplicados, se ilustran en la figura 14, se observan las diferencias en las barras que presentan los estimulantes.

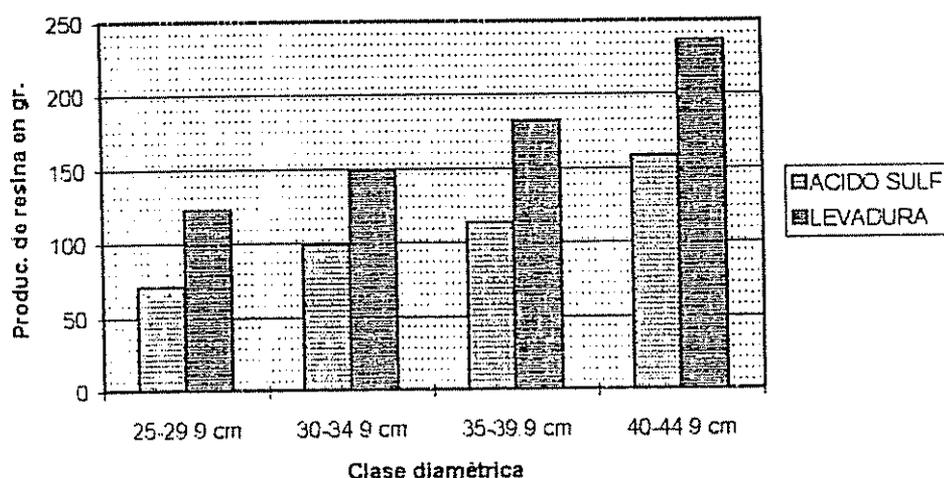


Figura 14. Comparación de dos estimulantes en la producción de resina, en gr/árbol, en *P. oocarpa* Guatemala, 1996.

Como se pudo observar en la figura 14 las medias del estimulante No. 2, extracto de levadura, superó a las medias del estimulante No. 1, o sea el ácido sulfúrico en pasta, definiendo de esa manera que el uso de la levadura en la resinación, es determinante al aumentar la producción de resina en forma significativa, comparado con el ácido sulfúrico.

No se elaboró figura para comparar los métodos y las clases diamétricas en forma individual, ya que según la estadística debido a la interacción mencionada, no se pueden interpretar en forma

independiente, sino tienen que interpretarse en forma conjunta (método\*clase diamétrica) como se ilustra en la Figura 15.

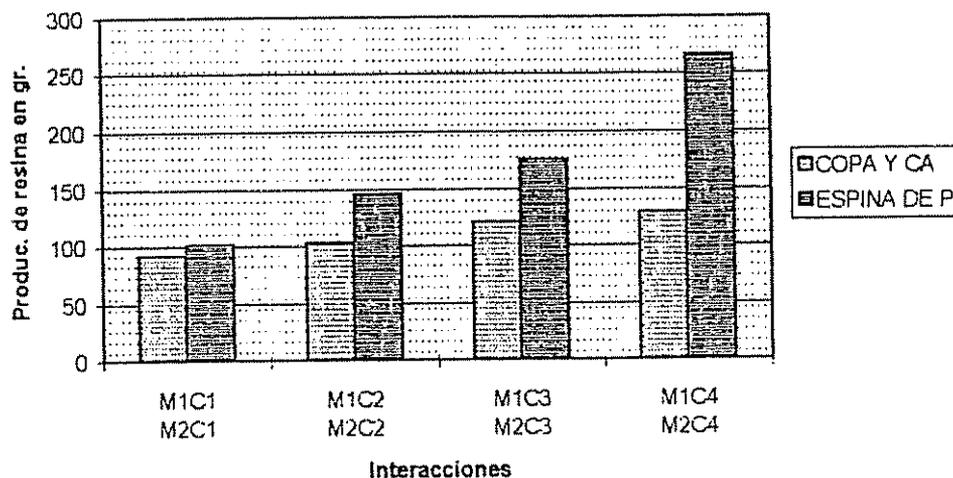


Figura 15. Comparación de la interacción método\*clase diamétrica, en la produc. de resina, en **P.oocarpa** Guatemala 1996.

En cuanto a la interacción entre método y clase diamétrica, se observa en la Figura 15 que las clases 3 y 4 en interacción con los dos métodos fueron superiores con respecto a las dos clases restantes, sin embargo la interacción del método 2 con la clase diamétrica 4 (M2C4), presentaron la media más alta en ésta especie (266 gr/árbol).

Finalmente, con el objetivo de comparar resultados con otros experimentos en **Pinus oocarpa**, se presenta en el cuadro 3 los resultados de ensayos de métodos de resinación, que el Proyecto DIGEBOS-GTZ realizó en diferentes épocas, en los municipios de El Chol y Cubulco, departamento de Baja Verapaz, al norte de Guatemala (Frik s f).

Cuadro 3. Comparación de producción de resina en gr/árbol por semana, de métodos de resinación en **Pinus oocarpa**, realizados en diferentes sitios y épocas. Guatemala.

<b>METODO DE RESINACION</b>	<b>PROYECTO DIBEBOS-GTZ</b>	<b>TESIS</b>
<b>Pica de corteza con ácido sulfúrico</b>	82	78
<b>Espina de pescado con ácido sulfúrico</b>	143	143
<b>Espina de pescado con levadura</b>	142	200

Fuente: Josep Frik s.f. y trabajo de campo.

Comparando la producción media semanal/árbol, del método espina de pescado con extracto de levadura del cuadro anterior, con los datos del presente estudio que fue de 200 gr/corte semanal, se puede decir que la media obtenida, es superior a la obtenida en los ensayos del Proyecto GTZ que fue de 142 gr/corte semanal.

Obsérvese que los resultados obtenidos con espina de pescado (M2) con ácido sulfúrico (E1) son idénticos o muy similares

#### 7.4 Parcela No.2, *Pinus montezumae*

Los resultados obtenidos de los 16 tratamientos aplicados en la parcela No.2, se presentan a continuación

Cuadro 4. Comparación de producción de resina en gr/árbol, de 16 tratamientos aplicados en *Pinus montezumae*. Chusicá, San Antonio Ilotenango, Guatemala, 1996.

CLASE DIAMETRICA	MET. COPA Y CANAL		ESPINA DE PES.C.D.		PROMEDIO CLASE
	ACIDO S.	LEVADURA	ACIDO S.	LEVADURA	
25-29.9 cm	55	152	115	171	123
30-34.9 cm	62	113	119	176	117
35-39.9 cm	84	219	95	179	144
40-44.9 cm	64	177	128	187	139
PROM.ESTIM	66.25	165.25	114.25	178.25	
PROM.MET.	116		146		131

Fuente: Trabajo de campo.

En relación con los resultados del cuadro 4, se puede apreciar que el método 1, copa y canal, dió una producción de 116 gr/semana, comparado con 146 gr/semana del método 2, espina de pescado descendente, se da en este caso una relación de producción de 1:1.26, del segundo sobre el primer método. La explicación sobre ésta diferencia en los métodos, es igual a lo explicado en la parcela 1; primero, la estría (corte hecho en el árbol) del método espina de pescado descendente es más profunda, penetrando 3 mm en la albura, en tanto en el primer método, copa y canal, únicamente se remueve el cambium (zona de crecimiento meristemático y de transporte de nutrientes); segundo, el ancho de la

cara de resinación con el método espina de pescado descendente es de mayor dimensión (1/3 de la circunferencia), relacionada directamente con el diámetro del árbol

La aplicación del ácido sulfúrico como estimulante químico en los dos métodos, dió una media de 90.25 gr/semana, comparado a 171.75 gr/semana del extracto de levadura, como estimulante biológico. La diferencia entre los dos estimulantes es de 81.5 gr/semana.

En relación al diámetro del árbol, éste tiene relación directa con la producción de resina, explicado de la siguiente manera: primero, árbol de diámetro mayor (no de edad excesiva) tiene mayor volumen de copa, lo que le permite efectuar una alta tasa de fotosíntesis, por lo que estará en mayor capacidad de almacenamiento de resina.

En la parcela 2, **P. montezumae**, no hubo tendencia marcada de mayor producción de resina en forma ascendente de acuerdo al diámetro, como la tendencia que mostraron las otras dos parcelas del experimento. Sin embargo, se puede notar que en las dos últimas clases diamétricas (de 35-39.9 y 40-44.9 cm dap) se dieron los mejores resultados, medias de 144 y 139 gr/árbol/semana respectivamente.

Esta especie mostró un comportamiento diferente a **Pinus oocarpa**, ya que hubo diferencia significativa ( $P < 0.05$ ) entre métodos (método copa y canal y espina de pescado descendente) y hubo diferencia altamente significativa entre estimulantes (ácido sulfúrico y levadura). Curiosamente no hubo diferencia entre clases diamétricas, ni en ninguna de las interacciones.

La comparación de medias entre los métodos, copa y canal (M1) y espina de pescado descendente (M2), se puede apreciar en la Figura 16.

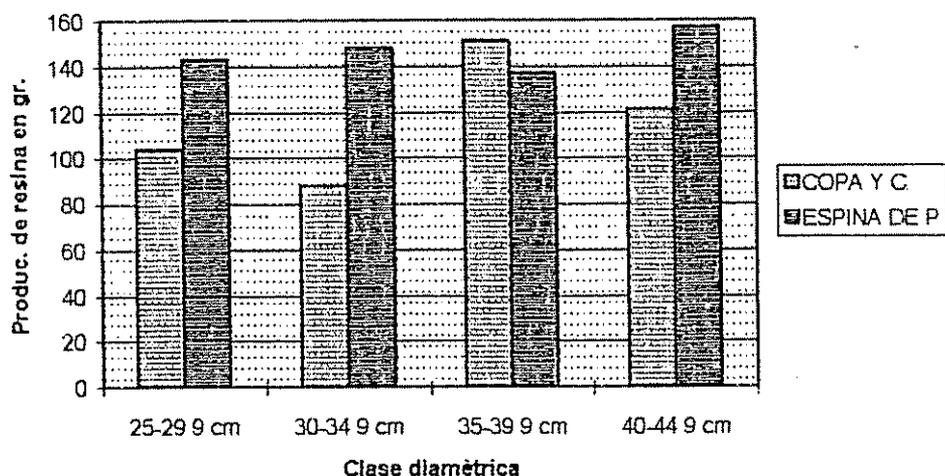


Figura 16. Comparación de dos métodos en producción de resina, en gr/árbol, en *P. montezumae*. Guatemala, 1996.

De lo anterior se puede afirmar que el método espina de pescado descendente produce 146 gr/pica, superando en 21 % a la producción media de resina del método copa y canal, que produce 116 gr/pica semanal.

Referente a la aplicación de los dos estimulantes, ácido sulfúrico en pasta (E1) y extracto de levadura (E2), se puede observar la comparación de medias de producción de resina en la Figura 17.

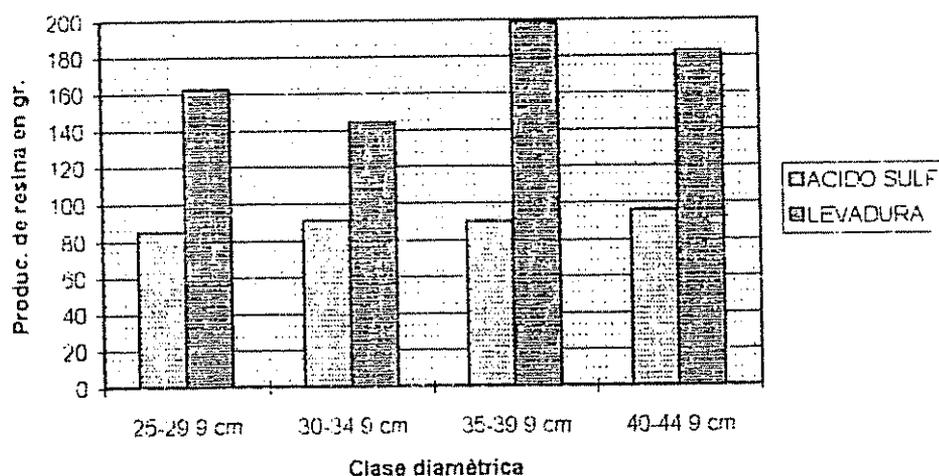


Figura 17. Comparación de dos estimulantes en la producción de resina, en gr/árbol, en *P. montezumae*. Guatemala 1996

Se observa que la levadura (E2), fue significativamente superior al ácido sulfúrico (E1), indicando que la acción del extracto de levadura como estimulante, es mejor para la producción de resina

### 7.5 Parcela No.3, *Pinus pseudostrobus*

Los resultados obtenidos de los 16 tratamientos aplicados en la parcela 3, se presentan a continuación (Cuadro 5).

Cuadro 5. Comparación de la producción de resina en gr/árbol, de 16 tratamientos aplicados en *P. pseudostrobus*. Xatinap IV, Santa Cruz del Quiché, Guatemala, 1996.

CLASE DIAMETRICA	MET. COPA Y CANAL		ESPINA DE PESCA.D.		PROMEDIO CLASE
	ACIDO S.	LEVADURA	ACIDO S.	LEVADURA	
25-29.9 cm	75	131	95	44	111
30-34.9 cm	54	135	132	182	126
35-39.9 cm	60	201	103	176	135
40-44.9 cm	117	164	159	221	165
PROM.ESTIM	76.50	157.75	122.25	180.75	
PROM.METOD	117		151		134

Fuente: Trabajo de campo.

Observando los resultados del cuadro 5, el método copa y canal presentó una producción de resina de 117 gr/semana, comparado a 151 gr/semana del método espina de pescado descendente, dándose una relación de 1:1.29 del segundo método sobre el primero. Como en la parcela anterior, la explicación sobre la diferencia en la producción de resina se debe a que, el método espina de pescado descendente, al efectuar la estría penetra 3 mm en la albura, o sea la profundidad en la madera, esto representa una ventaja sobre el otro método que sólo se remueve el cambium, sin tocar la albura, en segundo lugar la mayor producción del método espina de pescado se debe al ancho de la cara de corte que es de 1/3 de la circunferencia del árbol, en cambio el método copa y canal, el ancho de cara solo puede alcanzar un máximo de 28 cm de largo fijo, dado por el canal y el delantal.

Con respecto a la producción por medio de la aplicación del ácido sulfúrico como estimulante químico, en los dos métodos, dió una media de 99.37 gr/semana, frente a 169.25 gr/semana del

extracto de levadura. La diferencia es de 70 gr/semana. Como se dió en las parcelas anteriores la levadura usada como estimulante presenta varias ventajas.

Finalmente en la columna de media de clase diamétrica, se observa la relación directa que el diámetro tiene con la producción de resina, es decir conforme aumenta el dap de los árboles aumenta la producción de resina. La explicación es la misma dada para **Pinus oocarpa** en páginas anteriores, en la sección de resultados de la parcela No. 1.

Esta relación directa de producción de resina con el diámetro, es respaldado por los experimentos de Orallo y Veración (1984) en las Filipinas y de Chaudhari et al. (1992) en la India

Esta misma relación es respaldada por Bárcenas (1991) en Honduras, donde comprobó que la cantidad de resina aumenta con el diámetro del árbol, al menos hasta 50 cm de dap y luego decrece.

La producción de resina media semanal más baja, fue dada por el tratamiento combinado copa y canal con ácido sulfúrico, en la clase diamétrica 32.5 cm (M1E1C2) (54 gr), mientras que la media mas alta fue dada por el tratamiento, espina de pescado con extracto de levadura, en la clase diamétrica 42.5 cm (M2E2C4) (221 gr). En la mayoría de tratamientos la tendencia observada es que, existe una relación directa entre el dap y la producción de resina del árbol (a > diámetro > producción de resina).

El comportamiento de las tres especies estudiadas, ubicadas en distintas parcelas, fue relativamente diferente entre cada una de ellas, en el caso de **P. pseudostrobus**, mostró diferencia altamente significativa ( $P < 0.05$ ) entre cada uno de los factores, es decir hubo diferencia entre métodos, estimulantes y clases diamétricas.

Para hacer la comparación entre el método copa y canal (M1) y el de espina de pescado descendente (M2), en **P. pseudostrobus**, se hizo la siguiente ilustración en la Figura 18

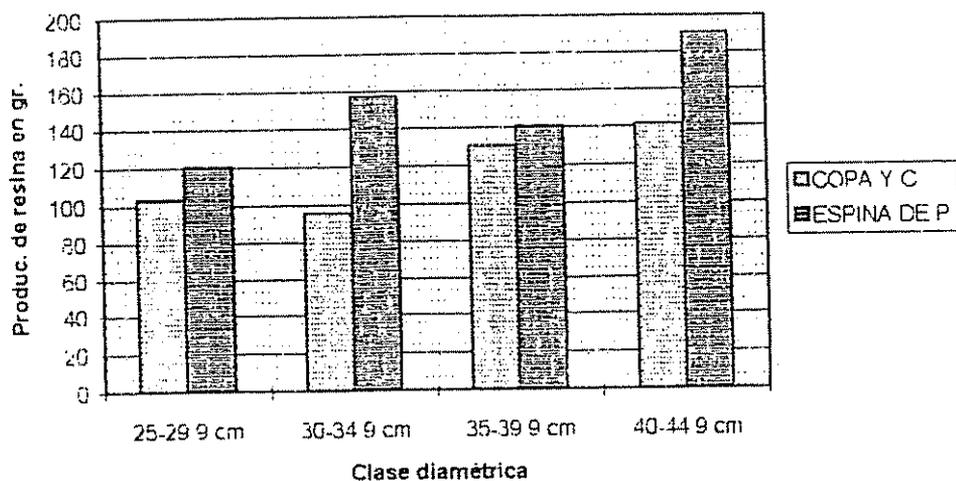


Figura 18. Comparación de dos métodos en la producción de resina, en gr/árbol, en *P. pseudostrobus*. Guatemala, 1996.

Al igual que en las dos especies anteriores, el método espina de pescado descendente (M2), fue superior al método copa y canal (M1)

Asimismo, en la Figura 19, se muestran las medias de producción de resina, entre los estimulantes ácido sulfúrico (E1) y la levadura (E2)

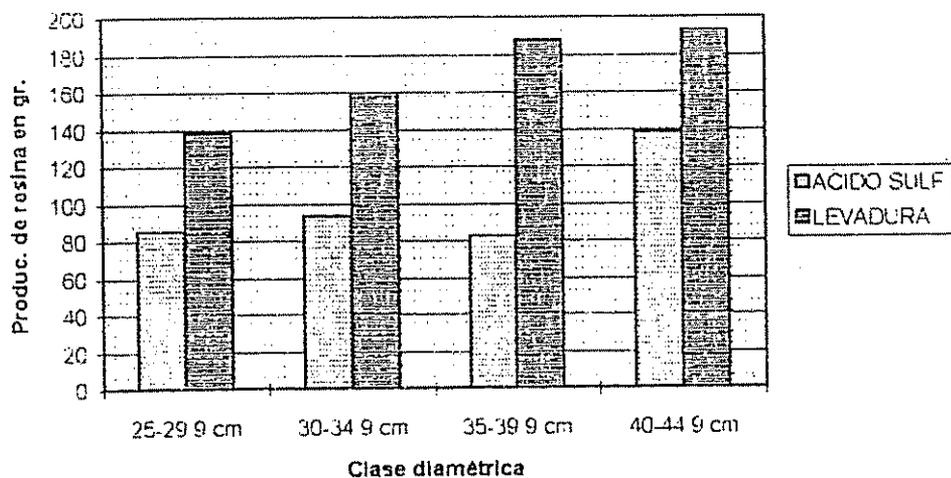


Figura 19 Comparación de dos estimulantes en la producción de resina, en gr/árbol, en *P. pseudostrobus*. Guatemala, 1996.

También se pudo comprobar, que nuevamente el extracto de levadura (E2), mostró características muy superiores en relación al ácido sulfúrico (E1).

Finalmente, se presentan las medias de producción de resina, resultantes entre las diferentes clases diamétricas, como se ilustra en la Figura 20.

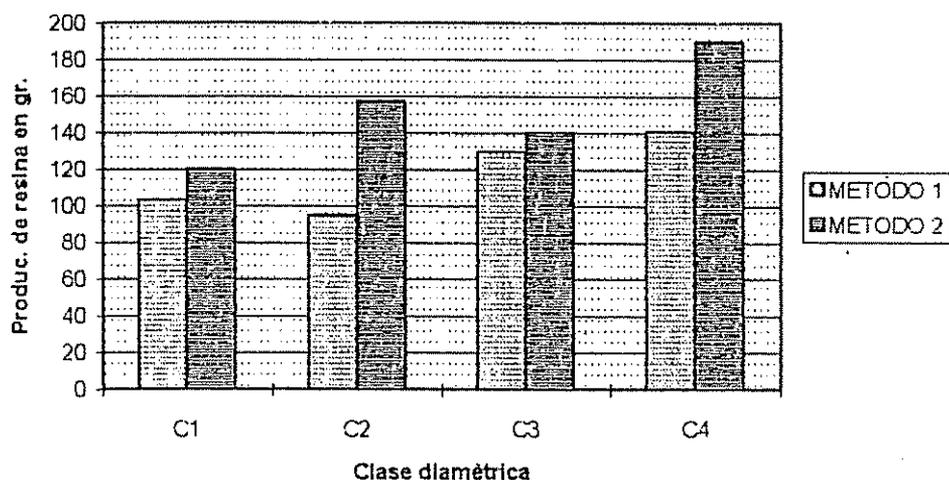


Figura 20. Comparación de cuatro clases diamétricas, en la producción de resina, en gr/árbol, en *P. pseudostrobus*. Guatemala, 1996

En cuanto a las clases diamétricas, se observó que la clase diamétrica 4, que va de 40-44.9 cm de dap, fue superior en relación a las otras 3 clases diamétricas inferiores. Las clases 3 (35-39.9 cm dap), clase 2 (30-34.9 cm dap) y clase 1 (25-29.9 cm dap) no mostraron diferencias significativas entre ellas, por lo que se comprueba que la producción de resina en éstas últimas tres clases es muy similar.

## 7.6 Comparación de las tres especies estudiadas

Se presentan los resultados de las tres especies de **Pinus spp.** estudiadas, con el objetivo de hacer comparaciones, visualizando las diferencias y/o similitudes, entre las medias de los diferentes tratamientos aplicados, para luego emitir opiniones, ya que el comportamiento de cada una de ellas es diferente.

Cuadro 6 Comparación de producción semanal de resina en gr/árbol de 16 tratamientos aplicados en tres especies de *Pinus spp.* Cuenca alta del río Chixoy, Guatemala, 1996.

CLASE DIAMETRICA	MET. COPA Y CANAL		ESPINA DE PESCADO		PROMEDIO CLASE DIAMETRICA
	ACIDO S.	LEVADURA	ACIDO S.	LEVADURA	
<b>Pinus oocarpa</b>					
25-29.9 cm	60	125	82	119	96
30-34.9 cm	73	133	125	166	124
35-39.9 cm	78	163	149	202	148
40-44.9 cm	100	157	217	315	197
<b>PROMED.ESTI</b>	77.75	144.50	143.25	200.50	
<b>PROMED.MET.</b>	111		172		141
<b>Pinus montezumae</b>					
25-29.9 cm	55	152	115	171	123
30-34.9 cm	62	113	119	176	118
35-39.9 cm	84	219	95	179	144
40-44.9 cm	64	177	128	187	139
<b>PROME.ESTI</b>	66.25	165.25	114.25	178.25	
<b>PROME.MET.</b>	116		146		131
<b>Pinus pseudostrobus</b>					
25-29.9 cm	75	131	95	144	111
30-34.9 cm	54	135	132	182	126
35-39.9 cm	60	201	103	176	135
40-44.9 cm	117	164	159	221	165
<b>PROME.ESTI</b>	76.50	157.75	122.25	180.75	
<b>PROME.MET.</b>	117		151		134

Fuente: Trabajo de campo.

Se observa en el cuadro anterior las medias de los 16 tratamientos de las tres especies de estudio, donde se determina que la media general de producción de resina del total obtenida en *Pinus*

**oocarpa** es de 141 gr/árbol/semana, y las medias en general son ligeramente superiores a las otras dos especies.

El segundo lugar en media de producción lo ocupa la especie **Pinus pseudostrobus** con 134 gr/árbol/semana y en tercer lugar está la especie **Pinus montezumae**, con 131 gr/árbol/semana

Tomando las medias de producción de resina de los diferentes tratamientos observados, se puede afirmar que para una explotación a gran escala en las sub-cuencas del río Chixoy, se haría en bosques cubiertos por la especie **Pinus oocarpa**, mediante el método espina de pescado descendente, utilizando extracto de levadura como estimulante, en árboles de 25-45 cm de dap, ya que la media en éstas cuatro clases diamétricas es de 200 gr/árbol.

Dado a la tenencia de la tierra de los campesinos de la cuenca del río Chixoy, que predomina en casi su totalidad el minifundio, a las características de los bosques y tradición de resinación, se puede resinar con cualquiera de las tres especies

### 7.7 Predicción de rendimiento

Con el fin de poder predecir el rendimiento de resina/há en un período de resinación, bajo la premisa que existe una relación directa del dap con la producción de resina, se hizo una regresión tomando las medias de los datos como variable dependiente y el dap como variable independiente. Se hizo regresión para cada método en combinación con los dos estimulantes, de cada una de las especies.

Para **Pinus oocarpa**, la regresión no fue significativa para el método copa y canal (M1), en combinación con cada uno de los dos estimulantes, pero fue altamente significativa para el método espina de pescado descendente (M2), con los estimulantes 1 y 2 utilizados, donde se obtuvieron las siguientes ecuaciones:

Método 2, Estimul 1:

$$Y = -107.826 + 7.225 x \quad R^2 = 0.68$$

Método 2, Estimul 2:

$$Y = -200.523 + 11.945 x \quad R^2 = 0.83$$

Donde :

Y= rendimiento de resina, expresado en gr/árbol

x= diámetro a la altura del pecho (dap) del árbol en cm.

Para **Pinus pseudostrobus**, la regresión no fue significativa para el método copa y canal (M1), combinado con cada uno de los dos estimulantes, pero fue significativa para el método espina de pescado descendente (M2), combinado con el estimulante 1 (ácido sulfúrico) y fue altamente significativa, en combinación con el estimulante 2 (levadura), obteniéndose las siguientes ecuaciones:

Método 2, Estimul 1:

$$Y = 12.306 + 3.113 x \quad R^2 = 0.29$$

Método 2, Estimul 2:

$$Y = 19.754 + 4.550 x \quad R^2 = 0.70$$

Para **Pinus montezumae** se probaron los modelos de regresión lineal, cuadrática y cúbica, (igual en las dos especies mencionadas anteriormente), pero ninguna de las tres fue significativa para poder predecir el rendimiento, la razón es que no existe una tendencia definida de la relación dap vs. producción de resina, véase en la clase 1 la media es de 123 gr/árbol, en la 2 es 118, luego en la clase 3 es de 144 y baja nuevamente en la 4 a 139 gr/árbol. Esto se detectó según análisis anterior en el paquete estadístico SAS, donde no hubo diferencia significativa entre clases diamétricas, interpretándose de que el dap no es una variable que indica la relación directa con la producción de resina en dicha especie.

### **7.8 Análisis de costo de producción por kg de resina**

Como parte de los objetivos de la presente investigación se contempló la cuantificación del tiempo invertido en todas las actividades de la resinación, de cada uno de los dos métodos, desde la instalación de los materiales hasta el transporte a un centro de acopio cercano, para luego ser expresado éste tiempo en jornales de trabajo (horas-día-hombre), también se incluyó el costo de los materiales y herramientas utilizadas. El análisis se hizo para 200 árboles (100 árboles/método) de las 4 clases diamétricas, con cortes semanales, para un período de resinación de cuatro meses, dando un total de 15 cortes netos, en las tres especies de pino en estudio.

El precio de venta de la resina en el mes de Agosto de 1996, se cotizó de Q 4.00 a Q 4.76/kg, a un precio mas elevado que el obtenido en la encuesta CATIE-CHIXOY (1996) por las siguientes razones: primera, en esa época la mayoría de los agricultores del área, no resinan, por lo tanto la demanda era mayor que la oferta; segunda, la resina producida del experimento era de mejor calidad comparada con la de los agricultores obtenida con el método tradicional, que dió como resultado la venta a un buen precio.

En el cuadro a continuación se presenta el análisis de costo, incluyendo la rentabilidad, por especie y por método.

ANALISIS DE COSTO DE DOS METODOS DE RESINACION						
	METODO COPA Y CANAL			METODO ESPINA DE PESCADO DESC		
COSTO FIJO	Valor total Q	Vida útil-años	Costo anual	Valor total Q	Vida útil años	Costo anual
Herramientas*	130	15	8.67	195	15	13.00
Machete	20	15	1.33	20	15	1.33
Martillo	25	20	1.25	25	20	1.25
Formón				10	20	0.50
Limas	10	3	3.33	25	3	8.33
100 laminillas				8	10	0.80
200 canales y delantales	74	10	7.4			
100 copas o recipientes	50	10	5.00	50	10	5.00
100 clavos de 3 1/2 "	8	5	1.60	8	5	1.60
400 clavos de doble cabeza	20	5	4.00			
Aplicador ácido sulfúrico	25	5	5.00			
Atomizador para levadura				20	5	4.00
Cubeta plástica	15	6	2.50	15	6	2.50
2 tambos de 5 galones	40	10	4.00	40	10	4.00
2 tambos de 32 galones	180	12	15.00	180	12	15.00
<b>TOTAL COSTO FIJO</b>			<b>59.08</b>			<b>57.31</b>
<b>COSTO VARIABLE</b>						
Acido sulfúrico (15 cortes)			15.00			
Levadura (15 cortes)						10.00
Mano de obra: descor.alisa						
coloc.material y pica	Jornales	5 (Q 20)	100.00	Jornales	4 (Q 20)	80.00
Renovo y aplic.estimulante	Jornales	18 (Q 20)	360.00	Jornales	20(Q 20)	400.00
<b>TOTAL COSTO VARIABLE</b>			<b>475.00</b>			<b>490.00</b>
<b>COSTO TOTAL:</b>			<b>534.08</b>			<b>547.31</b>
<b>Pinus oocarpa</b>						
INGRESO BRUTO	166.5 kg	Q 4.00	666.00	258 kg	Q 4.00	1032.00
INGRESO NETO			131.92			484.69
RENTABILIDAD			25%			89%
<b>Pinus montezumae</b>						
INGRESO BRUTO	174.0 kg	Q 4.00	696.00	219 kg	Q 4.00	876.00
INGRESO NETO			161.92			328.69
RENTABILIDAD			30%			60%
<b>Pinus pseudostrobus</b>						
INGRESO BRUTO	175.5 kg	Q 4.00	702.00	227.25 kg	Q 4.00	909.00
INGRESO NETO			167.92			361.69
RENTABILIDAD			31%			66%
* Herramientas copa y canal: descortezador y escoda						
* Herramientas espina de pescado: descortezador,						
canalizador y cepillo.						

- Como se observa en la hoja de análisis de costo, el costo de producción fue de Q 3 21/kg\* de resina, con el método copa y canal, y de Q 2.12/kg con el método espina de pescado descendente, para **P. oocarpa**. El costo fue de Q 3.07/kg, con el método copa y canal y de Q 2.50/kg con el método espina de pescado descendente para **P. montezumae**. Luego para **P. pseudostrobus** el costo fue de Q 3.04/kg para el método copa y canal y de Q 2.41/kg para el método espina de pescado descendente. Los costos de producción, contemplan el costo de transporte y comercialización en el mercado local.

Luego de realizar los cálculos, se puede afirmar que el método espina de pescado descendente presentó las mejores rentabilidades en las tres especies de pino, en **P. oocarpa** la rentabilidad fue de 89 %, en **P. pseudostrobus** fue de 66 % y en **P. montezumae** fue de 60 %, no así el método copa y canal que presentó rentabilidades más bajas.

Una combinación recomendable, de acuerdo con los resultados reportados para **Pinus oocarpa**, sería resinar árboles mayores de 35 cm de dap, aplicando el método espina de pescado descendente con extracto de levadura como estimulante. Bajo esta condición, la producción de resina esperada sería alrededor de 250 gr/árbol semanales.

De acuerdo con experiencias habidas en países como Honduras (Flores, J. 1996. Comunicación personal), un campesino resinero puede trabajar un máximo de 1000 árboles, lo que significaría una producción de 4 25 toneladas métricas de resina por temporada (4 meses anuales, unas 17 semanas).

El precio de venta de la resina en Guatemala oscila entre Q 3,000 y Q 4,000/tonelada, lo que significaría un ingreso bruto por período de resinación entre Q 12,750 y Q 17,000.

Los costos de operación ascenderían a Q 9,010, para un ingreso neto por período de resinación (4 meses) entre Q 3,740 y Q 7,990.

---

<sup>3</sup>\* Seis quetzales (Q 6) = un dólar (1 \$)

De acuerdo con lo anterior, el salario diario sería de Q 49.00, en contraste con Q 20.00 diarios, salario mínimo pagado en la zona

Aún si se resinaran árboles a partir de 25 cm de dap, se obtendría una producción de 3.4 toneladas de resina, con un ingreso neto por productor entre Q 1,190 y Q 4,590 por período de resinación de 4 meses

## 8. CONCLUSIONES

1- El método espina de pescado descendente (M2) presentó medias superiores de producción semanal de resina, comparado con el método copa y canal (M1), en **Pinus oocarpa** (172 gr/árbol), en **P. montezumae** (146 gr/árbol) y en **P. pseudostrobus** (151 gr/árbol).

2- El extracto de levadura usado como estimulante (E2), presentó diferencias altamente significativas comparado con el ácido sulfúrico en pasta (E1), en las tres especies estudiadas; además su manejo es fácil y no es nocivo a la salud y el medio ambiente.

3- La clase diamétrica 4 (C4, de 40-44.9 cm de dap), fue superior en producción comparado con las otras tres clases (de diámetros inferiores), en **P. oocarpa** y **P. pseudostrobus**, no así en **P. montezumae** que no hubo diferencia significativa entre las cuatro clases diamétricas.

4- Solamente la interacción método\*clase diamétrica fue altamente significativa en **P. oocarpa**, donde el método espina de pescado descendente (M2) en árboles de 40-45 cm de dap (M2C4), fue superior en producción a todos los tratamientos (266 gr/árbol), en su orden le siguió el tratamiento M2C3 (175 gr/árbol), luego el tratamiento M2C2 (145 gr/árbol) y por último el tratamiento M1C4 (129 gr/árbol); los demás tratamientos fueron similares.

5- El promedio general-semanal de producción de resina en el presente experimento, en **P. oocarpa** fue de 141 gr/árbol/pica ó corte, en su orden le siguió **P. pseudostrobus** de 134 gr/árbol/pica y por último el **P. montezumae** con 131 gr/árbol/pica.

6- El costo de producción por kg de resina para el método espina de pescado descendente, fue de Q 2.12/kg, con rentabilidad del 89 % para la especie **P. oocarpa**, con costo de producción de Q 2.40/kg y rentabilidad de 66 % para **P. pseudostrobus**, por último a un costo de Q 2.50/kg y

rentabilidad del 60 % para **P. montezumae**, calculado para éste método por presentar las rentabilidades mas altas.

7- La producción de resina genera ingresos al agricultor de Q 49 diarios, en la época de producción (de noviembre-mayo), quienes venden a los intermediarios el 75 % de la producción.

8- La mejor época de producción de resina es en los meses secos (verano), pues con altas temperaturas fluye más resina.

9- De manera general se observó que cuando un árbol es buen productor de resina, desde el primer corte lo demuestra, a más tardar en el segundo corte.

10- El método espina de pescado descendente tuvo gran aceptación entre las comunidades de productores de resina; el método copa y canal lo consideraron igual al método tradicional.

## 9. RECOMENDACIONES

1- Para la producción de resina en las subcuencas del Río Chixoy, y en cualquier otra área resinera, debe de hacerse mediante el método espina de pescado descendente, utilizando levadura como estimulante, tratando árboles desde los 25 cm hasta 45 cm de dap, haciendo cortes o picas semanales durante los meses sin lluvia.

2- Para fines de resinación a nivel comercial, los árboles que muestran baja producción de resina en el primer corte ó pica, deben de descartarse, sustituyéndolos inmediatamente por otros ejemplares, con el fin de optimizar la producción.

3- Para minimizar los costos de producción, se deberá localizar otros centros de fabricación de herramientas de resinación, sin descuidar la calidad, donde se ofrezcan a más bajo precio.

4- Debe diseñarse un programa intensivo de extensión y capacitación a las comunidades resineras, por medio del Proyecto Chixoy, para concientizar al agricultor de las ventajas que ofrece el método espina de pescado descendente, con el objeto de adoptar ésta nueva técnica en el área, a cambio del método tradicional destructivo.

5- Para lograr mejores precios de la resina en el mercado, es necesario formar cooperativas o asociaciones de productores, para lograr mecanismos directos de comercialización.

6- Deben impartirse cursos de capacitación a los productores, para la transformación de resina en sub-productos primarios (colofonia o brea y aguarrás), para que puedan comercializar a un mejor precio y no limitarse a vender la resina a los intermediarios a un precio bajo.

7- Para un futuro cercano, se recomienda montar parcelas experimentales con el método espina de pescado descendente, en la época de verano (meses sin lluvia).

8- Deben de montarse parcelas de ensayo en las áreas resineras, mediante el método de "perforación de agujeros", nuevo método que se conoció en Guatemala y Honduras éste año, para evaluar el rendimiento de resina y el costo de producción/kg

## 10. BIBLIOGRAFIA

- BARCENAS, A.G 1991. Técnicas de resinación: sistema americano de copa y canal (cup and gutter). Siguatepeque, Honduras. ESNACIFOR. 44 p.
- BARRERA, G. 1979. Aplicación del Método Francés o de Hughes para la extracción de resina en **Pinus oocarpa Schiede**, en el municipio de Malacatancito, departamento de Huehuetenango. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Universidad de San Carlos de Guatemala, Facultad de Agronomía. 51 p.
- CABALLERO A., W. 1981. Introducción a la Estadística. Julio Escoto B. San José, Costa Rica. IICA. 287 p.
- CABRERA, R. 1987. Identificación de áreas críticas con base en criterios biofísicos y análisis básico de la degradación específica y transporte de sedimentos en la cuenca superior del Río Chixoy, Guatemala. Tesis Mag.Sc. Turrialba, C.R. Programa Universidad de Costa Rica/CATIE. 174 p.
- CORNELIUS, J. et al. s.f. Manual sobre mejoramiento genético forestal: con referencia especial a América Central. Turrialba, Costa Rica. 218 p.
- CORPORACION HONDUREÑA DE DESARROLLO FORESTAL. 1991. Manual de Resinación de Pinos. Series Manuales Técnicas No.2. COHDEFOR-Proyecto HON/88/001-FAO-PNUD-HOLANDA, Honduras. 31 p.
- CHAUDHARI, D. et al. 1992. Correlation between diameter and resin yield by Rill Method of tapping. The Indian Forester. (India) 118(7):456-459.
- FAO. 1975. Fortalecimiento al Sector Forestal Guatemala: Las coníferas de Guatemala. Roma, Italia. FAO. 45 p.
- FLORES, J., et al. 1994. Manual de Resinación Método Espina de Pescado Descendente. COHDEFOR-Proyecto de Capacitación Forestal (CAFOR)-COHDEFOR/GTZ. Honduras. 33 p.
- FRIK, J. s.f. Métodos de Resinación y su Rentabilidad. Guatemala, Proyecto Desarrollo Forestal Comunal, DIGEBOS-GTZ. 8 p.
- GUTIERREZ, T. 1976. Sitios Experimentales sobre la Producción de Resina. Ciencia Forestal (México) 1(1):21-29.

- INSTITUTO FORESTAL. 1981. Resinación Forestal del Pino Insigne Chileno Chile Forestal. (Chile) 7(73):1-7.
- INSTITUTO GEOGRAFICO NACIONAL. 1987. Santa Cruz del Quiché, Momostenango y Huehuetenango 1966 y 1968. Guatemala, Ministerio de Comunicaciones y Obras Públicas Escala 1:50,000. Color verde (Hojas 1961 II, III y IV).
- LAMPRECHT, H. 1990. Silvicultura en los trópicos Traducido por Antonio Carrillo. Deutsche, República Federal de Alemania. GTZ. 335 p.
- MAS P., J. 1976. Método de Pica de Corteza con Estimulantes. Bosques y Fauna. (México) 1):25-60.
- MAS, J., JUAREZ, S. 1975. Tendencias de la Resinación en los Bosques de Pino del Sureste de los E.E.U.U. México y sus Bosques. (México) XIV(2):4-9.
- MAS, J., PRADO, A. 1970. Comparación del Método de Resinación Resinación de Pica y Corteza con estimulantes contra el Método Francés. Instituto Nacional de Investigaciones Forestales Boletín Técnico No 35. p. 9-33.
- MESA, M., RAMIREZ, P. 1990. La cicatrización de árboles resinados de **Pinus tropicalis**. Revista Forestal Baracoa (Cuba) 20(1):109-112.
- MONCAYO, F. 1975. Las Culturas Indígenas Mexicanas y los Bosques. México y sus Bosques. (México) XIV(4):13-22.
- OÑORO, P. 1995. Capítulo II: Diseño Completamente al Azar. Curso Diseño Experimental. Escuela de Postgrado, Turrialba, Costa Rica. CATIE. 12 p.
- ORALLO, C., VERACION, V. 1984. Comparison of four methods of tapping Benguet pine **Pinus kesiya Royle ex Gordon**) for oleoresin production in Benguet. SYLVATROP. The Philippine Forest Research Journal. (Philippines) 9(1-32):55-63.
- PARDOS, J. et al. 1976. Estudio de las variaciones estacionales de la presión de exudación de la resina en árboles, grandes productores y de producción media, de **Pinus pinaster Ait.** Instituto Nacional de Investigaciones Agrarias. Comunicaciones I.N.I.A. Serie Recursos Naturales, No.4 p. 5-24.

- PROYECTO DE EXTENSION FORESTAL-CATIE-CHIXOY. 1996. Encuesta Socio-económica. Aspectos sociales y económicos involucrados en el mercado de la resinación. Ciudad Guatemala, Guatemala. Proyecto de Extensión Forestal 37 p.
- PROYECTO DIGEBOS-GTZ. s.f. Instructivo de Resinación con el Método Alemán. Guatemala, Proyecto Desarrollo Forestal Comunal DIGEBOS-GTZ. 13 p.
- ROMAHN, C.F. 1992. Principales Productos Forestales No Maderables de México. José Manuel Rodríguez Sánchez. México, Universidad Autónoma de Chapingo. p. 25-124.
- SIMMONS, S.C.; TARANO, J.M.; PINTO Z., J.H. 1959. Clasificación de reconocimiento de los suelos de la República de Guatemala. Guatemala. Edic. José de Pineda Ibarra. 1000 p.
- STEEL D., R.G.; TORRIE, J.H. 1990. Bioestadística: principios y procedimientos. Trad. por Ricardo Martínez. 2a Ed. México. McGraw-Hill. 622 p.
- STYLES, B., HUGHES, C. s.f. Taxonomía y Nomenclatura de los Pinos y otras Gimnospermas. Siguatepeque, Honduras. Centro Nacional de Investigación Aplicada. p. 5.
- TING, W.; WEI, CH. 1979. Método de Resinación Descendente usado en la República Popular China. Ciencia Forestal (México) 4(19):15-24.
- TORRES, J.E.; CAYMAN, C.M. 1990. Incidencia del Espaciamiento en los períodos de Pica con la Aplicación de diferentes Estimulantes. V Jornadas Técnicas: Uso Múltiple del Bosque y Sistemas Agroforestales. 1989. Eldorado, Misiones. Actas Tomo 1, Instituto Sub-tropical de Investigaciones Forestales -ISIF-. Argentina. Universidad Nacional de Misiones. p. 22-24.
- VALDIVIA S., J. 1970. Oportunidades Económicas en la Producción de Resina en México. México y sus Bosques. (México) 9(5-6):4-25.
- VEBLEN, T. 1977. Las coníferas de Guatemala. Unasyuva (Italia) 29(118):25-30.
- WILLAN, R. L. et al. 1989. La variación natural como base para el mejoramiento genético forestal. In Willan, R.L. et al. Mejoramiento Forestal y Conservación de recursos genéticos forestales, Tomo I. Luis Fernando Jara. Turrialba, Costa Rica. CATIE. pág. 1-16.

## 11. ANEXOS

- 11.1 Encuesta socio-económica del mercado de la resina.
- 11.2 Términos técnicos
- 11.3 Fotografía de árboles resinados con el método tradicional (de hacha).
- 11.4 Fotografías de los métodos de resinación copa y canal y espina de pescado descendente

### **11.1 Encuesta Socio-económica sobre el mercado de la resina**

Al inicio del presente estudio, se hizo una encuesta socioeconómica sobre el mercado de la resina, realizada por el Proyecto de Extensión Forestal CATIE-CHIXOY, cuyos resultados dieron muchas pautas en cuanto al período de resinación con el método tradicional, especies que se resinan, costos de producción/kg de resina, precios de venta/kg y canales de comercialización.

Para los fines del presente estudio, se consideró de importancia incluir, como complemento, un resumen de los resultados obtenidos en dicha Encuesta Socioeconómica sobre los Aspectos Sociales y Económicos involucrados en el Mercado de la Resina, la cual se llevó a cabo en las áreas resineras del Proyecto Chixoy, localidades en donde se instaló una de las parcelas de estudio y de mayor afluencia de grupos de interés de la presente tesis.

#### **- Objetivos de la encuesta sobre resinación:**

- a- Conocer e identificar las áreas bajo resinación
- b- Determinar el método de resinación más utilizado
- c- Determinar el tiempo que las comunidades se han dedicado a resinar
- d- Determinar la época de producción, los rendimientos, los costos de producción y los ingresos de la resinación
- e- Determinar los canales de comercialización de la resina y
- f- Determinar los beneficios obtenidos en las comunidades

#### **- Resultados de la encuesta**

La encuesta se realizó al azar en cuatro municipios distintos, abarcando 28 comunidades, se tomó al azar una muestra de 98 productores de resina. El tamaño de la muestra se obtuvo

considerando, el número de comunidades localizadas con árboles bajo resinación, en las subcuencas del río Serchil y Pacaranat.

- Las áreas bajo resinación identificadas pertenecen a los municipios de: Malacatancito, Huehuetenango, con 4 comunidades, Momostenango, Totonicapán, 9 comunidades, San Bartolo Aguas Calientes, Totonicapán, 3 comunidades y Santa Lucía La Reforma, Totonicapán, 12 comunidades.

- Se determinó que el 100 % de las comunidades encuestadas utilizan el método tradicional ó método de pileta ó de hacha, con una frecuencia de pica cada semana, seguido de la frecuencia de cada 15 días. Además se determinó que el promedio de los árboles en resinación es de 35.4 cm de dap.

- El tiempo de permanecer resinando ó sea la experiencia en resinación en éstas comunidades, fue variable, así: el 32 % de productores tiene de 1-5 años de resinar, el 22 % de 5-10 años, 21 % de 10-15 años y el 16 % 20 años o más. Solo el 8 % tiene de 15-20 años. Esto indica la tendencia en crecimiento de incorporarse más familias campesinas, a la actividad de resinación en los últimos 5 años (Fig 1a), por otro lado se acelera la destrucción del bosque de **Pinus oocarpa**, por el método de resinación tradicional o de hacha.

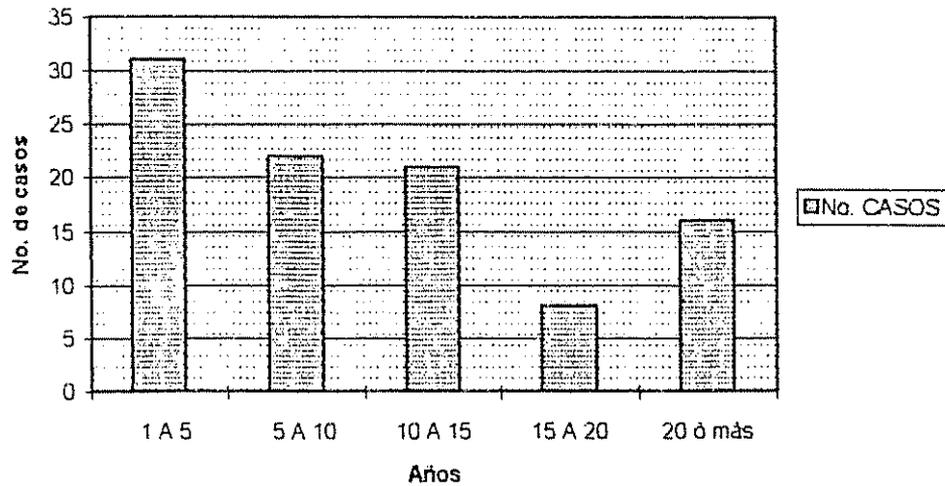


Figura 1a. Experiencia de resinación en años, de las personas encuestadas, cuenca alta río Chixoy Guatemala, 1996.

Se determinó que el período de resinación más frecuente es el de 5 meses durante el año, seguido por el de 6 meses, y 4 meses respectivamente (Fig 2a).

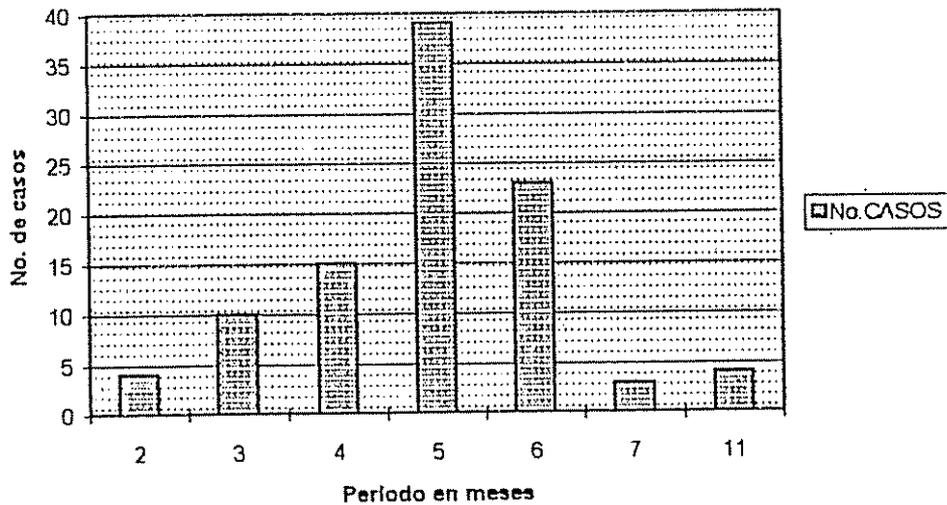


Figura 2a. Período de resinación en meses, en la cuenca alta del río Chixoy Guatemala, 1996.

- La época principal de producción de resina es en los meses de Octubre a Junio, en los cuatro municipios encuestados. Exceptuando Junio, la época de producción se realiza en los meses secos (verano). Sin embargo, las épocas de resinación preferidas por los encuestados son: de Noviembre a Abril, de Diciembre a Mayo y de Diciembre a Junio respectivamente (Fig 3a)

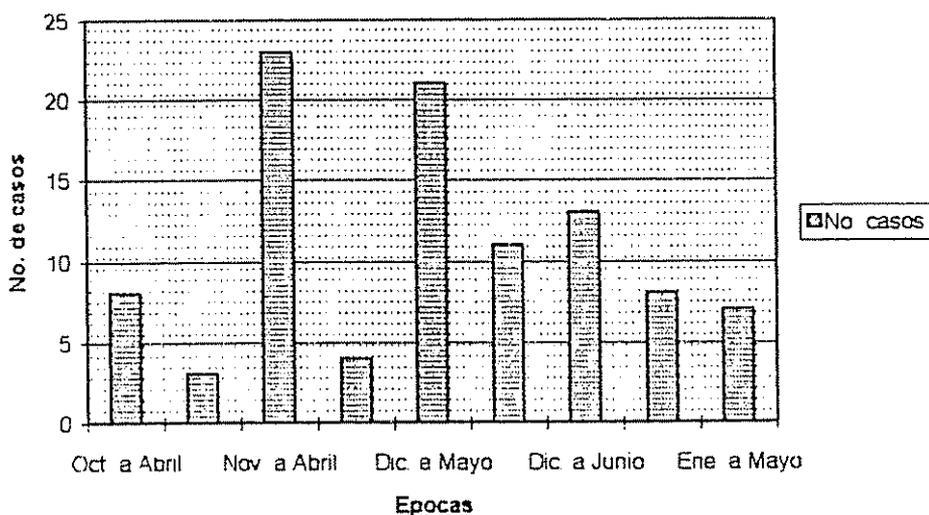


Figura 3a. Épocas de resinación en la cuenca alta del río Chixoy. Guatemala, 1996

- La producción total de resina en las subcuencas encuestadas es de 32,224 kg (Cuadro 1a).

Cuadro 1a. Producción de resina en subcuencas del Río Chixoy Guatemala, 1996

MUNICIPIO	PRODUCCION (kg)	PRODUCTORES (No.)
MALACATANCITO	4,082	9
MOMOSTENANGO	17,339	39
SAN BARTOLO AGUAS CALIENTES	3,538	13
SANTA LUCIA LA REFORMA	7,265	37
<b>TOTAL</b>	<b>32,224</b>	<b>98</b>

Fuente: Encuesta CATIE-CHIXOY

Como se observa en Momostenango es el lugar donde se produce más resina, el 54 %, en Santa Lucía La Reforma el 22 %, en Malacatancito el 13 % y en San Bartolo Aguas Calientes el 11 %, la producción per cápita fue de 328 8 kg, aproximadamente 2 barriles de 54 galones cada uno

- Los mayores rendimientos de resina se obtienen con árboles de 30-45 cm de dap, seguido de los de 15-30 cm de dap, los diámetros menores de 15 cm y mayores de 45 cm dan producciones muy inferiores, de la especie **Pinus oocarpa** como se puede apreciar en el siguiente cuadro:

Cuadro 2a. Rendimiento de resina según clase diamétrica. Guatemala, 1996

Diámetro(dap)	Rendimiento (kg/árbol)
0-15 cm	0 19
15-30 cm	0 26
30-45 cm	0 60
45-60 cm	0 11

Fuente: Encuesta CATIE-CHIXOY

- A continuación se presenta el costo/kg de resina, el precio de venta/kg, así como la utilidad/kg.

Cuadro 3a Costo, precio de venta y utilidad por kg de resina Guatemala, 1996.

MUNICIPIO	COSTO/kg (Q)	PRECIO DE VENTA/kg (Q)	UTILIDAD POR kg(Q)
MALACATANCITO	0.23	3.57	3.34
MOMOSTENANGO	0.49	3.39	2.90
SN.BARTOLO AGUAS CALIENTES	0.18	4.00	3.82
SANTA LUCIA LA REFORMA	0.80	3.26	2.46

Fuente: Encuesta CATIE-CHIXOY

Al efectuar el análisis de costos/kg, el municipio de Santa Lucía La Reforma tiene el costo más alto (0.80), le sigue Momostenango (0.49), esto es debido a que en esos municipios algunos productores contratan mano de obra, por resinar a gran escala.

En cuanto a los precios de venta/kg, en San Bartolo Aguas Calientes se alcanza el mejor precio (Q 4.00), debido a una mayor demanda y poca oferta, consecuentemente los ingresos son superiores en San Bartolo Aguas Calientes, le sigue Malacatancito y luego los otros municipios.

-La venta de la resina se distribuye a través de los siguientes canales de comercialización:

intermediarios	75 % ,
mercados de la región.	16 % ,
productores de copal	6 %
industria de curtiembre	3 %

-En lo que se refiere al criterio de los productores sobre los beneficios de la resinación, como actividad económica, 58 de ellos (59 %), consideran que no es un buen negocio, a pesar de obtener una utilidad de Q 2.88/kg, el problema es que producen muy poco (329 kg), cuyo ingreso neto por período de resinación es de Q987; el 41 % restante manifestó que el negocio es bueno. Desde el punto de vista de los ingresos económicos personales (utilidad de Q 3.13/kg), principalmente por las siguientes razones:

- Proporciona trabajo para sustento del hogar,
- genera buen ingreso, especialmente cuando se producen grandes cantidades,
- no hay otra fuente de trabajo como alternativa económica y
- son propietarios de bosques.

Entre las recomendaciones hechas están las siguientes:

- Se recomienda repetir la encuesta en un período no mayor de dos años, para observar las características principales de la resinación y el comportamiento de los bosques sometidos bajo el método tradicional o de hacha que es tan dañino para los árboles.
- Deben desarrollarse programas de investigación que permitan determinar:
  - diámetros de árboles más adecuados para resinar
  - épocas de resinación más adecuadas,
  - frecuencia de pica más recomendable,
- Se recomienda implementar programas de capacitación para cambiar el método de resinación a la mayor brevedad posible, para elevar la producción de resina y minimizar la destrucción de los árboles.

## 11.2 TERMINOS TECNICOS

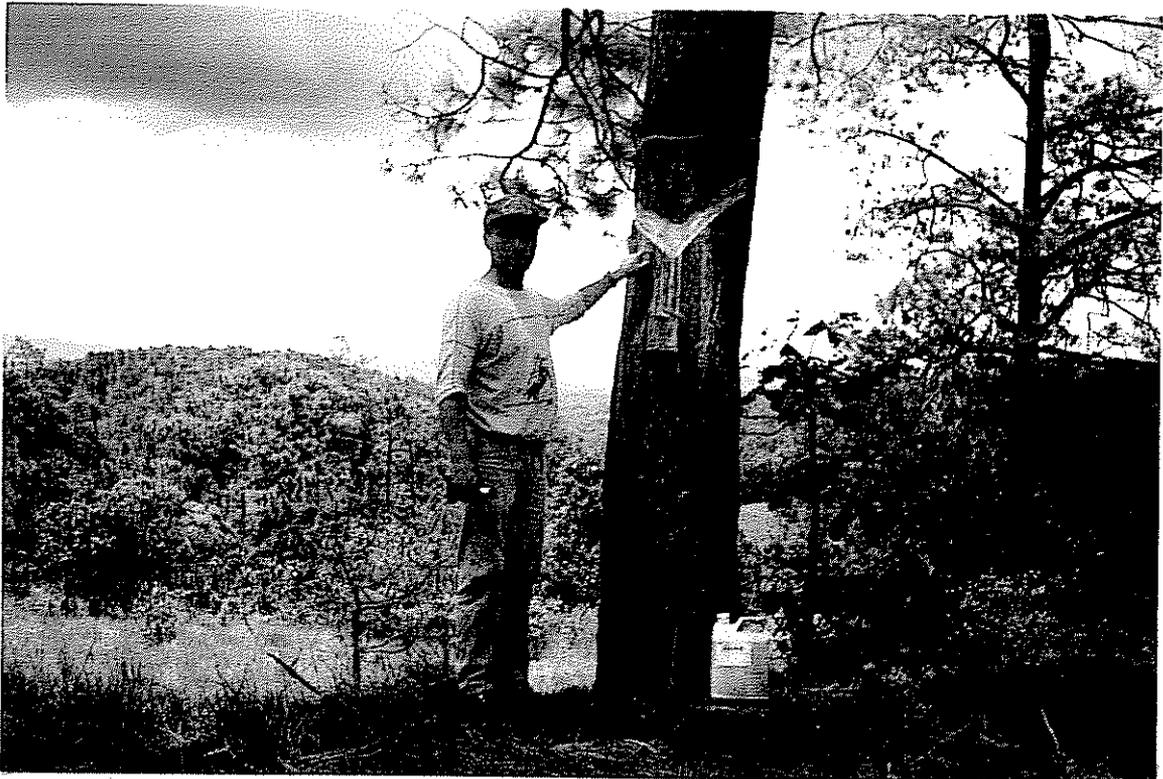
<b>Cara:</b>	Superficie del tronco del árbol, preparada para la resinación por medio del descortezador.
<b>Canal central:</b>	Canal vertical hecho en el centro de la cara descortezada para dirigir la resina hacia el recipiente.
<b>Canal resinífero:</b>	Canal en la madera de pino, en donde la resina es formada, almacenada y transportada
<b>Corteza:</b>	Cobertura formada por el tejido muerto del árbol
<b>Estimulante:</b>	Substancia que aumenta el rendimiento de resina cuando se tratan las picas en forma adecuada (estimulante químico, estimulante biológico).
<b>Extracto de levadura:</b>	Masa constituida por proteínas y sustancias biológicas provenientes del hongo <b>Saccharomyces cerevisione</b>
<b>Intervalo:</b>	Período de tiempo entre dos picas sucesivas.
<b>Inclinación:</b>	Angulo agudo entre el canal central y el canal de la pica.
<b>Liber:</b>	Capa de tejido vivo entre la corteza y la madera.
<b>Paso de vida:</b>	Area de la circunferencia del árbol que no se corta durante la resinación.
<b>Pica o repaso doble:</b>	Corte hecho entre dos picas anteriores.
<b>Producción de resina:</b>	Cantidad de resina obtenida por repaso y por cara (gr.)
<b>Resina (de pino):</b>	Sustancia constituida por ácidos orgánicos y aguarrás obtenida de árboles del género <b>Pinus spp.</b>
<b>Repaso:</b>	Una estría de dos canales laterales en forma de "V".
<b>Rodal:</b>	Conjunto de árboles con características bien definidas, habitando un área determinada.



Fotografía 1 Arboles de **Pinus oocarpa** resinados con el método tradicional (de hacha). Obsérvese la magnitud del daño causado, perjudicando el crecimiento de los árboles.



Fotografía 2 Método copa y canal, en *Pinus oocarpa*.



Fotografía 3. Método espina de pescado descendente en *P. oocarpa*