

18 ENE 1979

**GUIA DE CAMPO DE LOS ENSAYOS FORESTALES  
DEL CATIE EN TURRIALBA, COSTA RICA**

Editado por: Jean Combe  
Nico J. Gewald

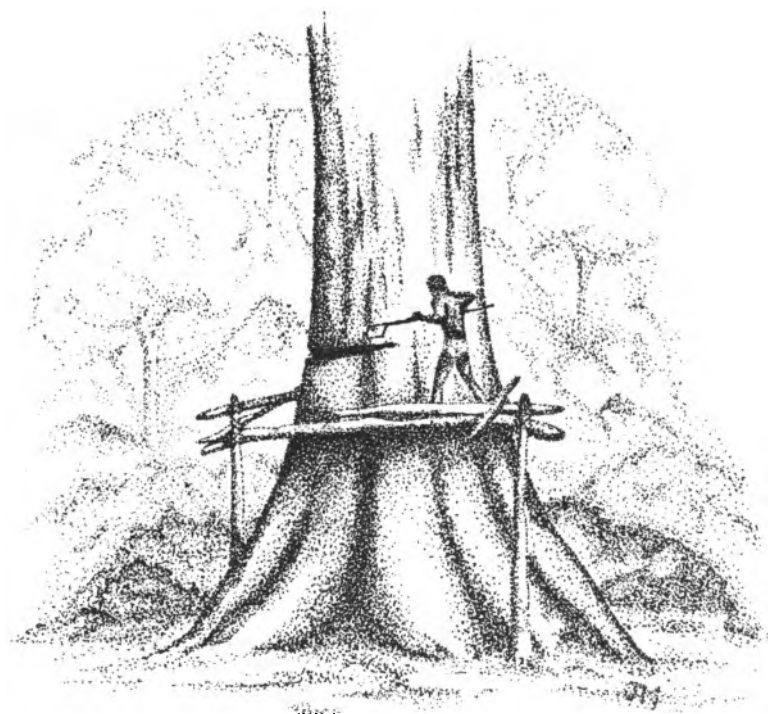
Esta publicación fue patrocinada por el Programa  
Suizo de Cooperación para el Desarrollo

CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL  
DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA

Programa de Recursos Naturales Renovables  
Turrialba, Costa Rica

1979

Todas las grandes civilizaciones del mundo  
se iniciaron con la tala del primer árbol...



...la mayoría de ellas desaparecieron  
con la tala del último

## PRESENTACION Y AGRADECIMIENTOS

¿QUÉ ES?

La presente guía da a conocer la ubicación y los resultados en forma resumida de los principales ensayos forestales realizados desde 1946 en los terrenos del CATIE (anteriormente IICA) en Turrialba, Costa Rica. Se da cuenta de manera detallada de experiencias positivas y negativas en un período considerable de tiempo y se presentan sucintamente las demás actividades de investigación en recursos naturales renovables, contempladas en el CATIE y correlacionadas con el manejo de bosques y el uso de la tierra.

¿POR QUÉ  
Y PARA  
QUIÉN  
SE HIZO?

La necesidad de disponer de tal guía de campo se hizo particularmente evidente desde 1977, con la llegada al CATIE de varios nuevos investigadores forestales y el aumento notable del número de estudiantes graduados, que tuvieron que enterarse en muy poco tiempo de la tradición de investigación que existe en Turrialba sobre el tema forestal. Pero además del uso interno de parte de los profesionales y estudiantes graduados del CATIE, se espera que esta guía tendrá una influencia significativa para quienes se dedican a experimentos futuros y se abriga la esperanza de que pueda servir a todos los investigadores vinculados al estudio y la planificación del uso de la tierra, a los estudiantes de estas ciencias aplicadas (tanto del CATIE como de otras universidades) y al público en general, interesado en la problemática forestal.

¿QUIÉN LO  
HIZO?

Esta publicación es el resultado de un esfuerzo común por parte de todos los miembros del Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE y de varios profesionales de otros Programas, quienes contribuyeron de la manera siguiente:

- Los capítulos 1 y 2 fueron compilados por J. Combe.

- El capítulo 3 fue preparado por N. Gewald, con la cooperación de F. Wouters, consultor forestal holandés, quien fue contratado para la compilación de las mediciones de crecimiento presentadas en este capítulo.

- El capítulo 4 fue redactado por W. Dyson.

- El capítulo 5 fue escrito por P. Rosero. La descripción del estudio de la sucesión forestal en Florencia Norte (subcapítulo 5.7.) fue redactada con la contribución de N. Price.

- El capítulo 6 fue escrito por J. Combe y comprende contribuciones de P. Rosero para el resumen de los ensayos "Taungya" (sección 6.2.1.), de G. Enríquez, Jefe del Programa de Cultivos Perennes del CATIE, para la descripción del ensayo central de cultivos perennes (sección 6.2.2.) y del suscrito para la sección 6.3.2. sobre el uso de árboles como postes vivos para cercas.

- Para el capítulo 7, C. MacFarland, D. Glick y R. Morales escribieron los subcapítulos 7.1. y 7.2. mientras que el subcapítulo 7.3. fue redactado por F. Zadroga, G. De Las Salas y J. Beer.

- El capítulo 8 fue escrito por L. Ford.

- El capítulo 9 fue preparado por G. González del Laboratorio de Productos Forestales.

- El subcapítulo 10.1. que constituye la descripción del vivero, fue preparado por W. Dyson.

- El subcapítulo 10.2. sobre el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales, fue escrito por N. Gewald.

Todas estas contribuciones fueron revisadas varias veces por los editores, J. Combe y N. Gewald, con el fin de armonizar el contenido y correlacionar la información suministrada con el capítulo 3, que constituye la parte principal de esta guía. En ciertas partes recibieron la ayuda de G. De Las Salas y H. Jiménez-Saa para depurar el estilo de redacción.

El suscrito puede jactarse de haber concebido la idea y haber logrado "contagiar" su propio entusiasmo al resto de los colaboradores y descargar en ellos -sin demasiada resistencia- la carga más pesada del trabajo, a pesar de estar consciente de las dificultades inherentes a esta tarea, particularmente el estado deplorable de algunos de los archivos. También influyó en tal decisión el hecho de que le tocó practicar como estudiante graduado en algunas de las parcelas en el año 1952 y que luego trabajó en el IICA de Turrialba desde 1956 a 1967 y en el CATIE desde 1976.

En la presente guía, su trabajo consistió en revisar cuidadosamente el texto en todos sus capítulos y es a él a quien debe atribuirse de preferencia la responsabilidad de los errores e imperfecciones.

¿QUIÉN  
PATRO-  
CINO?

Los trabajos de preparación y de edición de la Guía, su impresión y su distribución a los medios interesados fue posible gracias a una contribución financiera del Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo (D.D.A.).

AGRADECI-  
MIENTOS

El CATIE, a través de su Programa de Recursos Naturales Renovables, deja constancia de su agradecimiento a la D.D.A. por este generoso gesto.

Se agradecen las contribuciones ofrecidas por los profesionales enumerados y la abnegada labor de las Secretarias del Programa, quienes se ingeniaron para producir un texto coherente a partir de notas y correcciones que requerían una labor de detective. A esta tarea se dedicaron especialmente la Sra. Celia Pacheco de Rojas y la Srta. Ana Lorena Calvo y cooperaron las Sras. Ligia de Jiménez, Ana Grace de Montero y la Srta. Mayela Alvarado.

Los numerosos dibujos técnicos fueron ejecutados con la rapidez y precisión habitual de Emilio Ortíz, dibujante del CATIE y uno de los veteranos del Programa Forestal. Los dibujos de la cubierta y de la hoja que sigue a la portada son obra de la señora Janice MacFarland.

Turrialba, Junio de 1979

Gerardo Budowski  
Jefe, P.R.N.R.  
C.A.T.I.E.

## TABLA DE CONTENIDO

	<u>Página</u>
Presentación y agradecimientos	(i)
Tabla de contenido	(v)
Capítulo 1. Introducción	1
1.1. Objetivos de esta guía	1
1.2. Como utilizar esta guía	3
Capítulo 2. El CATIE	11
2.1. Origen y objetivos	11
2.2. Recursos del CATIE para la investigación y la enseñanza	13
2.3. El Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE	16
2.4. Factores del sitio en los terrenos de investigación del CATIE en Turrialba	18
Capítulo 3. Selección, introducción y estudio del comportamiento de especies	23
3.1. El Arboretum	25
3.2. Coniferatum	36
3.3. La Isla y el área del Club Internacional	43
3.4. Bajo Chino	58
3.5. Bajo San Lucas	73
3.6. Puente Cajón	87
3.7. Florencia Sur	111
3.8. Campo Gamma	138
3.9. Florencia Norte	145
3.10. Ensayos en terrenos escarpados: San Juan Sur y Noche Buena	179
3.11. Plantaciones comerciales	183
3.12. Introducción de especies en El Sitio/Finca Peet, Juan Vías	186
Capítulo 4. Ensayos de variedades y procedencias de <u>Pinus caribaea</u>	205
4.1. Ensayos de variedades en 1968	205
4.2. Ensayos de procedencias de 1973 y 1977/78	210

	<u>Página</u>
Capítulo 5. Manejo de bosques secundarios	217
5.1. Introducción	217
5.2. Objetivos	217
5.3. Ubicación y características generales del bosque secundario	218
5.4. Parcelas permanentes	219
5.5. Resultados y discusión	219
5.6. Parcelas de enriquecimiento en Florencia Norte	227
5.7. Investigaciones actuales	228
Capítulo 6. Técnicas agro-forestales	231
6.1. Consideraciones generales	231
6.2. Ensayos de campo en el CATIE	237
Ensayo Taungya 1: cuatro especies	238
Ensayo Taungya 2: <u>Cordia alliodora</u>	242
Ensayo Taungya 3: <u>Eucalyptus deglupta</u>	247
Ensayo Taungya 4: <u>Gmelina arborea</u>	254
Ensayo Taungya 5: <u>Terminalia ivorensis</u>	260
Ensayo Central de Cultivos Perennes	263
6.3. Combinaciones agroforestales tradicionales	269
Capítulo 7. Manejo de Areas Silvestres y Cuencas Hidrográficas	277
7.1. El Proyecto de Areas Silvestres y Cuencas	277
7.2. El Sendero Natural "Los Espaveles"	288
7.3. Manejo de cuencas hidrográficas y planificación de uso de la tierra: Proyecto Piloto en La Suiza de Turrialba	294
Capítulo 8. Protección forestal: insectos y enfermedades	307
8.1. Investigación sobre <u>Hypsipyla grandella</u>	308
8.2. Otros problemas fitosanitarios	320
Capítulo 9. Productos forestales	325
9.1. Laboratorio de Productos Forestales	325
9.2. Investigación de campo en el CATIE: El Cementerio de Maderas	325
Capítulo 10. Instalaciones e infraestructura de apoyo para la investigación forestal	331
10.1. El vivero forestal	331
10.2. Banco Latinoamericano de Semillas Forestales	338



	<u>página</u>
Bibliografía	345
Indice de cuadros	351
Indice de figuras	355
Indice de especies	362

## 1. INTRODUCCION

### 1.1. OBJETIVOS DE ESTA GUIA

Por medio de la presente publicación se pretende presentar en forma resumida pero científica así como difundir en gran escala la información técnica y científica sobre la investigación forestal que se ha llevado a cabo en los terrenos del CATIE, en Turrialba, Costa Rica. Actualmente esta investigación cubre un período de 33 años. A pesar de los cambios que ha vivido la institución (antes Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas hasta 1973, CATIE desde entonces) y de la reorientación del Programa Forestal durante los últimos años, toda la investigación forestal dentro del CATIE siempre correspondió al objetivo general siguiente, cuya actualidad de hecho, ha crecido con el tiempo:

Mejorar el bienestar de la población, tanto rural como urbana, particularmente en los trópicos húmedos, a través del estudio y de la promoción de técnicas más idóneas en torno al uso de las tierras de vocación forestal, buscando un rendimiento sostenido y manteniendo un equilibrio armonioso con el medio ambiente.

La característica sobresaliente de la investigación forestal, tanto en los trópicos como en las regiones templadas, es su larga duración. Asimismo, debe considerarse relativamente elevado el riesgo de que la información sobre ensayos forestales no sea publicada de manera adecuada, o que no llegue a sus utilizadores potenciales o aún que se pierda totalmente.

Por esta razón se han incluido en la presente guía los resultados de ensayos terminados, los datos acumulados sobre el manejo de las plantaciones experimentales, una información general sobre ensayos en curso, el diseño experimental adoptado en las diversas investigaciones efectuadas así como los principales aspectos conceptuales formulados para programar la investigación futura.

Con un primer tiraje de 2 000 ejemplares se espera hacer conocer mejor la labor del CATIE, con la esperanza que esta información sea útil a los Servicios Forestales Nacionales, los Institutos de Investigación Forestal, a las Universidades y a los profesionales forestales y el público en general, especialmente en América Latina.

Asimismo, se espera reforzar los contactos entre las instituciones y personas involucradas en la investigación forestal y dar así inicio a un intercambio más activo de conocimientos e experiencias en el campo forestal.

## 1.2. COMO UTILIZAR ESTA GUIA

Las indicaciones siguientes facilitarán el uso de la guía y la obtención rápida de los datos requeridos por el lector:

- Los capítulos 3-9 de la guía representan los subproyectos de investigación contenidos en los tres proyectos que actualmente forman el Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE.
- Los capítulos son separados por hojas de color.
- Para saber a que subproyecto de investigación pertenecen los ensayos forestales existentes en algún sitio determinado del CATIE, hay que consultar el mapa 1.2a. junto con el cuadro 1.2a.
- Para cada rectángulo marcado en el mapa, fig. 1.2a., hay un mapa detallado del mismo en el capítulo 3, junto con una leyenda de las parcelas.
- Para obtener información sobre todos los datos experimentales de una especie forestal particular, hay que consultar primero el índice por especie, que da como referencia el número del capítulo, del subcapítulo ó de la sección correspondiente. Este índice incluye también unos nombres comunes de especies así como sinónimos.
- Todas las referencias bibliográficas se presentan directamente al pie de cada página.
- Al final se ha incluido una bibliografía que presenta las mismas referencias en orden alfabético.
- Tanto el presente capítulo de introducción como los índices al final fueron impresos en papel de color.
- Los símbolos y las abreviaciones utilizadas en el texto, y particularmente en los cuadros, se identifican en el cuadro 1.2b. que incluye también las abreviaciones para mediciones dendrométricas, tradicionalmente utilizadas en América Latina.

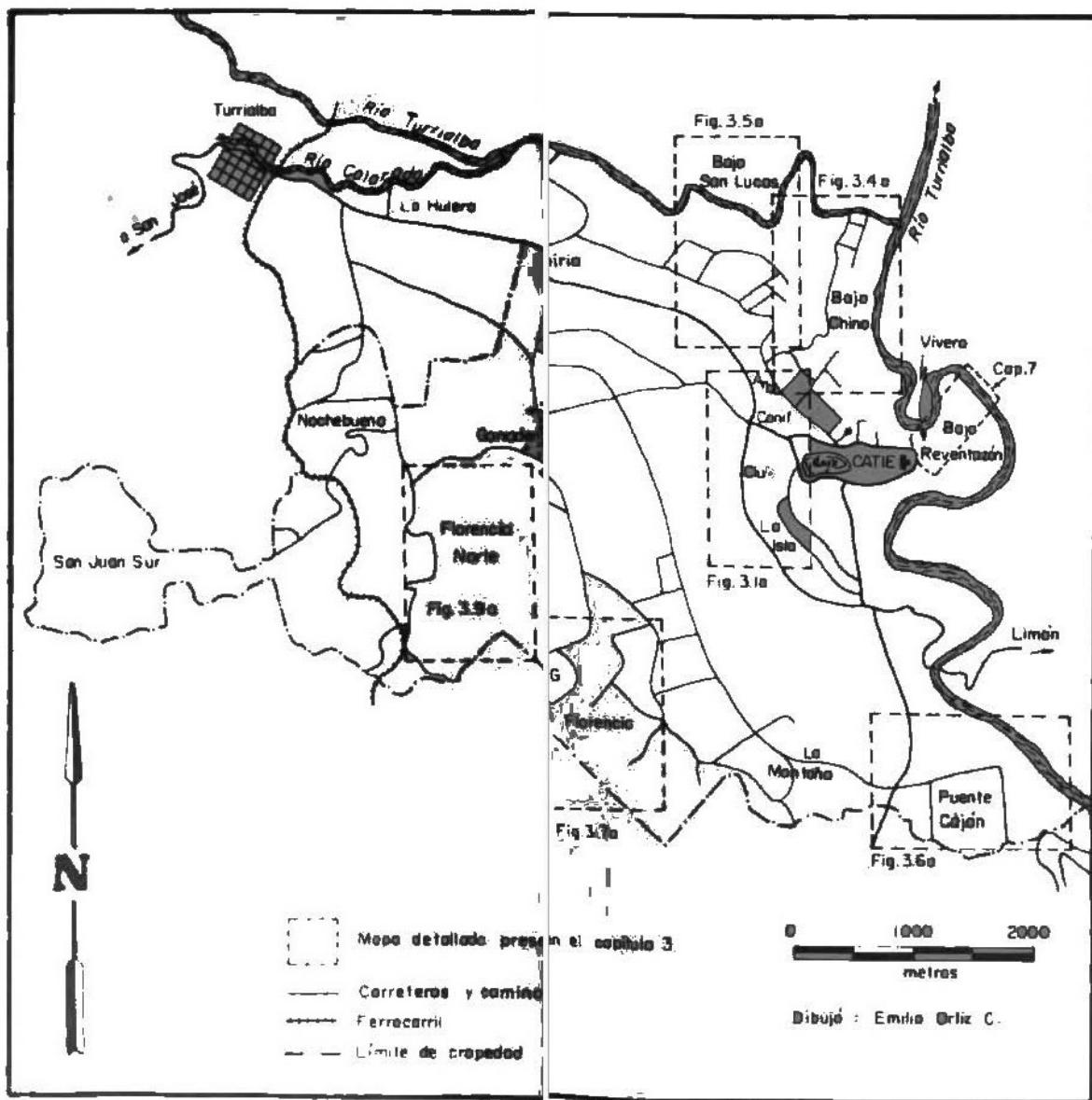


Fig. 1.2a. Los terrenos del CATIE en Turriaba

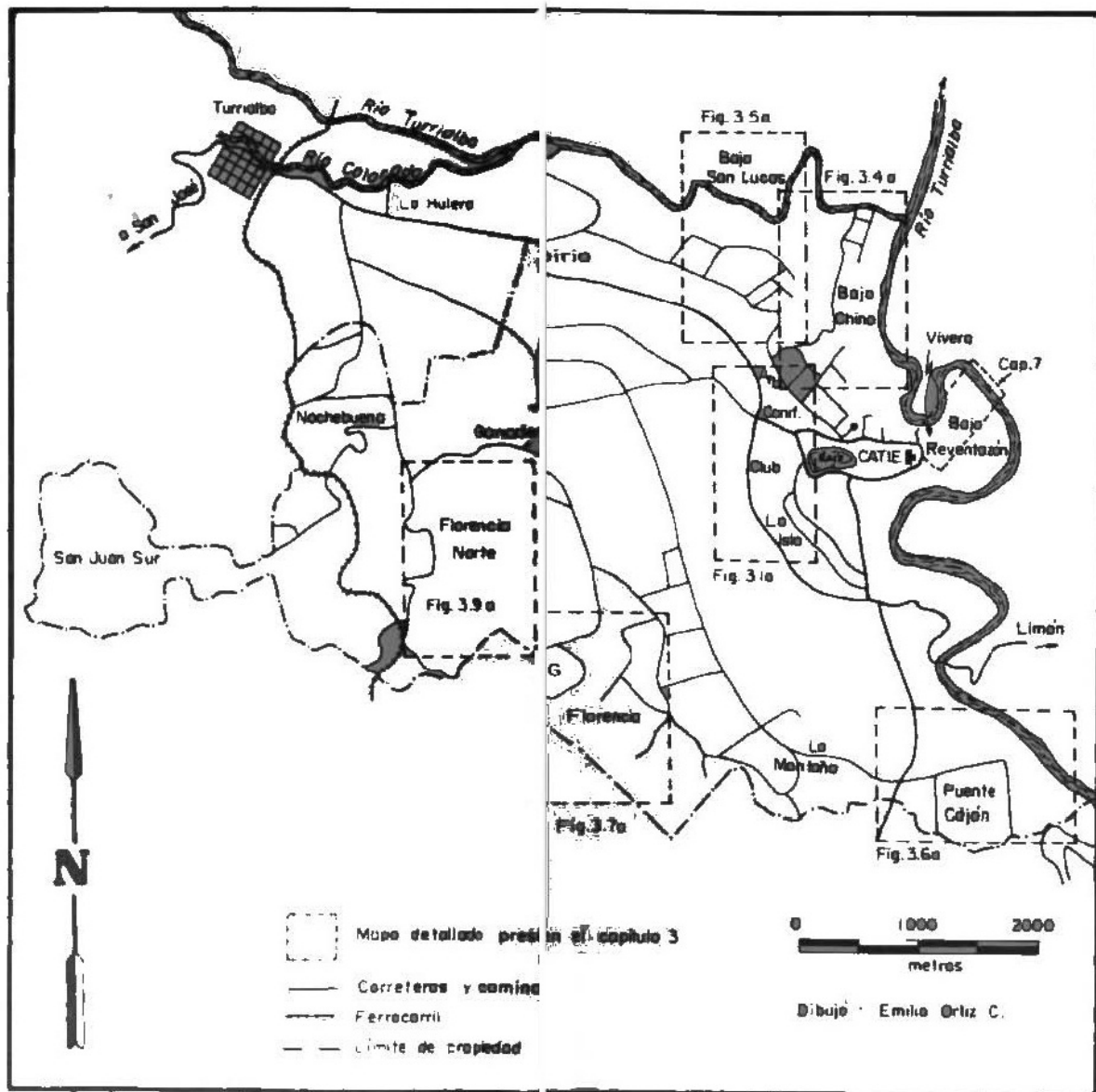


Fig. 1.2a. Los terrenos del CATIE en Turrialba



CUADRO 1.2B.: Lista de abreviaciones utilizadas.  
 (Las abreviaciones de las unidades de mediciones dendrométricas corresponden a las normas vigentes (34).

Abreviación utilizada	Unidad	Significación	Abreviación tradicionalmente utilizada en América Latina
a	(m)	Espaciamiento promedio entre árboles, según HART-BECKING	-
B.L.S.F.	-	Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (ubicada en el CATIE)	B.L.S.F.
C.A.T.I.E.	-	Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba	C.A.T.I.E.
cc	-	con corteza	c.c.
d	(cm)	diámetro individual a la altura del pecho	DAP
$\bar{d}$	(cm)	diámetro promedio a la altura del pecho, de un rodal	$\bar{DAP}$
$d_g$	(cm)	diámetro promedio a la altura del pecho, basado en el área basal por ha.	$\bar{DAP}_g$
f		factor mérfico (factor de forma) para madera total del tronco, incluyendo la corteza. $\sqrt{\frac{d}{\pi} \cdot \frac{G}{N}}$	f

(34) INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS. The standardization of symbols in forest measurement. Maine, Agricultural Experiment Station, 1959. 32 p. Technical Bulletin Nº 150.

E	(m <sup>2</sup> )	área basal individual, a la altura del pecho	AB
$\bar{E}$	(m <sup>2</sup> )	área basal del árbol medio de un rodal, o sea G/N	$\bar{AB}$
G	(m <sup>2</sup> /ha)	área basal por hectárea	AB
h	(m)	altura total de un árbol	Alt.
$\bar{h}$	(m)	altura media de un rodal	$\bar{Alt.}$
$h_{100}$	(m)	altura media de los 100 árboles de mayor diámetro por hectárea	Alt. <sub>dom.</sub>
$i_d$	(cm/año)	incremento del diámetro de un solo árbol en un año	-
$\bar{i}_d$	(cm/año)	incremento medio anual del diámetro en un rodal	ID
$i_h$	(m/año)	incremento de la altura total de un solo árbol en un año	-
$\bar{i}_h$	(m/año)	incremento medio anual de la altura de un rodal	IA
I.M.A.	(m <sup>3</sup> /ha/año)	incremento medio anual de volumen de madera del tronco, por hectárea	I.M.A.
n	(árbo./parc.)	número de árboles por parcela	N
N	(árbo./ha)	número de árboles por hectárea	N
SI	-	Índice de densidad según HUNT-BECKING: $\left(\frac{a}{h_{100}}\right) \cdot 1001$	SI
sc	-	sin certeza	S.C.



t	(años)	edad	t
v	(m <sup>3</sup> )	volumen de madera del tronco de un solo árbol	V
V	(m <sup>3</sup> /ha)	volumen de madera del tronco per hectárea	V

NOTAS:

- 1.- Para expresar cifras se ha usado una coma para separar unidades de fracciones y un espacio para separar miles y múltiples de miles de las unidades. Así sesenta y dos mil con cuatro centésimos se escribirá:

62 000,04

- 2.- Todas las mediciones dendrométricas son expresadas "con corteza" a menos que se especifique expresamente otra modalidad.

## 2. EL CATIE

### 2.1. ORIGEN Y OBJETIVOS

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, fue creado el 12 de enero de 1973 como una Asociación Civil, sin fines de lucro, autónoma, con carácter científico y educacional para promover, realizar y estimular la investigación a distintos niveles en los campos agrícola, forestal y pecuario. Se estableció en los terrenos ocupados respectivamente desde 1942 por el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), el Centro de Enseñanza e Investigación (CEI) del IICA y el Centro Tropical de Enseñanza e Investigación (CTEI) del IICA. Los fundadores del CATIE fueron el IICA de la Organización de los Estados Americanos y el Gobierno de Costa Rica. El CATIE es un Centro Regional cuyos miembros hasta la fecha son el IICA, y los Gobiernos de Costa Rica, Panamá, Nicaragua y Honduras.

Los objetivos del Centro fueron definidos así (24):

- El CATIE propenderá, de acuerdo con las políticas nacionales, al aumento, mediante el uso racional de los recursos naturales, de la producción y productividad agrícola, pecuaria y forestal, particularmente de los agricultores de menores ingresos del Istmo Centroamericano, con el propósito de contribuir al mejoramiento de su nivel de vida;
- impulsará, en estrecha cooperación con las entidades nacionales, la investigación para obtener la tecnología adecuada y aplicable a nivel de la finca de los pequeños y medianos productores;
- promoverá, en coordinación con las entidades nacionales, la capacitación a diferentes niveles de personal profesional y técnico, encargado de la transferencia de tecnología apropiada para los pequeños y medianos productores; y

(24) FONSECA MARTINEZ, S. Informe del Director del CATIE a la 17a. Reunión Anual de la Junta Directiva del IICA. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 37 p.

- colaborará con las entidades nacionales en la creación de modelos, donde se acelere el proceso de transferencia de la tecnología adecuada para aumentar la producción y productividad a nivel de finca pequeña.

## 2.2. RECURSOS DEL CATIE PARA LA INVESTIGACION Y LA ENSEÑANZA

Los terrenos del CATIE abarcan aproximadamente 1 050 hectáreas ubicadas en el Valle de Turrialba. La ubicación geográfica del Centro se indica en la fig. 2.2a. Además, el CATIE posee 150 hectáreas de plantaciones de cacao en las llanuras de la Vertiente Atlántica, en el sitio conocido como "La Lola".

Desde el 1º de enero 1978, el CATIE opera en base a cuatro programas fundamentales de investigación (Cultivos Anuales, Plantas Perennes, Producción Animal y Recursos Naturales Renovables), orientados hacia el desarrollo de tecnologías aplicables al ambiente socio-económico del pequeño y mediano agricultor de los trópicos americanos, así como hacia la capacitación de los profesionales responsables del desarrollo tecnológico de ese sector.

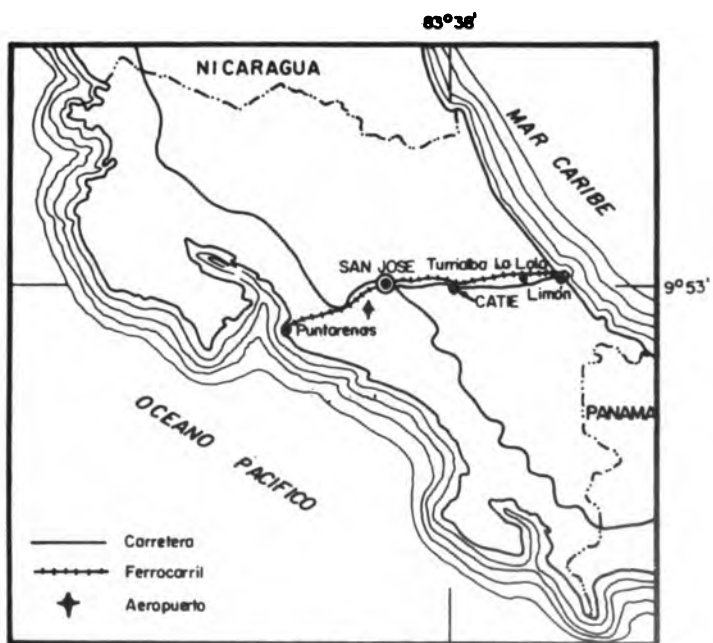
El CATIE dispone de una colección de germoplasma de cacao, con más de 300 clones provenientes de los países productores de este continente. Igualmente existe una colección de germoplasma de café con más de 1 200 introducciones provenientes de varios países del mundo. A través del Proyecto de Recursos Genéticos CATIE/GTZ se manejan colecciones vivas de la región que incluyen especies frutales tropicales, raíces y tubérculos tropicales y algunas especies forestales. Además existen colecciones de semillas de varias especies cultivadas en América Central.

La finca experimental ganadera dispone de 300 hectáreas de pastos. La población de ganado bovino es de aproximadamente 1 000 cabezas (Brahman Americano, Criollo, Charolais, Jersey, Romo Simuano, Santa Gertrudis), que constituyen los hatos de carne y leche. Además, posee instalaciones equipadas para el adecuado manejo de los animales y la crianza de terneros, una planta mezcladora de alimentos y una sala de ordeño mecánico.

La Biblioteca del Centro Interamericano de Documentación e Información Agrícola del IICA (IICA-CIDIA), es una unidad funcional dentro de los múltiples programas y actividades que desarrolla el IICA-CIDIA y tiene su sede en Turrialba. El IICA-CIDIA respalda ampliamente los diversos programas de investigación y enseñanza del CATIE. El acervo bibliográfico -especializado en ciencias agrícolas- que la Biblioteca pone a disposición de los técnicos y estudiantes del CATIE, está formado por más de 80 000 volúmenes, 3 000 títulos de publicaciones

periódicas, 110 títulos de índices bibliográficos y revistas de compendios, mapas y materiales audio-visuales. La Biblioteca del IICA-CIDIA está considerada como una de las mejores bibliotecas especializadas de América Latina.

Debido a su carácter de Biblioteca Depositaria de organizaciones internacionales e instituciones nacionales, adquiere regularmente -por canje o donación- un número considerable de publicaciones. A los investigadores, profesores y estudiantes, les brinda servicios de referencia y bibliografías, lo mismo que reproducción de documentos, mediante copias xerográficas o microformatos. Además, el IICA-CIDIA cuenta con equipo para lectura de microfichas y ofrece un permanente servicio de fotocopia.



**Fig 2.2a.: Ubicación geográfica del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica**

### 2.3. EL PROGRAMA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES DEL CATIE

Desde el año 1948 existió en Turrialba un programa empeñado en fomentar el mejor uso de los recursos forestales, inicialmente llamado "Servicio de Recursos Naturales Renovables". Como es comprensible, el énfasis en la investigación cambió mucho en el transcurso de los años, así como los presupuestos y el número de especialistas dedicados a diferentes actividades profesionales, aunque siempre desempeñó un papel primordial la producción forestal. Durante varios años, en la década de 1960-1969, hubo un apoyo considerable por parte de la FAO.

Desde el año 1951 llegaron al CATIE los primeros estudiantes graduados los que hasta la fecha ascienden a 226, entre ellos la mayoría para optar al grado de Magister además de estudiantes especiales. Más de 100 han obtenido su grado de Magister Scientiae (anteriormente llamado Magister Agriculturae) siendo uno de los requisitos, la presentación y aprobación de una tesis original de investigación. Las investigaciones de estudiantes graduados se realizan tanto en la zona de Turrialba como en otras partes de Costa Rica y en el extranjero. Algunos de los egresados han obtenido luego su doctorado y se les ha reconocido el título y los créditos acumulados en Turrialba. Desde 1973 el Programa de Posgrado opera bajo la dirección de la Universidad de Costa Rica con la cual el CATIE tiene un convenio al respecto. Actualmente el Programa de Recursos Naturales Renovables ofrece 14 cursos graduados además de cursos sobre problemas especiales, seminarios y conferencias especiales. Además se ofrecen ocasionalmente cursos cortos, talleres, seminarios móviles y mesas redondas, tanto en el CATIE como en otros sitios y países, sobre temas específicos; asimismo se ofrece adiestramiento en servicio.

Para la investigación, el Programa está estructurado en los proyectos siguientes:

- Producción de madera
- Técnicas agro-forestales
- Manejo de cuencas y áreas silvestres
- Además se da apoyo a la investigación realizada por el personal técnico de instituciones nacionales y a estudiantes graduados en sus ensayos de campo, por

medio de intercambio técnico institucional, de seminarios sobre investigación y el establecimiento de un experimento sobre el impacto de las técnicas agro-forestales en una cuenca piloto.

El proyecto de producción de madera es el más antiguo y de mayor volumen; se da énfasis a la evaluación de especies de rápido crecimiento para plantaciones, al manejo de bosques naturales primarios y secundarios, al mejoramiento genético a través de la propagación de variedades seleccionadas y al estudio de las características tecnológicas de maderas con miras a su mejor uso comercial.

El proyecto sobre técnicas agro-forestales estudia y desarrolla sistemas de cultivos integrados que combinen el componente forestal con el agrícola y/o ganadero.

El proyecto de manejo de cuencas y áreas silvestres se caracteriza por un enfoque a nivel macro, o, por lo menos, de cuenca. Incluye investigación básica y aplicada sobre recursos naturales y culturales, con miras principalmente a la elaboración de planes de manejo para parques nacionales, reservas biológicas y afines y cuencas hidrográficas.



## 2.4. FACTORES DEL SITIO EN LOS TERRENOS DE INVESTIGACION DEL CATIE EN TURRIALBA

### 2.4.1. El clima

En su mayor parte el Valle de Turrialba pertenece a la zona de vida llamada "bosque muy húmedo premontano" según la clasificación de Holdridge (31). Las características meteorológicas del Centro, así como su situación geográfica, son detalladas en el cuadro siguiente, y en la figura 2.4a. Se desprende de estos datos que durante todo el año, con excepción del mes de marzo, hay un excedente de lluvias. Esta situación causa muy serios problemas de proliferación de malezas y afecta la fertilidad de los suelos así como el drenaje, este último en las partes planas de la finca.

---

(31) HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 216 p. (Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34).

CUADRO 2.4A.: Resumen de datos meteorológicos del CATIE; promedios mensuales (13).

Meses	Temperatura media (°C)	Precipitación (mm)	Días con lluvia	Humedad relativa %	Brillo solar diario (horas)
enero	20,9	179,8	18,8	86,9	4,60
febrero	21,0	134,8	15,1	84,1	5,20
marzo	21,8	71,6	13,5	84,4	5,14
abril	22,4	129,0	14,9	84,6	5,00
mayo	22,8	218,5	23,1	86,7	4,76
junio	23,2	291,1	21,7	88,6	4,16
julio	22,8	284,3	25,5	90,0	3,68
agosto	22,8	243,6	24,4	88,8	4,30
setiembre	23,0	253,8	22,5	88,1	4,51
octubre	22,7	248,1	23,2	88,6	4,72
noviembre	22,2	280,1	22,7	89,3	4,26
diciembre	21,3	339,1	21,7	88,9	4,22
TOTAL		2 673,8	247,1		
Promedio	22,2			87,4	4,54

Período de observaciones: Temperatura 20 años  
 Precipitación 34 años  
 Humedad relativa 21 años  
 Brillo solar 20 años

Estación meteorológica del CATIE, Turrialba, Costa Rica (9°53' latitud Norte y 83°38' longitud Oeste. Elevación: 602 metros sobre el nivel del mar).

(13) CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Resumen de datos meteorológicos desde la iniciación de las observaciones hasta diciembre de 1977. Turrialba, Costa Rica, 1978. 1 p.

Período de observaciones : Temperatura : 20 años  
 Precipitación y Evaporación : 34 años

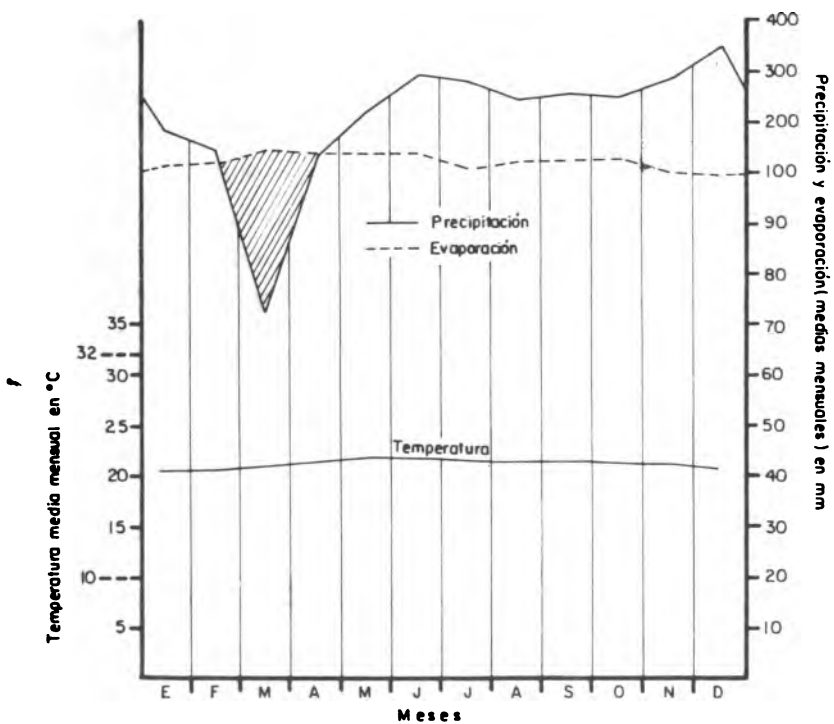


Fig. 2.4 a.: Diagrama del clima del CATIE.

#### 2.4.2. Los suelos (2)

Los terrenos del CATIE corresponden a tres asociaciones de suelos, que se diferencian por su origen. Toda el área central de la finca, que forma parte del Valle de Turrialba, representa una antigua cuenca fluvio-lacustre, sobre la cual se desarrollaron suelos aluviales caracterizados por un drenaje imperfecto. En esta asociación, que ocupa un 60% de la superficie de los terrenos del CATIE, se han identificado cuatro series (Reventazón, Juray, Instituto y La Margot), consideradas de fertilidad mediana. Dependiendo de las series y las fases identificadas, la textura de estos suelos puede variar entre franca, franca arcillosa y aún arcillosa.

Toda la parte oeste de la finca, en las pendientes localizadas hacia la población de Florencia, pertenece a una asociación de origen volcánico, con suelos rojos, parcialmente laterizados, desarrollados sobre lava.

Las dos series identificadas en esta asociación (Colorado y Birrisito) cubren aproximadamente 28% de la finca del CATIE y se caracterizan por una textura arcillosa, un drenaje moderado, bueno o excesivo y una fertilidad mediana a baja.

La tercera asociación (Miscelaneo) comprende todos los suelos de las laderas de los ríos Reventazón, Turrialba y de sus afluentes. Estos suelos se han desarrollado directamente sobre material volcánico viejo, pero por el relieve, que es muy escarpado, son suelos superficiales con piedras y fragmentos rocosos en todo el perfil, y, además, presentan un peligro de erosión muy pronunciado.

Los experimentos forestales descritos en esta guía se encuentran en su mayoría en las dos últimas asociaciones o en las fases pantanosas de la asociación fluvio-lacustre.

---

(2) AGUIRRE A., V. Estudio de los suelos del Area del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1971. 138 p.

### 3. SELECCION, INTRODUCCION Y ESTUDIO DEL COMPORTAMIENTO DE ESPECIES

En un centro de investigación como lo fue el IICA en Turrialba de 1942 a 1973 (y desde entonces lo que es hoy el CATIE), es comprensible que haya continuamente introducciones de especies con miras a observar su comportamiento y promover su eventual divulgación. De hecho esto ocurrió en Turrialba y existen más de 250 introducciones, de las cuales unas 20 se han plantado a mayor escala después que las observaciones iniciales se revelaron alentadoras. Algunas de las introducciones como el Pinus caribaea y el Eucalyptus deglupta constituyen hoy sendos éxitos, no sólo en el Valle de Turrialba, donde no se conocían antes, sino en Costa Rica en general, gracias a su comportamiento en parcelas experimentales. Aún las parcelas con especies nativas como Cordia alliodora, plantadas desde 1949, o cuya regeneración en rastrojos fue favorecida desde 1952, han sido demostraciones de lo que es posible lograr a través de la aplicación de técnicas silviculturales, conociéndose hoy bastante bien su crecimiento y su comportamiento. Muchas introducciones desde luego han demostrado ser fracasos y estas experiencias negativas también son relevantes ya que pueden evitar errores futuros.

Además de árboles "forestales" se han introducido numerosos árboles ornamentales, frutales, medicinales y para otros propósitos que no es la madera primordialmente (corteza, savia, bálsamo, palmito, etc.). Entre estos se destacan las palmeras, oriundas de diferentes partes del mundo, especialmente del sureste de Asia. Estas introducciones están en su mayoría bajo el control del Proyecto de Recursos Genéticos que mantiene un registro de su posición, fenología y otros datos respecto a su comportamiento.

Entre algunos árboles hoy usados principalmente como ornamentales pero con valor para eventuales plantaciones caben citar los siguientes, cuya posición se encuentra parcialmente marcada en las figs. 1.2a. y 3.1a.:

Especie:	Origen:	Fecha plantación:	Lugar:
<u>Cavanillesia platanifolia</u>	Panamá	1947	Casa colonial N° 2
	Panamá	1947	Cabiria
<u>Hymenaea courbaril</u>	Costa Rica	1950	Frente casa del café
<u>Myroxylon balsamum</u>	El Salvador	1948	Plantas medicinales Cabiria
<u>Peltogyne purpurea</u>	Costa Rica	1962	Casa 1960 N° 9
<u>Pinus strobus chiapensis</u>	México	1961	Casa colonial N° 5
	México	1961	Casa 1960 N° 9
<u>Schizolobium parahybum</u>	Costa Rica	1965	Cerca edificio principal y Oficinas Programa Cultivos.

Las experiencias que se relatan a continuación en los párrafos que siguen fueron todas el fruto de la iniciativa de expertos del Programa de Recursos Naturales Renovables durante los últimos 33 años. Las primeras introducciones se hicieron en 1946, especialmente con algunas especies nativas consideradas de gran valor maderable, notablemente caoba, Swietenia macrophylla, cedro, Cedrela odorata y laurel, Cordia alliodora, plantados en la Hulera (ver fig. 1.2a.); pochote, Bombacopsis quinatum, cocobolo, Dalbergia tucurensis procedente de Belize y espavel, Anacardium excelsum, fueron también introducidos en las inmediaciones del Centro.

En 1950 se hicieron las primeras introducciones en el Arboretum y se continuó en años subsiguientes hasta incluir más de 70 especies. También y notablemente desde 1964 se establecieron parcelas experimentales en varios sitios de la finca, llegando a sumar más de 200 especies forestales, siempre con el objeto de estudiar su adaptabilidad y su comportamiento bajo varios tratamientos silviculturales.

Asimismo se probaron 19 coníferas a 1 100 m. de elevación, cerca de Juan Viñas, y más tarde se plantaron 9 procedencias de ciprés, Cupressus lusitanica, en varias regiones del país. Los primeros pinos se plantaron en 1960 y los Eucalyptus deglupta en 1965 (aún cuando había varios árboles de esta especie, de relativamente mala forma, en el

vecino ingenio de Florencia). En 1969 se introdujeron varias especies de Juglans de diferentes procedencias.

Todas las experiencias fueron el resultado de investigaciones realizadas por los miembros del personal profesional, así como los numerosos estudiantes graduados que desde 1951 han pasado por la Escuela de Posgrado. Al respecto hay numerosas publicaciones en revistas, folletos, tesis y material mimeografiado a las cuales se hace referencia. Asimismo, existen carpetas con registros detallados no publicados de las operaciones efectuadas y mediciones realizadas.

### 3.1. EL ARBORETUM

El Arboretum está situado a un lado del camino que va desde el quebrador de piedras hacia Cabiria (fig. 3.1a.). En este Arboretum se halla una colección impresionante de especies nativas de Costa Rica y de algunas especies exóticas.

#### 3.1.1. Historia

Se inició en los primeros años de la década 1950-1959 con la plantación de una serie de parcelas pequeñas inicialmente en grupos de 16 árboles (4 por 4). Se dejaron árboles intermediarios o "nodriza" de poró, Erythrina poeppigiana, los que a la postre se eliminaron. Entre las especies plantadas en esa década se encuentran Cordia alliodora del pacífico, Dalbergia tucurensis, Pentaclethra macroloba, Tabebuia rosea y Cedrela odorata. De 1956 a 1965 se acrecentó considerablemente el Arboretum, estableciendo nuevas parcelas y en los años siguientes se añadieron otras. Algunas especies no se adaptaron y, por lo tanto, las parcelas se eliminaron naturalmente. Hoy en día existen unas 60 especies diferentes de las 80 especies que se han plantado inicialmente.

Figura 3.1a.: Leyenda de las plantaciones.

Nº de Parcela	Especie
<u>PARCELAS EN "EL CLUB INTERNACIONAL"</u>	
1	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1968)
2	Plantación de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1968)
3	Plantación de <u>Anthocephalus cadamba</u> (1971)
4	Plantación de <u>Eucalyptus robusta</u> + <u>Toona ciliata</u> (1971)
5	Plantación de <u>Eucalyptus saligna</u> + <u>Pinus caribaea</u> (1966)

PARCELAS EN "LA ISLA"

6	Ensayo de adaptabilidad de 4 especies de <u>Juglans</u> (1969)
7	Ensayo de regeneración natural de <u>Cordia alliodora</u> (1949)
8	Cuatro árboles de <u>Cybistax donnell-smithii</u> (1949)
9	Plantación de <u>Dalbergia tucurensis</u> (1949)
10	Plantación de <u>Tabebuia chrysantha</u> (1949)
11	Plantación de <u>Cordia alliodora</u> (1949)
12	Plantación de <u>Cordia alliodora</u> (1959)
13	Plantación de <u>Anacardium excelsum</u> (1949)
14	Plantación de <u>Cedrela odorata</u> (1949)



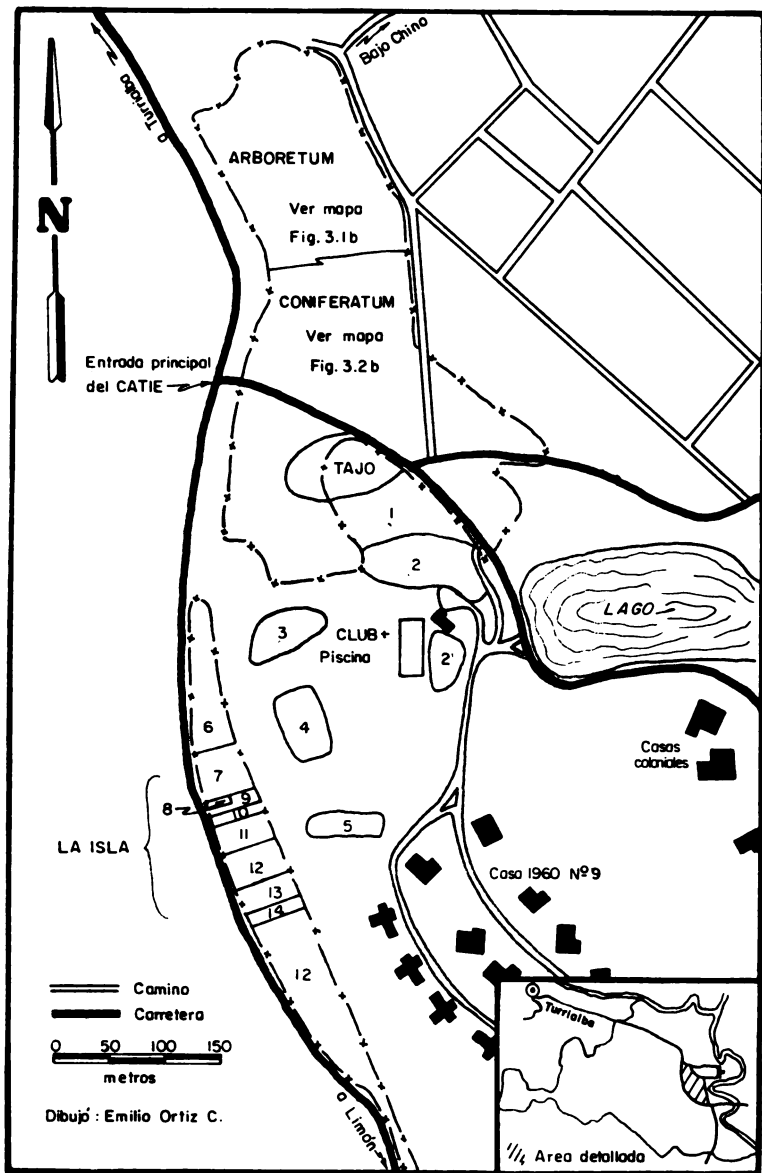


Fig. 3.1a.: Arboretum, Coniferatum, Isla y Club.  
Ubicación y principales plantaciones

### 3.1.2. Especies de interés particular

#### a) Especies nativas:

Se puede apreciar el buen desarrollo de Virola koschnyi, Simarouba amara y algunos ejemplares de Cordia alliodora y Carapa guianensis. Una especie típica de la Zona del Atlántico es Pentaclethra macroloba, que se caracteriza por su amplia copa, sus hojas bipinadas y la abundancia de flores blancas. Las especies procedentes de la Zona del Pacífico seco de Costa Rica son Bombacopsis quinatum y Tabebuia rosea.

#### b) Especies exóticas:

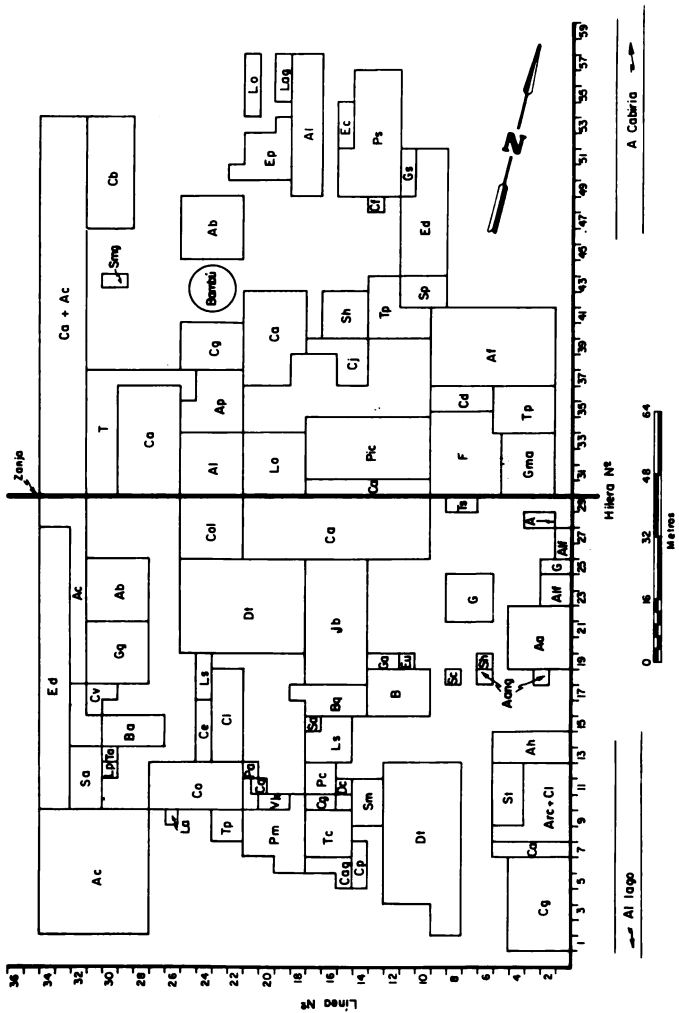
Las primeras especies exóticas plantadas en el Arboretum fueron Cupressus lusitanica, Casuarina equisetifolia en 1954, Araucaria araucana(\*) y Pinus caribaea var. hondurensis. Luego se plantó una parcela de Gmelina arborea en 1967. Paralelamente a la carretera CATIE-Turrialba se plantaron Eucalyptus deglupta y Anthocephalus cadamba en los años 1968 y 1969. Una parcela de Eucalyptus deglupta se encuentra en la parte norte, plantada también en el año 1968. De una parcela de Anthocephalus cadamba, plantada en 1968, se llegaron a recolectar semillas, sin embargo al 5º año de edad esta parcela fue atacada por un hongo de las raíces y en un año toda la parcela murió. En 1972 se agregó una parcela de Acrocarpus fraxinifolius. Después se rellenaron algunas áreas con Cupressus lusitanica, Araucaria cunninghamii, Araucaria hunsteinii, Araucaria excelsa y Grevillea robusta.

Con el mapa del Arboretum (fig. 3.1b.) y la leyenda correspondiente es posible localizar todas las especies que constituyen la colección actualmente (fines de 1978). Como puntos de referencia pueden tomarse las coordenadas (hilera/línea), ya que todas las hileras son indicadas en el terreno con postes numerados al lado del camino a Cabiria.

---

(\*) La semilla de Araucaria araucana se adquirió en el mercado de Concepción (Chile) donde se vende por la nuez comestible. Se introdujo como Araucaria araucana por ser la única Araucaria nativa de Chile. Posteriormente su crecimiento reveló que es más afín a A. angustifolia (syn. A. brasiliana). Es posible que la semilla sea importada en Chile y que provenga de Brazil ó Argentina.

Fig. 3.1b. MAPA DEL ARBORETUM  
 CATIE - TURRIALBA, COSTA RICA  
 SITUACION EN AGOSTO 1978



Leyenda para el mapa del Arboretum, fig. 3.1b. Situación de la colección en agosto 1978.

Clave Alfabética	Fecha de plantación, principales especies	Nombre Científico	Ubicación Hilera Nº/Línea Nº
Aa	7-1960	<u>Araucaria araucana</u> (posiblemente <u>A. angustifolia</u> ; ver nota en la página 28)	19-22/1-5
Aang		<u>Araucaria angustifolia</u>	18/3; 18/6
Ab	12-1962	<u>Amyris barbata</u>	22-26/27-31; 45-49/21-25
Ac	1967; 1972	<u>Anthocephalus cadamba</u>	2-10/27-34; 18-54/31-34
Af	1972	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>	37-42/1-9
Ah		<u>Araucaria humsteinii</u>	13-15/1-5
Ai	12-1962	<u>Andira inermis</u>	30-34/21-25
Al		<u>Albizia longepedata</u>	49-58/16-18
Alf		<u>Albizia falcata</u>	23-25/1-2; 26-29/1-3
Ap	1962	<u>Apeiba aspera</u>	34-38/21-25
Arc		<u>Araucaria cunninghamii</u>	8-13/1-5
B		<u>Bauhinia</u> sp.	16-19/9-13
Ba	5-1972	<u>Brosimum alicastrum</u>	14-16/26-30
Bq	1959	<u>Bombacopsis quinatum</u>	16-18/13-18
Ca	1960	<u>Cordia alliodora</u>	7-8/1-5; 11-12/21; 26-31/9-21; 30-37/25-29; 30-54/31-34; 37-43/17-21
Cag		<u>Cassia grandis</u>	5-7/14-17
Cb		<u>Calophyllum brasiliense</u>	47-54/28-31

Cd		<u>Cybistax donnell-smithii</u>	35-37/5-9
Ce	5-1954	<u>Casuarina equisetifolia</u>	13-17/23-24
Cf		<u>Cassia fistula</u>	48/13
Cg	1966; 1972	<u>Carapa guianensis</u>	1-7/1-4; 10/ 15-17; 38-41/ 21-25
Cj		<u>Cryptomeria japonica</u>	37-40/13-17
Cl		<u>Cupressus lusitanica</u>	8-13/1-5; 13-19/ 21-23
Co	1957; 1960	<u>Cedrela odorata</u>	10-13/21-27
Col	6-1962	<u>Colubrina ferruginosa</u>	26-30/21-25
Cp	1960	<u>Coumarouna panamensis</u>	5-8/14
Cv		<u>Cochlospermum vitifolium</u>	16-18/29-31
Dc		<u>Dipterodendron costaricensis</u>	11/15
Dt		<u>Dalbergia tucurensis</u>	2-13/7-12; 19-26/ 17-25
Ec		<u>Enterolobium cyclocarpum</u>	52-55/14
Ed	1968	<u>Eucalyptus deglupta</u>	10-28/32-34; 44-52/8-11
Ep		<u>Erythrina poeppigiana</u>	50-54/18-22
E		<u>Eugenia sp.</u>	19/11
F		Flacourtiaceae	30-35/5-9
G		<u>Grevillea robusta</u>	22-25/5-8; 25/1-2
Ga		<u>Genipa americana</u>	19/11-13
Gg	12-1962	<u>Guarea chichon</u>	18-22/27-31
Gma	3-1967	<u>Gmelina arborea</u>	30-34/2-5
Gs		<u>Gliricidia sepium</u>	49-52/11
Jb		<u>Juglans boliviana</u>	18-26/13-17
La		<u>Licania arborea</u>	9/26
Lag		<u>Lacistema aggregatum</u>	55-58/19
Lo	12-1962	<u>Lonchocarpus salvadorensis</u>	30-34/17-21; 54-58/20

Lp		<u>Laetia procera</u>	12/30
Ls		<u>Liquidambar styraciflua</u>	13-16/14-17; 17-20/24
Pa		<u>Pachira aquatica</u>	12/21
Pc		<u>Prioria copaifera</u>	11-13/15-17
Pic	11-1960	<u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	31-35/9-17
Pm	1960	<u>Pentaclethra macroloba</u>	6-11/17-21
Ps		<u>Pithecolobium saman</u>	49-57/11-15
Sa		<u>Simarouba amara</u>	10-14/30-32; 15/16
Sc		<u>Swietenia candollei</u>	18/8
Sh		<u>Swietenia humilis</u>	19/6; 40-43/13-16
Sm		<u>Swietenia macrophylla</u>	9-12/12-14
Smg		<u>Swietenia mahagoni</u>	43/29-30
Sp		<u>Schizolobium parahybum</u>	42-44/8-11
St		<u>Styrax</u> sp.	9-13/3-5
T		<u>Terminalia</u> sp.	30-38/24-31
Ta		<u>Triplaris melaenodendron</u>	13/30
Tc	1956	<u>Tabebuia chrysantha</u>	7-10/14-17
Tp		<u>Tabebuia rosea</u>	8-10/21-23; 34-37/2-5; 40-44/9-13
Ts		<u>Tecoma stans</u>	29/6-8
Vk	1959;1960	<u>Virola koschnyi</u>	10/18-20

Las parcelas que no prosperaron del Arboretum y que, por lo tanto, desaparecieron del sitio, estaban compuestas por las siguientes especies:

<u>Alnus acuminata</u>	<u>Fraxinus</u> sp.
<u>Araucaria excelsa</u>	<u>Licania platypus</u>
<u>Astronium graveolens</u>	<u>Melia azedarach</u>
<u>Delonix regia</u>	<u>Nectandra coriacea</u>
<u>Eucalyptus camaldulensis</u>	<u>Persea caerulea</u>

Pongamia glabra  
Taxodium mucronatum  
Vismia ferruginea

Widdringtonia cupressoides  
Widdringtonia juniperoides  
Widdringtonia schwarzii

### 3.1.3. Datos de crecimiento de Pinus caribaea y Gmelina arborea

De las especies exóticas, Pinus caribaea var. hondurensis (hilera 31-35/línea 9-17), plantado en 1960, mostró tan buen desarrollo que se decidió tomar mediciones. Originalmente la parcela tenía 32 árboles con un espaciamiento de 3,9 x 3,9 metros. La semilla procedía de Poptún, Guatemala. Al inicio la plantación creció bajo sombra de poró, Erythrina poeppigiana; esta sombra fue eliminada después. Debido al amplio espaciamiento del pino y al espacio dejado por el corte de poró, no fue necesario raleo la parcela durante sus primeros diez años. En la figura 3.1c. se ve la parcela a 19 años de edad. El crecimiento promedio de todos los árboles residuales se representa en el cuadro 3.1A.

CUADRO N° 3.1A.: Datos de mediciones de Pinus caribaea var. hondurensis, plantado en noviembre de 1960, en el Arboretum, CATIE, Turrialba. Espaciamiento inicial 3,9 x 3,9 m.

Fecha de medición t (años)	1962 2	1966 6	1968 8	1970 10	1978 18	1978* 18
N° árboles/parcela	32	28	26	26	26	12
N (árboles/ha.)	656	574	533	533	533	656
$\bar{d}$ c.c. (cm.)	----	15,6	20,7	25,0	34,2	29,9
$\bar{h}$ (m.)	2,54	----	----	18,2	25,3	25,6
G (m <sup>2</sup> /ha.)	----	10,0	18,9	26,2	51,04	47,72
$\bar{I}_d$ (cm/año)	----	2,5	2,5	2,5	1,95	1,71
$\bar{I}_h$ (m/año)	1,27	----	----	1,8	1,45	1,5

(\*) Sin tomar en cuenta los árboles de borde.

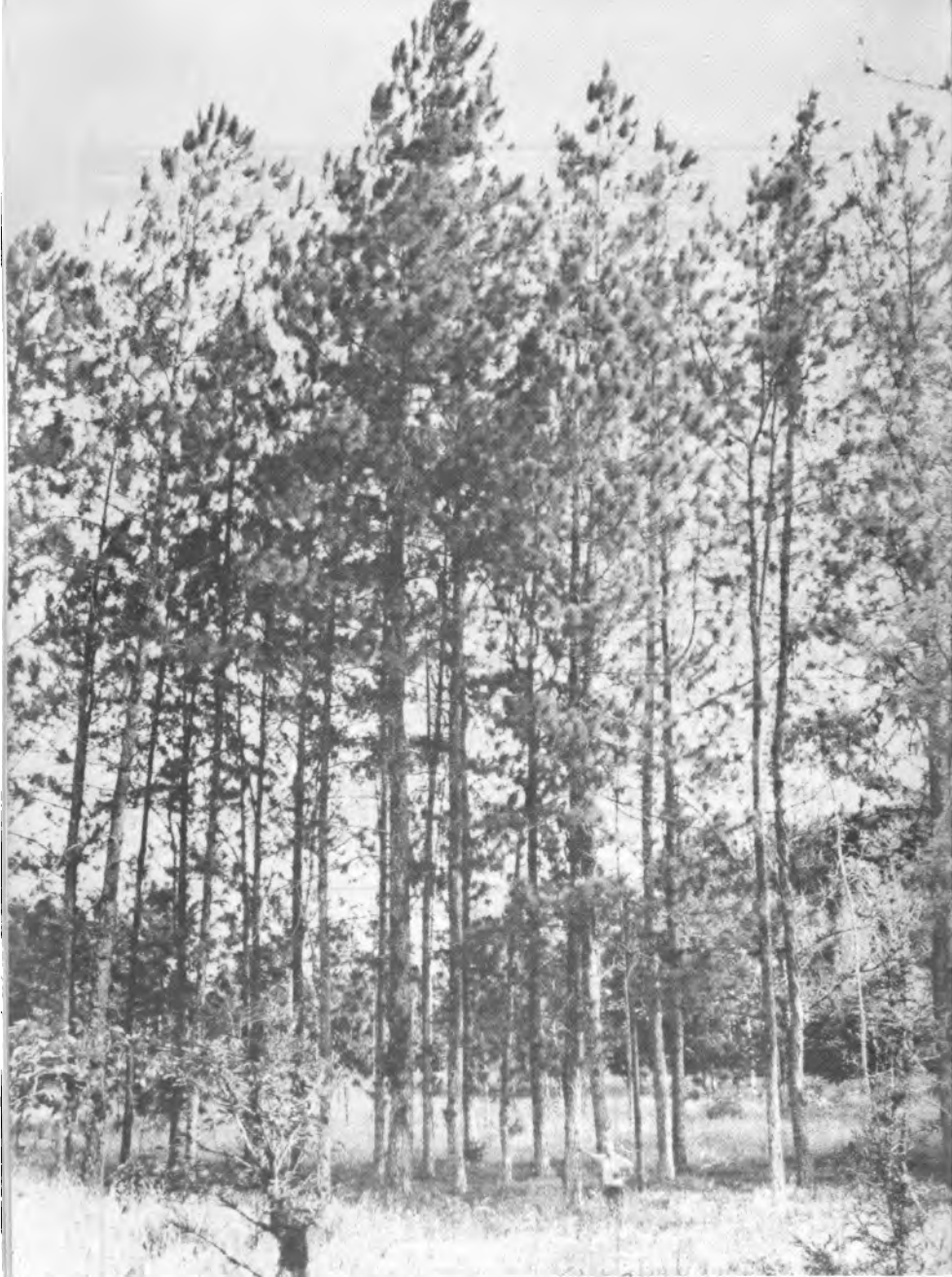


Figura 3.1c.: El primer rodal de *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, plantado en 1960 con micorriza, a 19 años de edad (1979). Arboretum, CATIE, Turrialba.



La parcela de Gmelina arborea (hilera 30-34/línea 2-5) fue plantada en marzo de 1967 con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m. aproximadamente, en 5 líneas de 6 árboles cada una. En el cuadro N° 3.1B. se presentan los datos de la medición hecha en agosto de 1978.

CUADRO N° 3.1B.: Datos de crecimiento de Gmelina arborea plantado en marzo de 1967, en el Arboretum, CATIE, Turrialba. Espaciamiento inicial 2,5 x 2,5 m. t= 11 años (1978).

	Parcela completa	Parcela neta*
N° árboles/parcela	30	12
N (árboles/ha.)	1 600	1 600
$\bar{d}$ c.c. (cm.)	28,4	20,45
$\bar{h}$ (m.)	16,9	16,3
G (m <sup>2</sup> /ha.)	118,7	59,2
$\bar{I}_d$ (cm/año)	2,6	1,9
$\bar{I}_h$ (m/año)	1,54	1,5

(\*) Sin tomar en cuenta los árboles de la orilla, eliminando así parte de la alta influencia de borde debido al carácter heliófito de la especie.

### 3.2. CONIFERATUM

#### 3.2.1. Historia

Una de las características deseables de las especies de coníferas es que generalmente no son muy exigentes en cuanto a suelos y, además, muestran muy a menudo una gran plasticidad ecológica. El hecho de que no existen coníferas indígenas en el Valle de Turrialba no significa que no pueden desarrollarse bien bajo las condiciones locales. Al final de la década 1950-1959 se formuló un proyecto de introducción de especies de coníferas en Turrialba para determinar cuáles de éstas se adaptarían a esta zona. Fueron seleccionadas unas 18 especies tanto de Centroamérica como de México, Estados Unidos, Indonesia y Asia Oriental.

La introducción de especies de coníferas empezó con la plantación de dos arbolitos de unos 15 cm. de altura de Pinus oocarpa, en una era donde estaban germinando semillas de Pinus caribaea, en el vivero forestal que se encontraba, en el año 1960, a pocos metros de la entrada principal del CATIE, a mano derecha entrando. Estos dos árboles, que fueron traídos desde Zamorano, Honduras, durante una gira de estudios de profesores y estudiantes forestales, sirvieron para inocular el vivero con micorriza, estructura formada por hongos que crecen en simbiosis sobre las raicillas de los pinos y de otras especies vegetales. Uno de los dos pinos importados murió; el otro siguió desarrollándose, llegando a ser un árbol de excelente forma, como se puede apreciar en la figura 3.2a. y que alcanza a los 18 años (agosto 1978) 50 cm. de diámetro a la altura del pecho y 35,2 metros de altura.

#### 3.2.2. Ensayos

Gracias a la inoculación inicial con micorriza se desarrollaron rápidamente varias especies de pinos traídos de México y del norte de Centroamérica, ó compradas a casas comerciales. En el año 1961 se inició la plantación en el Coniferatum de varias especies que se presentan en el cuadro 3.2A. Luego, en el año 1962, se plantaron parcelas con Pinus tenuifolia, Pinus taiwanensis, Pinus greggii, Pinus kesiya, Pinus



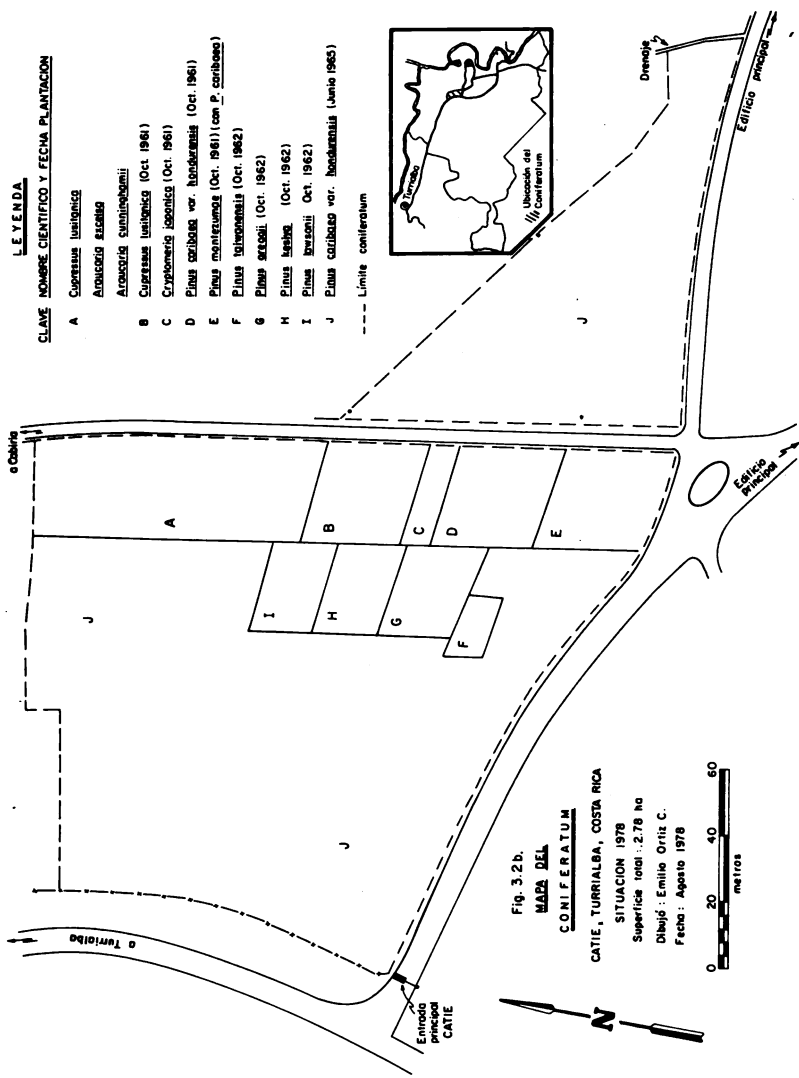
Figura 3.2a.: Pinus oocarpa; el pino que trajo la micorriza al vivero en 1960. Aquí a los 18 años de edad (1978). Entrada Principal del CATIE, Turrialba.

lawsoni, Pinus pseudostrobus, Pinus strobus var. chiapensis y una parcela con una mezcla de estas especies. El terreno donde se realizaron las plantaciones estaba anteriormente bajo una cobertura de zacate alto y caña de azúcar. Con el fin de mejorar el drenaje se excavaron algunas zanjas en el año 1962.

CUADRO 3.2A.: Especies plantadas en el Coniferatum en 1961 y 1962, con un espaciamiento de 2 x 2 m. CATIE, Turrialba.

Fecha	Especie	Nº de plantas
Octubre 1961	<u>Pinus montezumae</u>	225
	<u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	225
	<u>Cryptomeria japonica</u>	75
	<u>Cupressus lusitanica</u>	225
	<u>Pinus radiata</u>	225
Julio 1962	<u>Pinus patula</u>	225
	<u>Taxodium mucronatum</u>	225
	<u>Pinus douglasiana</u>	225
Setiembre 1962	<u>Pinus merkusii</u>	75
Octubre 1962	<u>Pinus oocarpa</u>	75
	<u>Pinus michoacana</u>	

El desarrollo de las especies fue muy variable. Mientras que P. montezumae creció de una manera lenta pero satisfactoria, P. caribaea y Cupressus lusitanica mostraron un buen desarrollo. Después de algunos años se temía perder la parcela de Cupressus porque su color se cambiaba a amarillo y aún hasta café, pero después los árboles se recuperaron. Pinus patula tuvo mucho éxito en estado de plántula en vivero, pero una vez plantado en el campo murió rápidamente. No fue así con Pinus caribaea que se adaptó muy bien y, en



**LEYENDA**

**CLAVE NOMBRE CIENTIFICO Y FECHA PLANTACION**

- A *Cupressus lusitanica*
  - ALVARADO REYES
  - ALVARADO SANTIQUENAMI
  - B *Cupressus lusitanica* (Oct. 1961)
  - C *Cryptomeria japonica* (Oct. 1961)
  - D *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Oct. 1961)
  - E *Pinus mitis* (Oct. 1961) (con *P. caribaea*)
  - F *Pinus torquata* (Oct. 1962)
  - G *Pinus strobus* (Oct. 1962)
  - H *Pinus laevis* (Oct. 1962)
  - I *Pinus lawsonii* (Oct. 1962)
  - J *Pinus caribaea* var. *hondurensis* (Junio 1963)
- Limite coniferarium

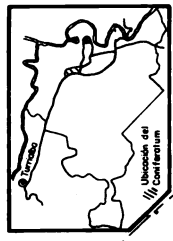


Fig. 3.2b.  
**MAPA DEL CONIFERARIUM**  
 CATIE, TURRIALBA, COSTA RICA  
 SITUACION 1978  
 Superficie total : 2.78 ha  
 Dibujó : Emilio Ortiz C.  
 Fecha : Agosto 1978

0 20 40 60 metros

1965, se decidió eliminar la parcela de P. patula y extender el Coniferatum con una plantación pura de Pinus caribaea a ambos lados del camino hacia Cabiria.

Actualmente pueden todavía observarse las especies siguientes del Coniferatum inicial (estas especies están identificadas con rótulos en el campo; ver fig. 3.2b.): 11 árboles de Pinus montezumae, parcelas de P. caribaea var. hondurensis (raleadas en 1978), la parcela de Cupressus lusitanica y algunos árboles de Cryptomeria japonica, Pinus oocarpa y P. michoacana. En el interior del Coniferatum, detrás de las parcelas de P. caribaea y Cupressus lusitanica, se hallan algunos árboles de P. taiwanensis, una parcela de P. greggii, una parcela de P. kesiya y algunos árboles de P. lawsoni.

### 3.2.3. Mediciones

Dentro de la plantación de Pinus caribaea var. hondurensis plantada en junio de 1965, se estableció una parcela permanente de mediciones de 0,1 ha. En el año 1977 estos árboles tenían muy poco diámetro en relación con su altura total, resultando en la caída de los árboles más delgados. Se decidió efectuar un raleo ligero con el fin de observar el comportamiento del rodal residual. En el transcurso de algunos meses, después de haber efectuado el raleo, se doblaron más árboles delgados, los cuales se eliminaron en seguida (fig. 3.2c.).

En el mes de julio de 1978, la Compañía "Celulosa de Turrialba S.A.", necesitaba más de 60 toneladas de madera de pino para probar su astilladora. Para suplir esta necesidad se decidió vender a la Compañía el producto del segundo raleo en la plantación de P. caribaea var. hondurensis del Coniferatum. En el cuadro 3.2B. se encuentran algunos datos del crecimiento de esta especie prometedora dentro de la parcela permanente (57).

---

(57) REYNA, N. Análisis del incremento de madera y estudio de la mancha azul en Pinus caribaea var. hondurensis BARR. y GOLF. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1978. 128 p.

CUADRO 3. 2B.: *Pinus caribaea* var. *hondurensis* procedencia Belize, plantado en 1965. Datos de mediciones de 1977 y 1978 en la parcela permanente (0,1 ha.) en el Coniferatum del CATIE, Turrialba.

Fecha de medición	N (árbs./ha.)	$\bar{d}$ (cm.)	G (m <sup>2</sup> /ha.)	$\bar{h}$ (m.)	V* (m <sup>3</sup> /ha.)	V* Vol. extraído (m <sup>3</sup> /ha.)	V* Vol. acumulado (m <sup>3</sup> /ha.)	I.M.A.* (m <sup>3</sup> /ha./año)	S%
Mayo 1977 (t= 12 años antes 1er. raleo).	1 360	20,7	45,6	22,0	482,0	-----	482,0	-----	11,8
Mayo 1977 (t= 12 años después 1er. raleo).	760	23,5	33,3	23,5	367,8	114,2	482,0	40,5	15,8
Agosto 1978 (t= 13 años después 2do. raleo).	510	25,5	26,8	25,2	317,1	90,4	521,7	39,8	17,2

(\*) Volumen con corteza (se considera que la corteza ocupa aproximadamente el 23% del volumen).  
Factor de forma  $f = 0,47$ .



Figura 3.2c.: *Pinus caribaea* var. *hondurensis* plantado en 1965, entre el primer y el segundo raleo, a los 13 años de edad; nótese la caída de los árboles delgados antes del segundo raleo. Coniferatum del CATIE, Turrialba (1978).



### 3.3. LA ISLA Y EL AREA DEL CLUB INTERNACIONAL

Al sur de la entrada principal del CATIE se encuentra La Isla, una franja de terreno entre la carretera hacia Siquirres y el antiguo ferrocarril al Ingenio de Florencia (fig. 3.1a). En este terreno se realizaron en el año 1949 los primeros ensayos con la plantación de parcelas y el manejo de especies forestales nativas, tanto de la zona seca de Costa Rica como de la húmeda. El suelo es arcillo-arenoso, medianamente permeable en la capa superior pero con drenaje imperfecto en el subsuelo. Una capa compacta limita la penetración profunda de las raíces. Estas características aparentemente influyeron considerablemente en el crecimiento de los árboles.

#### 3.3.1. Plantación de 1949

En este año se plantaron de Norte a Sur parcelas de seis especies diferentes. Existen datos de mediciones del diámetro promedio para cada especie, tomados durante varios años y de los cuales se presenta un resumen en el cuadro 3.3A.

CUADRO 3.3A.: Datos de mediciones tomados en 1963 y 1967 del diámetro de 6 especies plantadas en 1949 en La Isla, CATIE, Turrialba.

Año de medición Edad t	1963 14 años		1967 18 años	
	n (Nº de árboles)	$\bar{d}$ (cm)	n (Nº de árboles)	$\bar{d}$ (cm)
<u>Anacardium excelsum</u>	36	18,7	36	18,8
<u>Cedrela odorata</u>	19	15,3	abandonado	
<u>Cordia alliodora</u>	22*	20,1	22	22,0
<u>Cybistax donnell-smithii</u>	4	15,6	4	18,7
<u>Dalbergia tucurensis</u>	33	13,8	31	16,3
<u>Tabebuia chrysantha</u>	19	10,1	18	11,0

\*medición del 3/1965

De las seis especies plantadas, Cordia alliodora (fig. 3.1a.; parcela 11) tuvo mayor desarrollo, como se puede apreciar en la figura 3.3a. Esta especie produce una madera muy apreciada en el trópico americano. El árbol se conoce también con los nombres vulgares de laurel (América Central y Ecuador), pardillo (Venezuela), canaleta (Colombia) y freijó (Brasil). Debido al interés que existe en el crecimiento de Cordia alliodora en plantaciones, se presentan en detalle los datos de mediciones del rodal a 21 y 29 años de edad, tomados respectivamente en 1970 y 1978 (cuadro 3.3B.)

CUADRO 3.3B.: Datos de crecimiento de Cordia alliodora plantados en 1949 en "La Isla", CATIE, Turrialba.

Año de medición		1970	1978
t = años de edad		21	29
Superficie considerada	(m <sup>2</sup> )	306	306
n	(Nº de árboles)	19	19
$\bar{d}$	(cm)	23,4	25,1
$\bar{h}$	(m)	21,0	22,0
G	(m <sup>2</sup> /ha)	28,2	32,6
V	Volumen en pie (m <sup>3</sup> /ha)*	290	351
I.M.A.	(m <sup>3</sup> /ha/año)	13,8	12,1

\* Volumen basado en  $V = G \times \bar{h} \times f$  donde  $f = 0,49$ ; resultado de la cubicación de un árbol en 1977 (con corteza, sin ramas, hasta diámetro cero).

### 3.3.2. Regeneración natural de Cordia alliodora

Al norte de las parcelas anteriormente mencionadas y dentro del área de "La Isla" se encuentra un sector con regeneración natural de Cordia alliodora (fig. 3.1a.; parcela 7). En el año 1952 existía aquí un potrero abandonado que estaba siendo invadido por rastrojo. Había abundante regeneración natural de laurel de hasta unos tres metros de altura. Desde entonces se han hecho limpiezas favoreciendo los



**Figura 3.3a.:** El primer rodal de *Cordia alliodora*, plantado en 1949, a 20 años de edad (1979). La Isla, CATIE, Turrialba.

arbolitos de esta especie, cortando los bejucos y arbustos competidores y desde el año 1954 cada árbol fue medido anualmente en una parcela de  $405 \text{ m}^2$  (1/10 de acre). Originalmente el número de árboles era 86 pero, debido a raleos y cortes individuales, este número se ha reducido paulatinamente a 12 en el año 1978.

El crecimiento de los árboles en esta parcela se presenta en la figura 3.3b. El crecimiento inicial en diámetro indicado por la curva, se ha mantenido alto con un promedio de  $2,1 \text{ cm/año}$  hasta el año 1959. Este fenómeno se debe al carácter pionero de la especie y a los frecuentes raleos que eliminaron los árboles indeseables. Después del año 1959, el área basal incrementó con  $1,5 \text{ m}^2/\text{ha}$  anualmente hasta 1963. Los raleos mantuvieron el área basal casi constante hasta 1967. Los últimos diez años el incremento del área basal se redujo a  $0,5 \text{ m}^2/\text{ha}$  anualmente.

A mayor edad, después de los quince años, el crecimiento diámetro siguió con un incremento de  $0,6 \text{ cm/año}$ . Este ritmo de crecimiento está reflejado también en el análisis del fuste de un árbol realizado en el año 1977 en esta parcela. (fig. 3.3c)

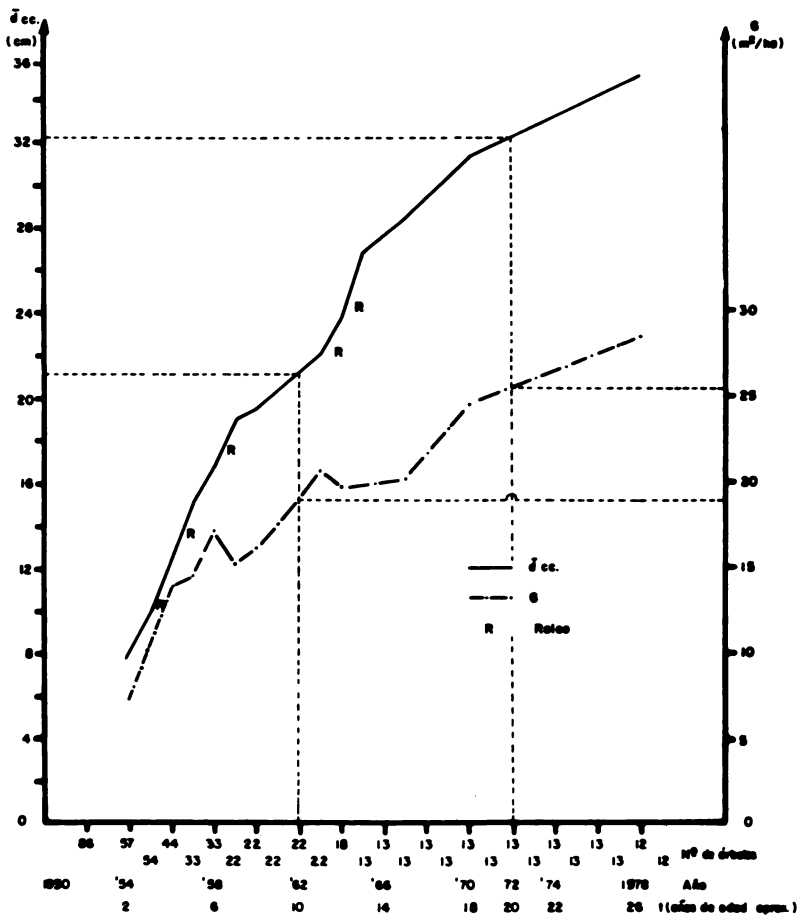


Fig. 3.3 la.: Diámetro promedio y área basal / ha de *Cordia alliodora* en una parcela de regeneración natural de 405 m<sup>2</sup>, período 1954 - 1978, en La Isla, CATE, Terribles.

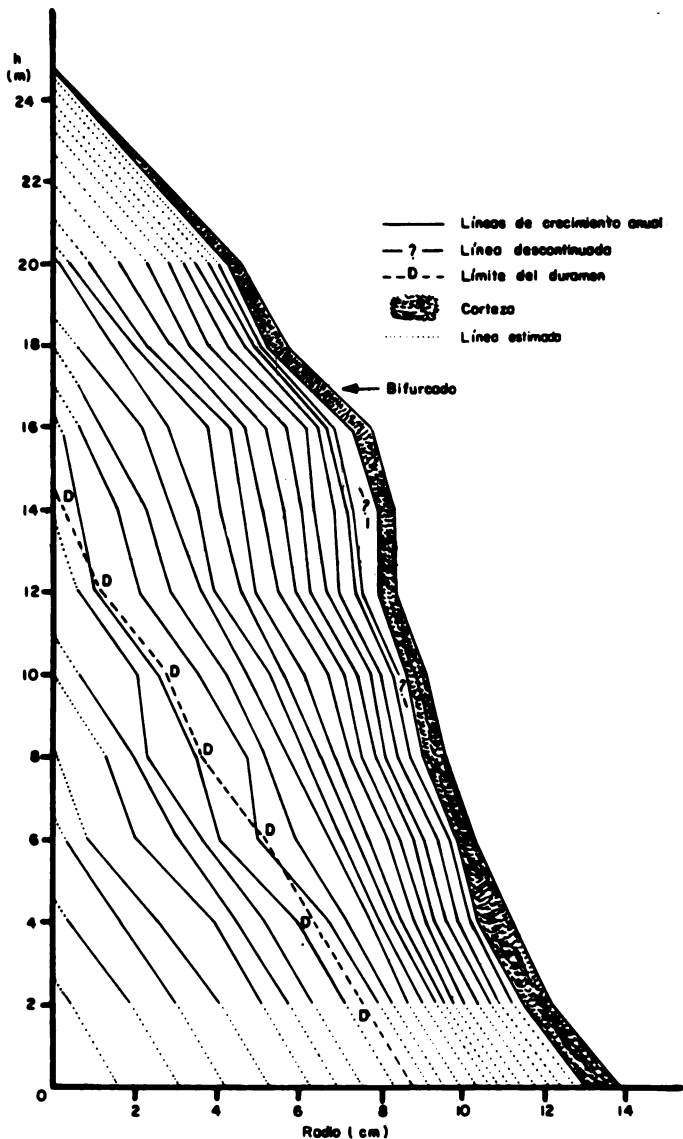


Fig. 3.3c.: Análisis por secciones de 2m del fuste de un árbol de Cordia alliodora de regeneración natural con  $d=25,6$  cm, en "La Isla", CATIE, Turrialba. Edad aprox. 25 años

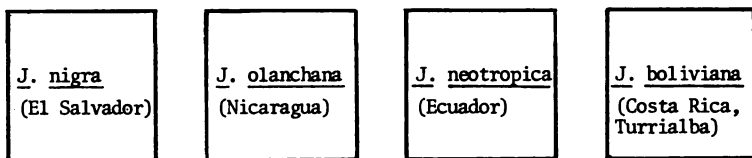
### 3.3.3. Plantación de *Cordia alliodora* 1959

Esta plantación se sitúa al Norte y al Sur de las parcelas de espavel (*Anacardium excelsum*) y de *Cedrela odorata* (fig. 3.1a.; parcelas 12 y 13). En la actualidad se encuentra en mal estado, como se desprende de los resultados de mediciones siguientes hechos a 19 años de edad en 1978. En la parte de la plantación al sur de los cedros, el diámetro todavía es aceptable con un promedio de 20,4 cm a los 19 años, pero el número de árboles por hectárea solamente es de 233, debido a numerosos cortes experimentales. La parte de la plantación situada al norte de la parcela de los espaveles tenía a los 19 años un diámetro de 15,8 cm con 1 160 árboles/hectárea; situación esta que sugiere la necesidad de un raleo.

### 3.3.4. Ensayo de 4 especies de *Juglans*

En la parte norte de La Isla se encuentra un ensayo de *Juglans* spp. establecido con 4 especies en el año 1969. (fig. 3.1a.; parcela 6). Ensayos similares se hallan en Florencia Norte, (sub-capítulo 3.9.), Bajo San Lucas (sub-capítulo 3.5) y Bajo Chino (sub-capítulo 3.4).

La madera producida por árboles del género *Juglans* se considera, normalmente, de alto valor. Sin embargo la madera de las especies de *Juglans* que crecen en Costa Rica tiene una baja densidad y tiende a rajarse durante el secado. Es posible que las características de la madera se mejoren al aumentar la edad. Ya existían unos pocos árboles de *Juglans* plantados en 1963 en Turrialba (La Hulera) pero el ensayo de 4 especies se inició el 9 de junio 1969, con las especies siguientes: *Juglans nigra* de El Salvador, *Juglans olanchana* de Nicaragua, *Juglans neotropica* de Ecuador y *Juglans boliviana* de Perú pero aclimatada en Costa Rica. Todas las parcelas en los 3 sitios tienen 121 árboles de *Juglans* sp. con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m. pero sólo se consideran las 25 plantas del centro como lotes de diferentes especies ya que en todas las parcelas las 3 líneas de borde son plantadas con *Juglans olanchana*. La ubicación de las parcelas se presenta en la figura 3.3d.



carretera principal

← A Turrialba

A Limón →

FIGURA 3.3d.: Ubicación de las parcelas del ensayo de 4 especies de Juglans sp. en "La Isla", CATIE, Turrialba. Los nombres entre paréntesis indican el país de procedencia.

En el año 1977 las parcelas fueron medidas y raleadas. Los datos se presentan en el cuadro 3.3C.

CUADRO 3.3C.: Crecimiento en diámetro y área basal de 4 especies de Juglans de 8 años de edad antes del raleo (AR) y después del raleo (DR) en "La Isla", CATIE, Turrialba.

ESPECIES	n (No. de árboles)		$\bar{d}$ (cm)		G (m <sup>2</sup> /ha)	
	AR	DR	AR	DR	AR	DR
<u>Juglans nigra</u> (El Salvador)	16	9	9,2	10,9	7,0	5,8
<u>J. olanchana</u> (Nicaragua)	21	13	13,1	15,4	17,9	15,4
<u>J. neotropica</u> (Ecuador)	--	--	--	--	--	--
<u>J. boliviana</u> (Costa Rica, Turrialba)	--	--	--	--	--	--





Figura 3.3e.: Disposición de hojas y frutos de Juglans olanchana, edad 10 años. La Isla, Turrialba (1979).

El resultado negativo de J. neotropica de Ecuador en este ensayo parece lógico por ser esta una especie que crece en un clima más fresco, a alturas entre 1 500 y 3 000 m. y precipitaciones entre 1 000 y 1 500 mm/año. La causa del resultado negativo de J. neotropica y de J. boliviana probablemente se encuentra además en la alta susceptibilidad de estas dos especies a infecciones de Phytophthora cinnamomi Rands., un hongo que ataca plantas jóvenes. J. nigra y J. olanchana, al contrario, tienen muy poca infección de este tipo. De estas dos especies J. olanchana es superior tanto en crecimiento como en forma (ver también las replicaciones del ensayo en Bajo Chino, Bajo San Lucas y Florencia Norte, sub-capítulos 3.4., 3.5. y 3.9. respectivamente).

### 3.3.5. Montoncitos incinerados

Entre la entrada principal del CATIE y el terreno denominado La Isla se encuentra una colina rocosa que en parte abastece la cante-  
ra del CATIE con piedras y cuyas laderas han sido plantadas con árboles de laurel (Cordia alliodora). Estos árboles son el resultado de un ensayo de preparación de terreno, para la siembra directa, efectuada en el mes de abril de 1958 (11). Anteriormente la colina era utilizada como potrero y estaba cubierta en su mayoría de gramíneas, particularmente Panicum maximum y Melinis minutiflora; se cortó esta vegetación y se formaron montoncitos con ella, espaciados de 4 x 4 metros. Los montoncitos fueron cubiertos en su parte más alta con 2 ó 3 palas de tierra sacadas del mismo alrededor e incinerados dos semanas después. Con la hierba reducida a cenizas los montoncitos quedaron aplanados y la tierra quemada adoptó una estructura granular favorable para la siembra directa de semillas de Cordia alliodora. El 8 de mayo de 1958 se sembraron 10-30 semillas sobre cada montoncito. En el cuadro 3.3D. se presentan los datos de germinación a las cuatro semanas de la siembra o sea el 6 de junio, 1958.

---

(11) BUDOWSKI, G. Siembra directa del laurel, Cordia alliodora, sobre montoncitos incinerados. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1960. 2 p. (Comunicaciones científicas de Turrialba N° 9).

CUADRO 3.3D.: Germinación de Cordia alliodora 4 semanas después de la siembra directa en montoncitos incinerados. "La Isla", CATIE, Turrialba.

No. de plántulas germinadas por montoncito	No. de montones	% de montones
0	49	30
1 - 5	69	42
6 - 10	21	13
11 - 20	14	8
> 20	<u>11</u>	<u>7</u>
TOTAL	164	100%

Los montones que no tenían plantulitas fueron plantados con material proveniente de aquellos montones que las tenían en exceso. Además se prepararon 328 montoncitos más para elevar el total a 492 y cubrir una superficie de casi 1 hectárea.

Este método permite prescindir de los viveros y del costoso transporte de las plantas hacia el campo donde además no se necesita hacer hoyos para el trasplante. Sin embargo, se considera que esta técnica de siembra directa sin laboreo ninguno del suelo puede ser la razón del desarrollo más lento e irregular de los árboles, como indica el análisis efectuado dos años después de la siembra (cuadro 3.3E). Además, este sitio está caracterizado por suelos pobres de poca profundidad.

Por otro lado, el pasto Melinis minutiflora tiene una influencia negativa sobre el desarrollo de Cordia alliodora y ejerce un efecto inhibitor, como mostró una tesis donde se compararon potes con laurel regados con agua con extractos de hojas y raíces de Melinis en comparación con potes regados con agua corriente (43).

(43) MARINERO, R. Influencia del Melinis minutiflora en el crecimiento de Cordia alliodora. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1962. 56 p.

CUADRO 3.3E.: Siembra directa de Cordia alliodora en "La Isla", CATIE, Turrialba. Distribución de las alturas a los 2 años de edad.

Clase de altura (m)	No. de árboles	% de árboles
Fallas	4	1
0 - 1 m	286	58
1 - 2 m	175	36
2 - 3 m	16	3
+ de 3 m	<u>11</u>	<u>2</u>
Total *	492	100

\* Promedio de altura de 488 plantas vivas a la edad de 2 años: 1,0 m.

### 3.3.6. Club Internacional

Entre la colina sembrada con Cordia alliodora y el edificio del Club (ver fig. 3.1a), se encuentran dos plantaciones pequeñas, la primera es de Eucalyptus deglupta y la segunda, de Pinus caribaea var. hondurensis. La parcela de Eucalyptus deglupta fue plantada en junio 1968 con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m. La semilla fue recolectada de un árbol que había sido plantado en terrenos del CATIE algunos años antes. Se dice que este árbol semillero tenía una forma relativamente pobre y esto puede ser la causa de la forma torcida de los árboles en esta parcela. Además, el suelo es delgado, muy pedregoso y poco fértil, lo que constituyen condiciones inconvenientes para esta especie.

La parcela de Pinus caribaea del Club (fig. 3.3f.) se encuentra contigua a la anterior y fue plantada en el año 1968, con un espaciamiento de 2 x 2 m. También adolece de suelos similarmente pobres. En julio de 1977 se estableció una parcela de 0,1 hectárea dentro de la plantación y se midieron diámetros y alturas. Simultáneamente la plantación fue raleada. Los datos de las mediciones se presentan en el cuadro 3.3F.

CUADRO 3.3F.: Datos de mediciones de Pinus caribaea var. hondurensis a 9 años de edad en el área del Club. CATIE, Turrialba, (1977).

	N (árb./ha)	$\bar{d}$ (cm)	$\bar{h}$ (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V* (m <sup>3</sup> /ha)	S%
Masa original	1 170	18,3	19,0	30,8	287	14,8
Masa extraída	550	15,7	17,0	10,7	89	----
Masa residual	620	20,3	20,5	20,1	198	20,4

\*Volumen calculado con el factor de forma  $f = 0,49$

El incremento medio anual fue de 31,6 m<sup>3</sup>/ha/año con corteza, y 24,0 m<sup>3</sup>/ha/año sin corteza. Estos datos al compararse con otros incrementos en la zona de Turrialba, reflejan las malas condiciones del suelo en este sitio, aunque el crecimiento todavía sea aceptable.

Pasando por detrás de la piscina se hallan algunos árboles residuales de Anthocephalus cadamba (1971) y dirigiéndose hacia las casas denominadas "66" se encuentra una parcela de Eucalyptus robusta con Toona ciliata (1971), y una parcela de Eucalyptus saligna mezclado con Pinus caribaea var. hondurensis, objeto de una tesis de posgrado del año 1966 (40) (fig. 3.1a.).

---

(40) LOAIZA, V.H. El efecto del uso de herbicidas y fertilizantes y el crecimiento inicial de Pinus caribaea Morelet var. hondurensis BARR. et. GOLF. y Eucalyptus saligna Smith en plantaciones. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1967. 108 p.



Figura 3.3f.: El Club Internacional con rodales de Pinus caribaea var. hondurensis plantados en 1968, a 11 años de edad (1979). CATIE, Turrialba.

### 3.4. BAJO CHINO

#### 3.4.1. Entrada

El camino que dobla a la derecha frente al Arboretum baja al terreno denominado Bajo Chino. (Ver fig. 3.1a. y fig. 3.4a.). Parte de este terreno está con ensayos forestales desde el año 1946; de manera que el Bajo Chino presenta, con el Arboretum y la Isla, los experimentos más antiguos.

El suelo de la parte plana del Bajo Chino es arenoso-arcilloso. El perfil es superficial; la permeabilidad es alta. La pedregosidad es mayor al aumentar la profundidad. La fertilidad potencial es alta y hay muy buen drenaje.

Entrando se hallan a mano izquierda varias parcelas de Juglans olanchana (1969), Toona ciliata y Terminalia ivorensis (fig. 3.4a. parcelas 1 y 2). Toona se mostró muy prometedora al inicio, pero actualmente está muriéndose. Terminalia está comportándose bien, siendo el crecimiento comparable al de la parcela en Florencia Sur; (Ver sub-capítulo 3.7.). Juglans no se encuentra en suelos óptimos en este sitio y, por lo tanto, su crecimiento solo es pasable.



### 3.4.2. Ensayos y plantaciones con *Cordia alliodora*

#### *Cordia alliodora* plantado bajo Sistema Taungya en 1960:

En la ladera del Bajo Chino, a mano derecha, se encuentra una plantación de *Cordia alliodora*, resultado de un ensayo con el Sistema Taungya en el año 1960 (fig. 3.4a.; parcela 3). Se había hecho un contrato con un campesino turrialbeño para efectuar las labores de preparación de terreno, de plantación de árboles y de siembra de cultivos; estas actividades se realizaron durante el mes de mayo de 1960. Según el contrato él tenía derecho al usufructo del terreno por un período de un año y en cambio debía dejar el terreno plantado con árboles de *Cordia alliodora* a 3 x 3 m. de distanciamiento. Al terminar el período del contrato había una sobrevivencia de 90% de los árboles, cifra que se considera alta.

Actualmente pueden observarse dos partes distintas en el terreno reforestado; la primera es la parte baja de la ladera con una pendiente fuerte, (fig. 3.4b.), la segunda es la parte alta, que linda con el cafetal. En el mes de octubre de 1978 se efectuaron mediciones en ambas partes; los resultados se presentan en el cuadro 3.4A. Entre las dos partes está una franja de la plantación mucho menos exitosa. Posiblemente se debe a un suelo erosionado y a un mantenimiento imperfecto de los árboles. Cabe notar el buen crecimiento de los laureles plantados en 1960 en la parte plana, que puede considerarse como terreno apto para la producción de café.

CUADRO 3.4A.: Mediciones de *Cordia alliodora* plantado bajo Sistema Taungya en 1960. t= 18,4 años. Bajo Chino, CATIE, Turrialba. (1978).

		Ladera	Parte Plana
n	(Nº de árboles medidos)	152	38
Superficie	(m <sup>2</sup> )	3 480	570
N	(árboles/ha.)	437	667
$\bar{d}$	(cm.)	19,6	25,4
G	(m <sup>2</sup> /ha.)	13,2	33,8

Figura 3.4a.: Leyenda de las plantaciones.

Nº de Parcela	Especie
1	Plantación de <u>Juglans olanchana</u> (1969)
2	Plantación de <u>Terminalia ivorensis</u>
3	Ensayo de <u>Cordia alliodora</u> plantado con Sistema Taungya (1960)
4	Plantación de <u>Dalbergia tucurensis</u> (1959)
5	Plantación de <u>Cordia alliodora</u> (1958)
6	Plantación de <u>Bombacopsis quinatum</u> (1946)
7	Plantación de <u>Cedrela odorata</u> (1946)
8	Plantación de <u>Cordia alliodora</u> (1959)
9	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1969)
10	Plantación de <u>Pinus caribaea</u> y <u>Eucalyptus saligna</u> (1966)
11	Plantación de 4 especies en Sistema Taungya (1962). Ver sub-capítulo 6.2.
12	Plantación de <u>Cydistax domell-smithii</u> con <u>Liquidambar styraciflua</u> (1962).
13	Ensayo de adaptabilidad de 4 especies de <u>Juglans</u> (1969)
14	Parcela de medición de <u>Cordia alliodora</u> en una plantación de café. Ver sub-capítulo 6.3.

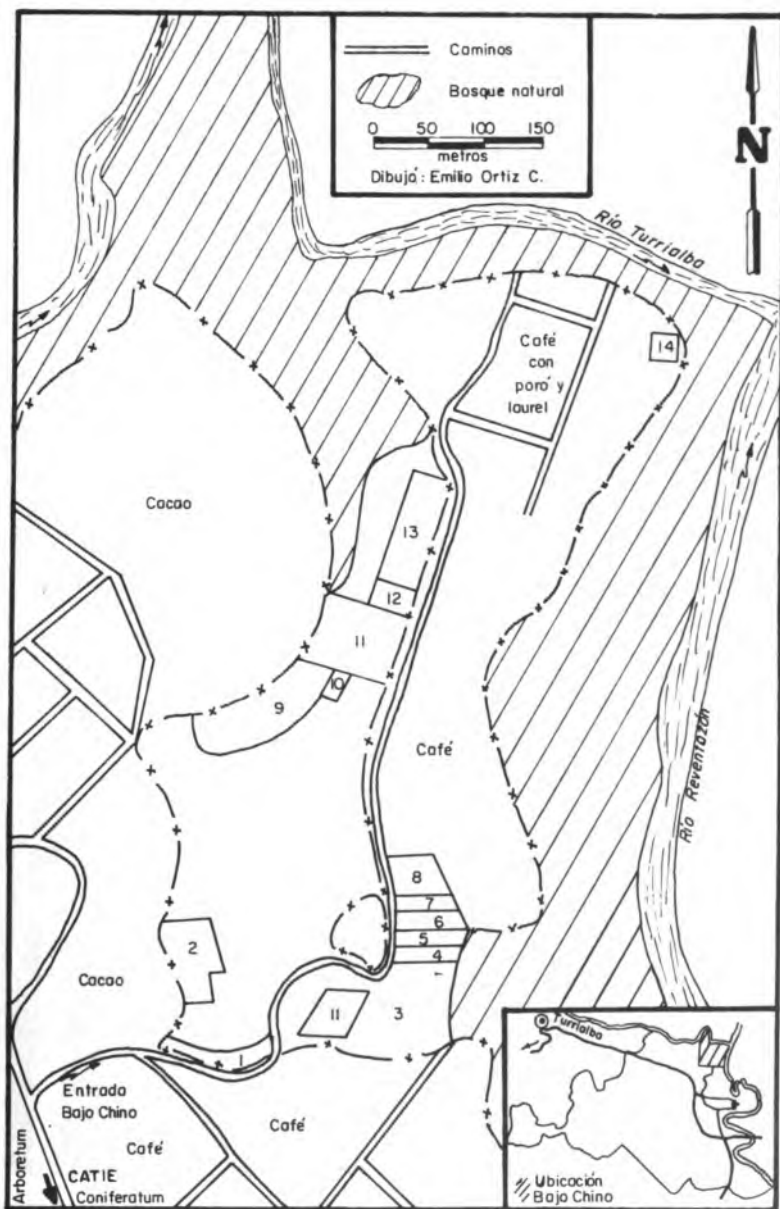


Fig. 3.4 a.: Bajo Chino. Ubicación y principales plantaciones

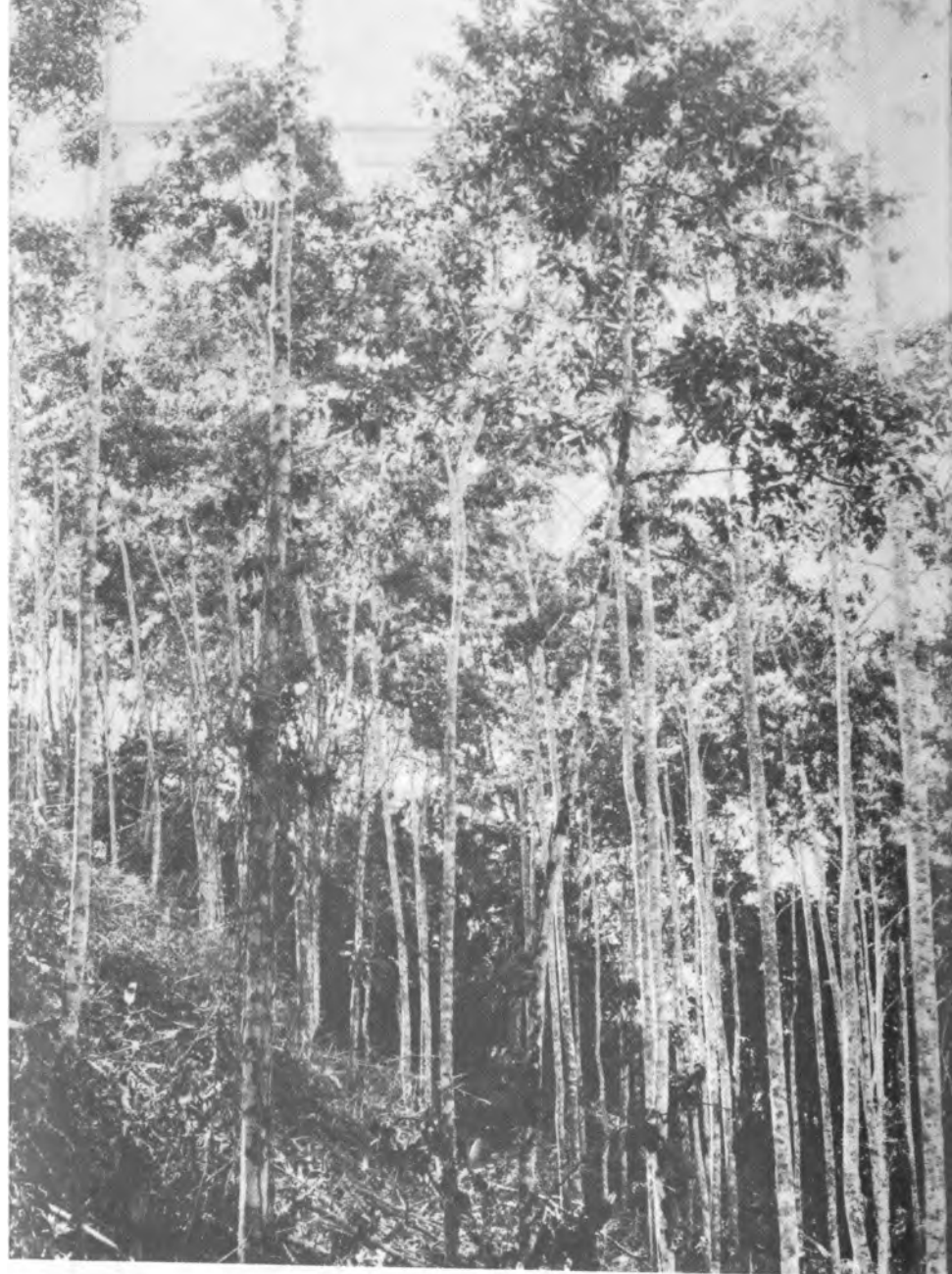


Figura 3.4b.: Plantación de *Cordia alliodora*, establecido por Sistema Taungya en 1960, a los 18 años de edad (1978). Bajo Chino, CATIE, Turrialba.

Aparentemente las densidades actuales son la causa de los altos porcentajes de árboles oprimidos. De las mediciones se concluye que el crecimiento máximo se obtuvo a la edad de 6-7 años para esta plantación con un espaciamiento inicial de 3 x 3 metros. Esta conclusión está confirmada en la fig. 3.4c. Para poder mantener este crecimiento inicial tan vigoroso, debería haberse efectuado un raleo a la edad de 6-7 años, disminuyendo el número de árboles a aproximadamente 330 por hectárea para la primera parte (en la ladera) y a aproximadamente 500 árboles por hectárea para la segunda parte (en sitio plano). Mediante un raleo en 1978, en el cual se eliminaron 39 árboles oprimidos ( $\bar{d}$  = 10,9 cm.) en la ladera, el  $\bar{d}$  de los árboles residuales subió a 22,6 cm., y el número de árboles bajó a 113 (325 árb./ha.). También en la parte plana se hallan árboles oprimidos. Se eliminaron 16 árboles y el  $\bar{d}$  de los árboles sobrantes subió a 29,6 cm. La buena respuesta a estos raleos confirma el carácter heliófito de esta especie pionera, no solamente durante su fase inicial sino también a edad mayor.

En la parte occidental de esta misma área se encuentra también un lote del ensayo de 4 especies con sistema taungya (descripción al sub-capítulo 6.2.). Se observa todavía un grupo de unos 30 árboles de Tectona grandis, plantados en 1962.

#### Cordia alliodora plantado en 1958:

En octubre del año 1958 se habían plantado cincuenta plantones de Cordia alliodora a raíz desnuda en el Bajo Chino (fig. 3.4a.; parcela 5). Anteriormente a la plantación, se limpió el terreno y se quemó la vegetación. El espaciamiento era de 4 x 4 metros. Tres años y medio después las plantas tenían una sobrevivencia de 100% y una altura media de 1,9 metros. El crecimiento lento se debió, aparentemente, al suelo pedregoso, poco profundo y a la competencia con malas hierbas.

#### Cordia alliodora plantado en 1959:

En un terreno de 0,2 ha. del Bajo Chino (fig. 3.4a.; parcela 8),

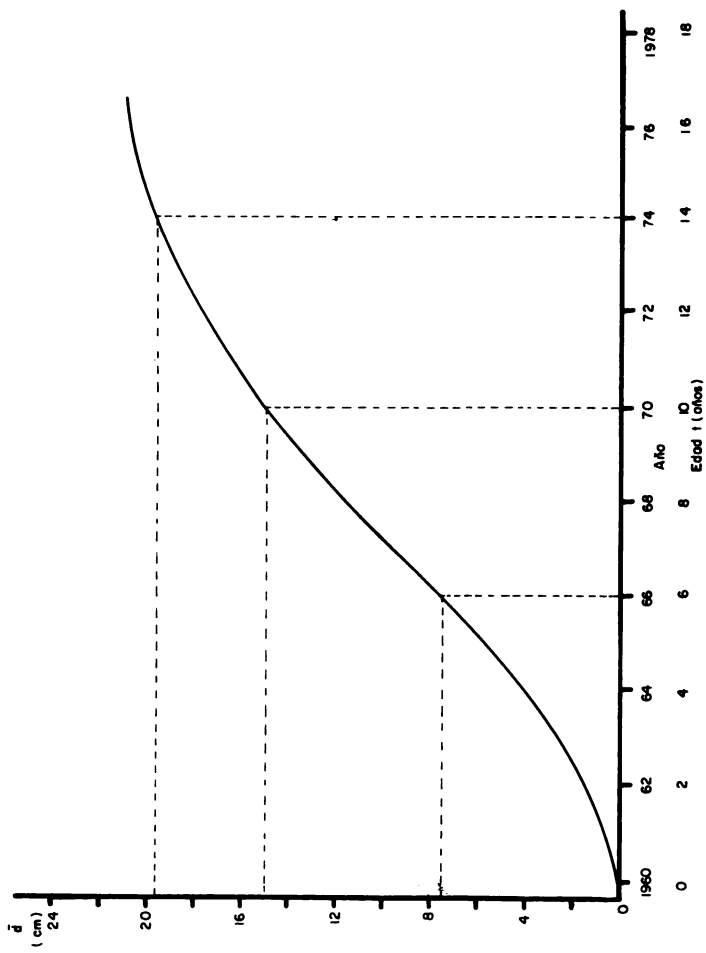


Fig. 3.4.c.: Relación  $\bar{d}$ -edad para Cordia alliodora plantado en 1960 a 3 x 3m, Sistema Taungya. Bajo Chino, CATIE, Turrialba

se plantaron aproximadamente 126 plantas de Cordia alliodora en el año 1959 con un espaciamiento de 4 x 4 m. Las plantas fueron medidas periódicamente y los resultados se presentan en el cuadro N° 3.4B.

CUADRO N° 3.4B.: Mediciones a diferentes edades de Cordia alliodora plantado a 4 x 4 m. en 1959, en el Bajo Chino, CATIE, Turrialba.

Año de medición t= (años de edad)		1963 4	1965 6	1967 8	1970 11	1970* 11	1978 19
n	(N° de árboles medidos)	115	115	115	102	49	49
d <sub>g</sub>	(cm.)	11,1	14,1	17,2	21,1	24,7	31,0
G	(m <sup>2</sup> /ha.)	5,6	9,1	13,3	17,9	11,7	18,5
H	(m.)	---	---	---	---	---	24,0

(\*) Después de un raleo que disminuyó la densidad a 245 árboles/ha.

En la figura 3.4d. se observa el desarrollo del diámetro promedio y del área basal durante el período 1963-1978 o sea, desde la primera hasta la última medición. Es importante notar en esta figura la tendencia del incremento del área basal a culminar en el año 1967. La falta de mediciones en el período 1970-1978 hace que es imposible analizar el desarrollo de la curva del área basal en ese lapso; de manera que no se puede saber, por ejemplo, si el valor obtenido es óptimo para Cordia alliodora bajo estas condiciones.

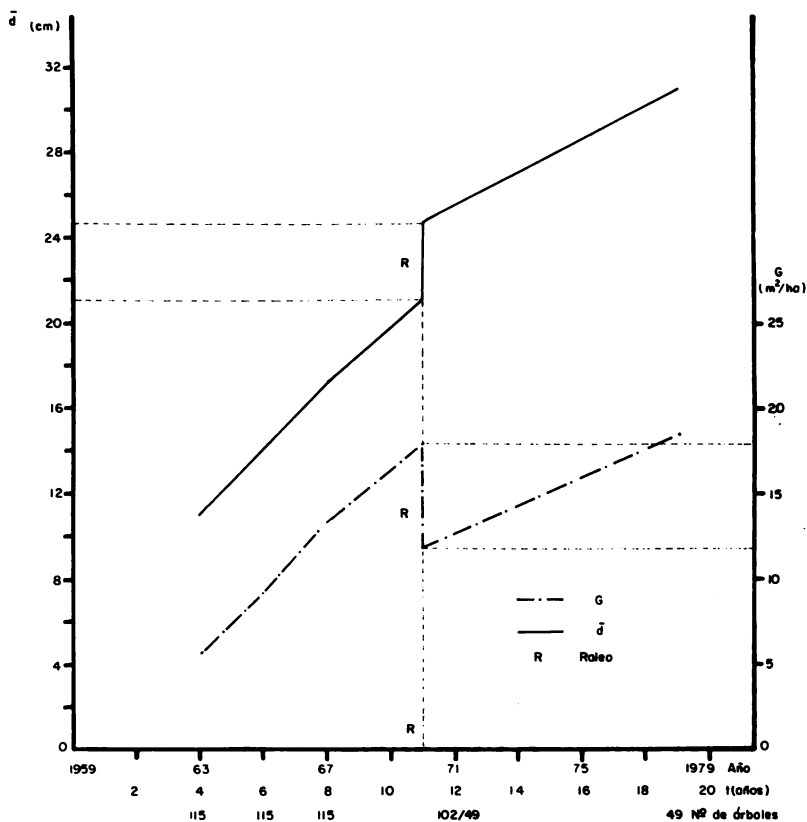


Fig. 3.4 d.: Diámetro promedio y área basal/ha de *Cordia alliodora* en una plantación de 1959, a 4 x 4 m. Período 1963-1978. "Bajo Chino" CATIE, Turrialba



### 3.4.3. Ensayos con otras especies

#### Parcela de *Bombacopsis quinatum* plantada en 1946:

En el año 1946 se plantaron 29 arbolitos de *Bombacopsis quinatum* con un espaciamiento de 5 x 5 metros, en un terreno plano bien drenado (fig. 3.4a.; parcela 6). En el año 1959, a los 13 años, el diámetro promedio fue de 25,4 cm. y en 1962, a los 16 años, ya alcanzó un valor de 32,9 cm. El incremento promedio en altura fue de 45 cm. anualmente. Los árboles fueron podados tres veces hasta 1962, resultando árboles de buena forma a la edad de 16 años. Sin embargo, en la actualidad (1978) la forma de los fustes no es muy satisfactoria. En el año 1978 se efectuó una explotación selectiva.

#### Parcela de *Dalbergia tucurensis*:

En el mes de setiembre de 1959 se plantaron 20 árboles de *Dalbergia tucurensis* con adobe en el Bajo Chino (fig. 3.4a.; parcela 4). El espaciamiento inicial fue de 4 x 4 metros. A la edad de 3 años, en 1962, la supervivencia fue de 100% y el diámetro promedio alcanzó 7,9 cm.

#### Parcela de *Cedrela odorata*:

De los 40 arbolitos de *Cedrela odorata* plantados en 1946 en un espaciamiento de 5 x 5 metros, quedaron 22 árboles vivos a la edad de 17 años. Tenían un  $\bar{d}$  de 26,5 cm. En el año 1978 el  $\bar{d}$  había aumentado a 42,7 cm. y la altura media era de 22,3 metros. La parcela se raleó en diciembre de 1978 dejando 17 árboles con un  $\bar{d}$  de 46,8 cm., y un área basal de 32,8 m<sup>2</sup>/ha. (fig. 3.4a.; parcela 7 y fig. 3.4e.).

#### Plantación de *Cyristax donnell-smithii* mezclado con *Liquidambar styraciflua*:

En la parcela N<sup>o</sup> 12, se estableció una mezcla de 88 árboles de *Cyristax donnell-smithii* y 100 árboles de *Liquidambar styraciflua* en 1962. Esta última especie casi había desaparecido totalmente al fin de 1962 y fue reemplazada por árboles de *Cyristax donnell-smithii*.



Figura 3.4e.: Parcelas de Bombacopsis quinatum, (plantado en 1946) a la derecha y de Cedrela odorata (plantado en 1946) a la izquierda. En primer plano se observan tucas, producto de un raleo en las parcelas vecinas. Bajo Chino, CATIE, Turrialba (1978).

Plantación de *Eucalyptus deglupta* de 1969:

En la ladera oeste, a mano izquierda bajando el camino, se halla una parcela de *Eucalyptus deglupta* (fig. 3.4a.; parcela 9). Se trata de una replicación de otras parcelas en Bajo San Lucas y Florencia Norte, (sub-capítulos 3.5. y 3.9. respectivamente) donde se efectuó un experimento con fertilización. La parcela se plantó en enero de 1969, con un espaciamiento de 5 x 5 metros. En setiembre del año 1977 se midió una parcela de 0,1 ha. dentro de esta plantación. Los resultados se presentan en el cuadro 3.4C.

CUADRO 3.4C.: Datos de mediciones de *Eucalyptus deglupta* de 8,8 años de edad (espaciamiento inicial 5 x 5 m.) Bajo Chino, CATIE, Turrialba. (1977).

N	(árboles/ha.)	360
$\bar{d}$ cc	(cm.)	28,0
$\bar{h}$	(m.)	27,9
G	(m <sup>2</sup> /ha.)	22,2
V	(m <sup>3</sup> /ha.)	285,0*
I.M.A.	(m <sup>3</sup> /ha./año)	32,4
S%		18,8%

(\*) Factor de forma:  $f = 0,46$ .

Se observa no sólo un buen crecimiento en volumen y forma sino también un desarrollo vigoroso de la vegetación por debajo de los



Figura 3.4f.: Vista parcial del ensayo de cuatro especies de *Juglans* de 1969. (*J. neotropica*, *J. boliviana*, *J. olanchana*, *J. nigra*). Bajo Chino, CATIE, Turrialba (1978).

árboles de Eucalyptus. Aparentemente, con alta precipitación y buena calidad de los suelos, se mantiene una densa vegetación en el sotobosque, aún dentro de plantaciones con un desarrollo tan vigoroso. Esta situación puede considerarse como deseable, como por ejemplo en laderas donde hay propensión a la erosión.

Ensayo de 4 especies de Juglans:

Bajando el camino hacia el río y frente a los cafetales a mano izquierda se encuentra una replicación del ensayo de 4 especies de Juglans, plantada el 16 de mayo de 1969. Corresponde a la parcela 13 en la fig. 3.4a. y una fotografía del mismo se presenta en la fig. 3.4f. Los datos básicos de esta parcela han sido descritos en el sub-capítulo 3.3. sobre "La Isla". La ubicación de las parcelas se presenta en la fig. 3.4g.

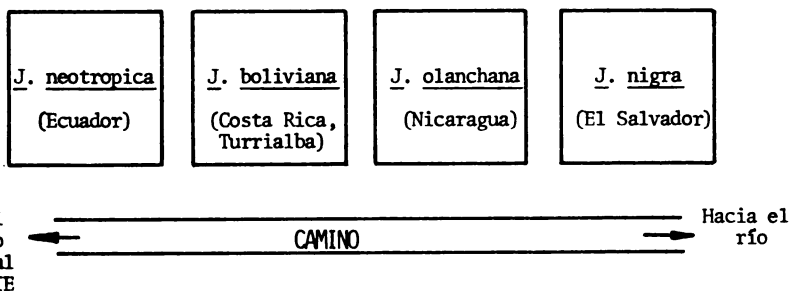


Figura 3.4g.: Ubicación de las parcelas del ensayo de 4 especies de Juglans. "Bajo Chino", CATIE, Turrialba. Los nombres entre paréntesis indican el país de procedencia.

Cordia alliodora como tercer estrato en el sistema de producción de café:

Frente al ensayo de Juglans se halla un cafetal que pertenece a la finca comercial del CATIE. Como es el caso en muchos otros cafetales, se plantaron estacas gruesas de poró, Erythrina poeppigiana, entre las plantas de café, con el fin de proveer sombra. Como el precio de la madera de laurel (Cordia alliodora) sigue aumentando, se decidió, aparentemente, dejar crecer también la regeneración natural de esta especie entre los árboles de café y de poró. Así se desarrolló un cultivo en tres estratos:

- 1) café como cultivo principal,
- 2) poró como proveedor de sombra,
- 3) laurel como productor de madera.

En el extremo noreste de este cafetal, donde la densidad de laurel es muy alta, se midió una parcela de 50 x 50 metros en el año 1977 (fig. 3.4a.; parcela 14). Los datos se presentan en el sub-capítulo 6.3., sobre técnicas agro-forestales.

### 3.5. BAJO SAN LUCAS

#### 3.5.1. Entrada, ensayos generales

El terreno denominado Bajo San Lucas está muy cerca del edificio principal del CATTE, pero tiene difícil acceso. La entrada se encuentra yendo del Coniferatum hacia Cabiria, frente a la colección de árboles de café (ver fig. 3.5a.). Se recomienda visitar este terreno utilizando un carro de doble tracción o ir a pie. Las parcelas forestales se encuentran sobre las pendientes escarpadas que bajan al Río Turrialba. En la curva en herradura se hallan algunos árboles de Gmelina arborea de edad desconocida. Se observa a menudo el ataque de hormigas del género Atta que siguen desfoliando estos árboles grandes. Hacia el noroeste se encuentra una pequeña plantación de Eucalyptus deglupta (fig. 3.5a.; parcela 2); se trata del resultado de un experimento de fertilización y de la replicación de la parcela N° 9 de Bajo Chino (fig. 3.4a.) y de la parcela N° 11 de Florencia Norte (fig. 3.9a.). Los árboles fueron plantados en enero del año 1969 con un espaciamiento de 10 x 10 metros.

La parcela anteriormente mencionada está bordeada por una plantación de pochote, Bombacopsis quinatum, plantada en marzo de 1974 (fig. 3.5a.; parcela 4). El espaciamiento inicial fue de 2,2 x 2,2 metros. A la edad de 4,5 años el diámetro promedio fue de 6,8 cm. con una altura media de 3,95 metros. La forma es excelente en todos los árboles, como se ve en la fig. 3.5b.; la gran variabilidad en incremento entre árboles individuales llama la atención, y parece ser causada por diferentes condiciones de suelo. Además del pochote, otro representante de las especies nativas de Costa Rica es el cedro macho, Carapa guianensis, plantado en el año 1973 (fig. 3.5a.; parcela 5 y fig. 3.5b.). Aunque esta ladera siempre ha tenido un desarrollo vigoroso de malezas que, muy probablemente, ha afectado a los árboles forestales, el cedro macho parece ahora dominar esta situación. El ataque por el barrenador de las meliáceas, Hypsipyla grandella, no es muy serio todavía. Sin embargo, el crecimiento solo "regular" del cedro macho implica la necesidad de limpiezas frecuentes.

Figura 3.5a.: Leyenda de las plantaciones.

Nº de Parcela	Especie
1	Plantación de <u>Gmelina arborea</u>
2	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1969)
3	Plantación de <u>Colubrina ferruginosa</u>
4	Plantación de <u>Bombacopsis quinatum</u> (1974)
5	Plantación de <u>Carapa guianensis</u> (1973)
6	Plantación de <u>Dalbergia retusa</u> (1974)
7	Plantación de <u>Cordia alliodora</u> (1974)
8	Ensayo de adaptación de 4 especies de <u>Juglans</u> (1969)
9	Ensayo de 77 especies, 1 árbol por lote, 4 repeticiones (1968)
10	Ensayo con diferentes procedencias/variedades de <u>Pinus caribaea</u> (1968)
11	Ensayo de <u>Cordia alliodora</u> en Sistema Taungya (1974)
12	Plantación de <u>Terminalia myriocarpa</u>
13	Plantación de <u>Cordia alliodora</u>
14	Plantación de <u>Swietenia macrophylla</u>
15	Ensayo con diferentes espaciamientos con <u>Leucaena leucocephala</u> (1978)
X	<u>Apocarpium excelsum</u> grande
Y	<u>Terminalia lucida</u> grande



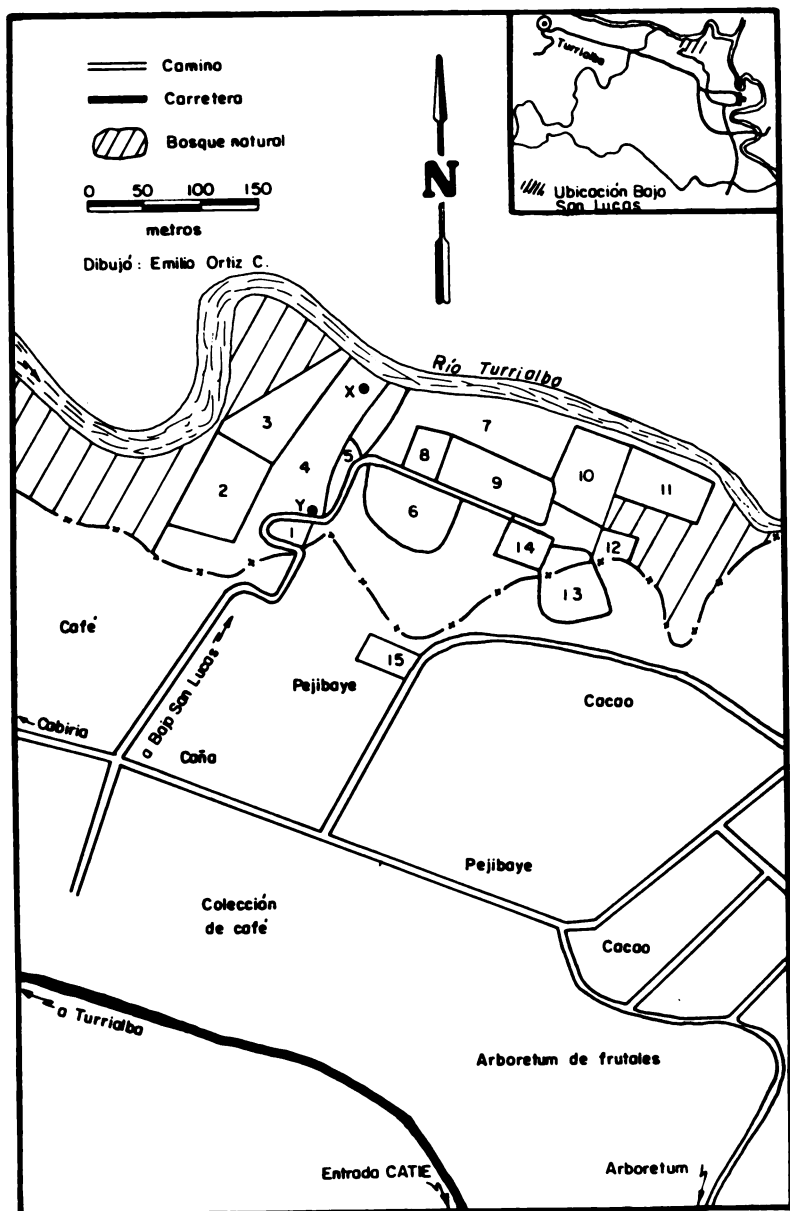


Fig. 3.5a.: Bajo San Lucas. Ubicación y principales plantaciones

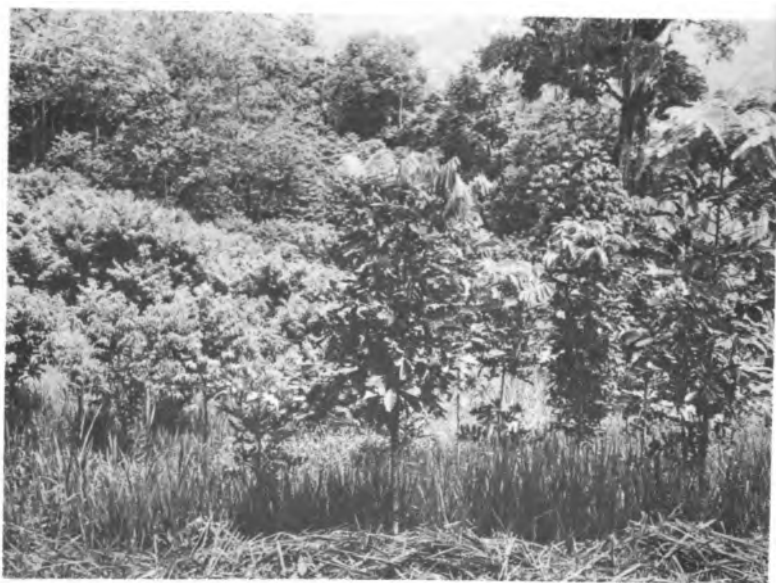


Figura 3.5b.: Parcelas de Carapa guianensis de 6 años (en el primer plano) y Bombacopsis quinatum de 5 años de edad (en el fondo). (1979) Bajo San Lucas, CATIE, Turrialba.

En la misma ladera se encuentra una parcela de una especie de Colubrina (cf. C. ferruginosa), plantada con un espaciamiento de 2,3 x 2,3 metros, pero sobre la cual los datos están desactualizados. Es una de las pocas parcelas de esta especie en el CATIE. (Fig. 3.5a.; parcela 3).

Al lado derecho del camino se hallan árboles de cocobolo, Dalbergia retusa, especie nativa de la zona seca de Costa Rica, plantados en 1974. El crecimiento es lento y la forma no es buena. Esta parcela (fig. 3.5a.; parcela 6) fue utilizada posteriormente para estudios de erosión (58) y del comportamiento de cultivos asociados a la plantación (4).

---

(58) ROCHA, J.A.N. Erosión de suelos de pendientes cultivadas con maíz y frijol con diferentes grados de cobertura viva dentro de una plantación forestal. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 182 p.

(4) ALBERTY RODRIGUEZ, R.A. Evaluación de rendimientos y cambios físicos y químicos en suelos de ladera cultivados con maíz y frijol con diferente cobertura viva dentro de una plantación forestal. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 211 p.

### 3.5.2. Ensayos particulares

La parte baja de Bajo San Lucas fue utilizada para la replicación de ensayos ya ubicados en otros sitios del CATIE y particularmente con unas especies reconocidas más promisorias: Juglans spp., Pinus caribaea var. hondurensis y Cordia alliodora.

#### Ensayo de adaptabilidad de 4 especies de Juglans :

Siguiendo el camino al Bajo San Lucas se llega a un experimento de 4 especies de Juglans, plantado en mayo de 1969 (fig. 3.5a.; parcela 8). Las parcelas son una replicación del ensayo establecido en La Isla, en Florencia Norte y en Bajo Chino. Los datos de crecimiento se presentan en el cuadro 3.3C.; en la descripción de "La Isla" (sub-capítulo 3.3.). También aquí se observa el buen crecimiento de J. olanchana. La ubicación de las parcelas, se ve en la figura 3.5c.

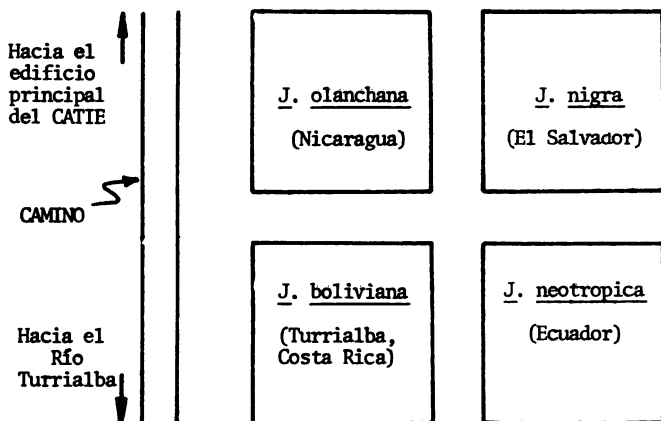


Figura 3.5c.: Ubicación de las parcelas del ensayo de 4 especies de Juglans. Bajo San Lucas, CATIE, Turrialba. Los nombres entre paréntesis indican el país de procedencia.

### Ensayo de introducción de 77 especies:

Siguiendo el camino se llega a un ensayo de introducción de 77 especies (fig. 3.5a., parcela 9) con árboles individuales en 4 repeticiones. Una descripción detallada de este ensayo, establecido en junio 1968, se encuentra en el sub-capítulo 3.7. sobre Florencia Sur. La ubicación de los cuatro bloques y la posición de cada especie se indica en la figura 3.5d. y la figura 3.5e. presenta una vista general del ensayo desde la parcela 15. Se observan entre otros, árboles de buen aspecto de Eucalyptus deglupta y E. saligna, Terminalia ivorensis y Acrocarpus fraxinifolius. Algunos Araucaria spp. y Pinus spp. resistieron a la competencia de otras especies con mejor arranque. Se cree que la muerte de Gmelina arborea se debió al mal drenaje.



Figura 3.5e.: Vista general del ensayo de introducción de 77 especies de 1968 en el Bajo San Lucas. CATIE, Turrialba (1979).

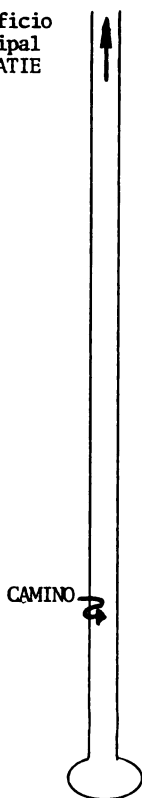
ENSAYO DE 77 ESPECIES

Bajo San Lucas

Leyenda de la figura 3.5d.

NUMERO	ESPECIE	NUMERO	ESPECIE
1	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	43	<i>Terminalia ivorensis</i>
2	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	44	<i>Terminalia ivorensis</i>
3	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	45	<i>Terminalia ivorensis</i>
4	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	46	<i>Terminalia ivorensis</i>
5	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	47	<i>Terminalia ivorensis</i>
6	<i>Pinus kesiya</i>	48	<i>Terminalia myriocarpa</i>
7	<i>Pinus kesiya</i>	49	<i>Gmelina arborea</i>
8	<i>Pinus occarpa</i>	50	<i>Gmelina arborea</i>
9	<i>Pinus elliottii</i>	51	<i>Gmelina arborea</i>
10	<i>Pinus tropicalis</i>	52	<i>Gmelina arborea</i>
11	<i>Pinus occidentalis</i>	53	<i>Tectona grandis</i>
12	<i>Araucaria hunsteinii</i>	54	<i>Tectona grandis</i>
13	<i>Araucaria cunninghamii</i>	55	<i>Tectona grandis</i>
14	<i>Entandrophragma utile</i>	56	<i>Tectona grandis</i>
15	<i>Eucalyptus saligna</i>	57	<i>Fraxinus chinensis</i>
16	<i>Eucalyptus saligna</i>	58	<i>Fraxinus uhdei</i>
17	<i>Eucalyptus saligna/grandis</i>	59	<i>Cordia alliodora</i>
18	<i>Eucalyptus grandis</i>	60	<i>Cordia alliodora</i>
19	<i>Eucalyptus grandis</i>	61	<i>Colubrina ferruginosa</i>
20	<i>Eucalyptus maculata</i>	62	<i>Colubrina ferruginosa</i>
21	<i>Eucalyptus maculata</i>	63	<i>Albizia falcata</i>
22	<i>Eucalyptus robusta</i>	64	<i>Albizia falcata</i>
23	<i>Eucalyptus</i> sp.	65	<i>Albizia falcata</i>
24	<i>Eucalyptus deglupta</i>	66	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
25	<i>Eucalyptus alba</i>	67	<i>Schizolobium parahybum</i>
26	<i>Eucalyptus kirtoniana</i>	68	<i>Alnus nepalensis</i>
27	<i>Eucalyptus tessellaris</i>	69	<i>Alnus acuminata</i>
28	<i>Eucalyptus citriodora</i>	70	<i>Virola koschmyi</i>
29	<i>Toona ciliata</i>	71	<i>Hibiscus elatus</i>
30	<i>Khaya ivorensis</i>	72	<i>Hibiscus elatus</i>
31	<i>Cedrela odorata</i>	73	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>
32	<i>Cedrela odorata</i>	74	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>
33	<i>Swietenia humilis</i>	75	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>
34	<i>Swietenia macrophylla/mahagoni</i>	76	<i>Anthocephalus cadamba</i>
35	<i>Swietenia macrophylla</i>	77	<i>Juglans boliviana</i>
36	<i>Bombax malabaricum</i>		
37	<i>Bombacopsis quinatum</i>		
38	<i>Ceiba pentandra</i>		
39	<i>Ceiba pentandra</i>		
40	<i>Ceiba pentandra</i>		
41	<i>Ochroma lagopus</i>		
42	<i>Ochroma lagopus</i>		

al edificio  
principal  
del CATIE



Parcela I

56	54	23	24	71	41	8	65	67	39	38
55	53	26	18	72	4	9	63	64	36	42
47	44	16	28	70	1	7	66	68	37	41
45	46	19	17	76	6	3	69	57	40	30
43	48	21	20	73	2	5	60	58	32	29
50	49	15	25	75	77	10	59	14	30	31
51	52	22	25	74	13	12	61	62	33	34

Plantación  
de  
Cordia  
alliodora

Parcela II

13	12	45	47	21	25	37	36	65	63	76
5	6	48	46	20	24	39	38	66	62	73
9	2	43	44	27	28	42	40	64	68	74
4	8	53	54	22	16	41	35	69	59	75
7	11	56	55	7	26	33	30	57	58	70
1	10	50	51	18	23	34	29	60	14	71
77	3	52	49	15	19	31	32	62	61	72

Parcela III

76	34	31	3	11	47	44	18	20	60	59
75	33	30	7	4	46	45	26	27	57	58
74	29	35	1	9	43	48	21	16	67	65
73	36	32	8	2	53	55	25	22	68	69
70	41	40	5	6	54	56	24	23	64	63
71	38	37	10	12	50	51	28	19	66	14
72	42	39	77	13	52	49	15	17	61	62

Parcela IV

58	59	21	15	70	54	55	30	31	12	13
57	60	27	23	72	53	56	33	34	10	11
61	62	20	24	71	49	51	29	32	1	7
14	66	22	19	76	52	50	35	39	4	3
65	63	26	25	75	43	45	38	40	2	5
68	67	28	18	74	48	44	36	37	8	9
69	64	17	16	73	47	46	41	42	77	6

Fig. 3.5d.: Ensayo de 77 Especies en Bajo San Lucas, CATIE, Turrialba.  
Plantación: Junio 1968

Debido a una gran interacción entre las diferentes especies, un análisis del crecimiento a más de 3 años de edad no puede proveer datos confiables. Por esta razón, las parcelas se mantendrán para la producción de semillas y para fines de enseñanza (dendrología). Actualmente las especies con mejor desarrollo son Acrocarpus fraxinifolius, Terminalia myriocarpa, Gmelina arborea, Eucalyptus deglupta, E. saligna, Pinus caribaea e Hibiscus elatus. Las especies se identifican fácilmente en el campo con la fig. 3.6b. y la leyenda correspondiente.



### 3.6.2. Plantaciones y ensayos con Pinus spp.

#### Plantación de Pinus caribaea 1971 + 1972:

En el mes de abril de 1971 se plantó, con Pinus caribaea var. hondurensis, una parte del terreno del lado izquierdo desde el portón de entrada siguiendo el camino interno de Puente Cajón (fig. 3.6a.; parcela 3). Esta especie se seleccionó en base a los resultados obtenidos de los ensayos en el Coniferatum (subcapítulo 3.2.), luego confirmados para este sitio por medio de los ensayos de especies en el Arboretum de Puente Cajón (ver también 3.6.3.). El espaciamiento adoptado fue de 2,5 x 2,5 m. y desde el inicio de la plantación hubo una fuerte competencia con la vegetación herbácea (principalmente Panicum maximum). A pesar de que el dosel formado por las copas se cerró a los 6 años, no se logró eliminar la maleza.

Luego, en el mes de diciembre de 1972, se plantó el terreno adyacente con la misma especie (fig. 3.6a.; parcela 2). Esta plantación también con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m. está cerrando el dosel actualmente a la edad de 6 años. En abril del año 1977 se instalaron 3 parcelas circulares de 500 m<sup>2</sup> cada una en la primera plantación, establecida en abril de 1971. La primera parcela, en un sitio atípico, tenía un desarrollo desfavorable y por lo tanto no se raleó. La segunda y tercera parcela se ralearon ligeramente. En el año 1978 se remidieron las tres parcelas pequeñas y se estableció una cuarta parcela rectangular de 1000 m<sup>2</sup>. Las cuatro parcelas se midieron y fueron raleadas todas en julio de 1978. Estos últimos datos se presentan en el cuadro 3.6A.

Puede observarse una gran diferencia en el crecimiento de las tres primeras parcelas. La primera parcela se encuentra en un sitio desfavorable, resultando árboles delgados, pequeños y con poco crecimiento. Hacia el este la plantación se mejora (parcelas 2 y 3). Aparte de la diferencia en crecimiento de los árboles en las parcelas, también el uso de diferentes factores de forma en los análisis realizados puede haber hecho que los resultados de las mediciones mostraron un amplio rango. Cabe notar que el volumen de madera aprovechable como producto del raleo fue muy bajo debido al gran número de árboles inutilizables (cola de zorro y delgados). Además el porcentaje de corteza fue de casi 35%. De 29 árboles apeados se tomaron datos de cubicación y con ellos también se construyó la curva que relaciona el diámetro y la altura y permite la determinación de alturas de árboles en pie. (Fig. 3.6c.).

Cuadro 3.6A. Datos de crecimiento e intensidad de raleo a 7,25 años de edad de Pinus caribaea var. hondurensis plantado en 1971. Puente Cajón, CATIE, Turrialba. (Julio 1978).

AR = Antes del raleo DR = Después del raleo

PARCELA N°	1 (500 m <sup>2</sup> )		2 (500 m <sup>2</sup> )		3 (500 m <sup>2</sup> )		4 (1 000 m <sup>2</sup> )	
	A.R.	D.R.	A.R.	D.R.	A.R.	D.R.	A.R.	D.R.
$\bar{d}$ cc (cm)	14,6	15,5	17,5	17,9	20,4	21,2	18,3	20,4
G cc (m <sup>2</sup> /ha)	22,4	19,6	22,6	20,6	32,1	25,6	38,3	27,8
N (Arb./ha)	1 340	1 040	940	820	980	720	1 450	850
a (m)	2,7 x 2,7	3,1 x 3,1	3,3 x 3,3	3,5 x 3,5	3,2 x 3,2	3,7 x 3,7	2,6 x 2,6	3,4 x 3,4
S% (m)	19,5	22,4	21,9	23,5	18,9	22,0	15,6	19,7
$\bar{h}$ (m)	11,9	12,0	13,0	13,2	13,8	14,0	13,3	14,0
V (m <sup>3</sup> /ha)	122,61	113,57	143,96	132,06	217,06	168,66	259,78	198,75
V (m <sup>3</sup> /ha) Volumen extraído	9,04		41,3*			82,1**		61,03
f (factor de forma)	0,46		0,49			0,49		0,51
I.M.A. cc (m <sup>3</sup> /ha/año)	17,5		23,91			34,58		37,1

\* En 1977: 29,4 m<sup>3</sup> y en 1978: 11,9 m<sup>3</sup>

\*\* En 1978: 33,7 m<sup>3</sup> y en 1978: 48,4 m<sup>3</sup>

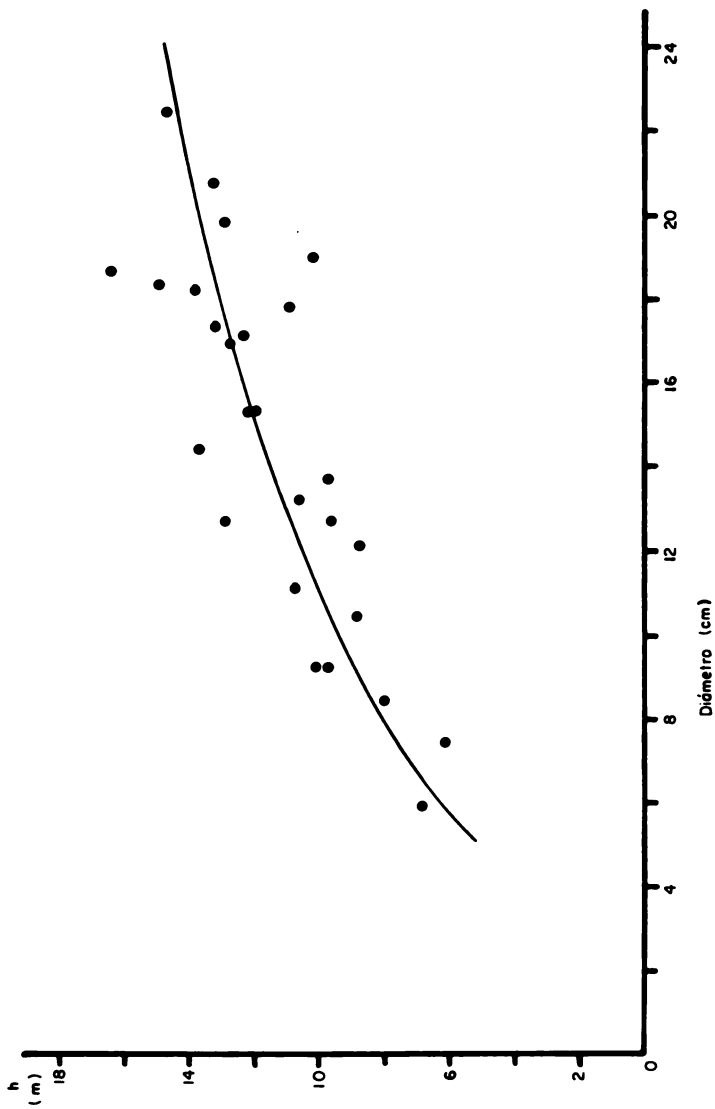


Fig. 3.6c Relación diámetro-altura promedio a 7,25 años de edad, en Pinus caribaea var. hondurensis en Puente Cajón, CATIE, Turrialba

#### Otras parcelas de Pinus en Puente Cajón:

Al este de la parcela de pinos anterior se halla una parcela de Pinus oocarpa de la misma edad, plantada en 1971 (fig. 3.6a.; parcela 4). Puede observarse la buena forma de los árboles residuales y el alto número de árboles que todavía no han logrado un crecimiento vigoroso, una característica típica de esta especie en condiciones tan marginales.

Al lado derecho del camino se estableció un ensayo de 10 procedencias de Pinus caribaea var. hondurensis en el año 1978 (fig. 3.6a.; parcela 9). La descripción de este ensayo se encuentra en el Capítulo 4.

Al mismo lado del camino y parcialmente rodeando la parcela n° 9 se encuentra una plantación de Pinus caribaea var. hondurensis del año 1973 (fig. 3.6a.; parcela 8). Más al este, las parcelas n° 5 y 10 presentan plantaciones de Pinus caribaea var. caribaea establecidas en los años 1972 y 1971 respectivamente. Estas plantaciones todavía no han cerrado su dosel a los 7 años de edad y necesitan limpiezas anuales. La forma de los árboles es buena, pero el crecimiento es muy lento, probablemente por el mal drenaje. Finalmente la parcela n° 7 corresponde al ensayo de 10 procedencias de Pinus caribaea var. hondurensis de 1973 cuyos resultados preliminares se presentan en el Capítulo 4.

### 3.6.3. El Arboretum de Puente Cajón

La experiencia obtenida con el Arboretum de 1950 indicó la necesidad de adoptar otro sistema de experimento sobre terrenos más amplios. Se empezó en Puente Cajón entre 1965 y 1968, con parcelas replicadas en Florencia Sur en el año 1968. El ensayo contiene parcelas cuadradas de 400 m<sup>2</sup> (20 x 20 m) por especie, a diversos espaciamientos, según los requerimientos de cada especie; la mayoría fue plantada a 2 x 2 m. Entre las parcelas se dejaron callejones de aislamiento, que se rellenaron con árboles de diferentes especies del género pino en 1974 y 1975. En el año 1977, las parcelas más prometedoras se midieron y fueron raleadas pocos meses después. Los datos se presentan en el Cuadro 3.6B. y muestran la mayor adaptabilidad de las coníferas. Hay aparentemente pocas especies latifoliadas valiosas que se desarrollan bien en estos suelos húmedos y pesados.

Aunque Pinus caribaea ocupa el primer lugar entre las coníferas en el cuadro 3.6B. con un I.M.A. de alrededor de 30 m<sup>3</sup>/ha/año, su forma no es la mejor, especialmente si la comparamos con la forma de P. oocarpa que crece en un sitio casi idéntico. También presentan muy buena forma Araucaria hunsteinii y A. cunninghamii, aunque la yema terminal muy pronunciada en la última especie sufre por el viento, como se puede ver en la fig. 3.6d. La dificultad de obtener buenas semillas de estas especies es una de las causas de la ausencia de mayor número de ensayos con Araucaria.

De todos los Eucalyptus que se plantaron, solamente E. alba (parcela 11-4) y E. deglupta (parcela 5-3) dieron resultados satisfactorios. E. alba (que en este caso se dice es E. urophylla) tiene muy buena forma para postes y tiene la ventaja que rebrota del tronco después de haber sido cortado el árbol. E. deglupta creció bien al inicio pero durante los últimos años han muerto varios árboles, tal vez por el drenaje insuficiente de este sitio.



Figura 3.6d.: Parcela de *Araucaria cunninghamii* plantado en 1966, a 12,5 años de edad (1979) en el Arboretum de Puente Cajón, CATIE, Turrialba. Nótese la elongación de la yema terminal.

Gmelina arborea (parcela 9-5) que mostró alta supervivencia y vigoroso crecimiento durante los primeros años, necesita raleos tempranos y frecuentes para mantener su crecimiento y alcanzar buena forma. Esta parcela se raleó a los 10 años de edad cuando el I.M.A. era de 32 m<sup>3</sup>/ha/año para todos los árboles de la parcela, pero solo 15,9 m<sup>3</sup>/ha/año para los 36 árboles centrales. Estas cifras demuestran claramente que al permitir, por falta de raleos, una competencia exagerada entre los árboles se puede perder, como en este caso, hasta 50% del incremento en volumen. A la edad de 4 años, en 1971, se plantó caoba, Swietenia macrophylla, entre los árboles de Gmelina en esta parcela. La idea era de proveer sombra para disminuir el ataque a los árboles de caoba del barrenador de la yema terminal, Hypsipyla grandella. Este experimento se comenta en el Capítulo 8, junto con otras investigaciones sobre la protección forestal. La reacción de Swietenia al raleo del año 1977 fue muy fuerte; al abrir el dosel de Gmelina, los árboles de caoba empezaron a crecer vigorosamente aunque todavía atacados por Hypsipyla. La reacción de caoba fue similar en la parcela de Cassia siamea donde se interplantó también Swietenia macrophylla (parcela 9-3). Además, Cassia siamea tenía alto porcentaje de fustes dobles o triples a alturas relativamente bajas.

Casuarina equisetifolia (parcela 9-2) parece una especie muy flexible en cuanto a sus requerimientos ecológicos. Crece tanto a nivel del mar en climas con una estación seca muy marcada, así como en Turrialba a 600 metros con alta pluviosidad y una humedad atmosférica encima de 80%. Parece una buena especie para cortinas rompevientos y leña.

Entre las diferentes especies de Terminalia plantadas en Puente Cajón, la mejor parece ser T. myriocarpa. La forma de los árboles no es de las mejores, pero el incremento volumétrico es bueno. Apparentemente T. myriocarpa aguanta estas condiciones húmedas, no así T. ivorensis que sufre aún más por el suelo pesado que teca, Tectona grandis. Otra especie que acepta estas condiciones ambientales es Anthocephalus cadamba, que sufre de muerte regresiva ("die-back") en otros sitios mejor drenados. La forma de los fustes varía mucho con el espaciamiento empleado; en este caso el espaciamiento inicial fue muy amplio con 5 x 5 m, por lo tanto, los árboles formaron fustes muy cónicos, con un diámetro alto en relación con su altura.

Cuadro 3.6B. Resultados de las mediciones de las parcelas de

Los datos antes raleo (AR) son de junio 1977, después siguientes son de agosto 1978. Superficie de cada

ESPECIE	FECHA DE PLANTACION	N (arb./ha)		ESPACIAMIENTO INICIAL
		AR	DR	
1. <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	8-1965	1 500	850	2 x 2 m
2. <u>Pinus oocarpa</u>	8-1965	1 150	700	2 x 2 m
3. <u>Pinus kesiya</u>	5-1967	2 050	1 125	2 x 2 m
4. <u>Araucaria</u> <u>hunsteinii</u>	7-1966	1 325	800	2 x 2 m**
5. <u>Araucaria</u> <u>cunninghamii</u>	7-1966	700	700	2 x 2 m**
6. <u>Eucalyptus alba</u>	6-1968	1 300	650	2 x 2 m
7. <u>Eucalyptus</u> <u>deglupta</u>	6-1966	600	300	2 x 2 m**
8. <u>Gmelina arborea</u> (parcela completa)	6-1967	2 450	1 200	2 x 2 m
9. <u>Gmelina arborea</u> (36 árboles cen- trales)	6-1967	2 450	1 200	2 x 2 m
10. <u>Terminalia</u> <u>myriocarpa</u>	6-1968	2 475	2 050	2,5 x 2,5
11. <u>Casuarina</u> <u>equisetifolia</u>	5-1967	1 525	900	2,5 x 2,5
12. <u>Cassia siamea</u>	5-1967	900	625	3,3 x 3,3
13. <u>Anthocephalus</u> <u>cadamba</u>	9-1966	375	375	5 x 5 m
14. <u>Cupressus</u> <u>lusitanica</u>	5-1966	650	650	2,2 x 2,2 m**
<u>Cupressus</u> <u>lusitanica</u>	8-1966	775	775	2,2 x 2,2 m**
15. <u>Araucaria</u> <u>columnaris</u>	6-1968	750	750	2 x 2 m**
16. <u>Toona ciliata</u>	5-1968	2 075	1 050	2 x 2 m
17. <u>Aucoumea</u> <u>klaineana</u>	8-1965	1 725	1 725	2 x 2 m
18. <u>Pentaclethra</u> <u>macroloba</u>	5-1966	1 300	1 300	2 x 2 m



introducción. Arboretum Puente Cajón, CATIE, Turrialba.

raleo (DR) de octubre 1977. Los datos de las especies N<sup>o</sup> 17 y parcela: 0,04 ha.

d̄ (cm)		h̄ ALT. PROMED. (m)		G AREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)		f Factor de forma	V VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)		IMA (m <sup>3</sup> / ha/año)	*UBICA- CION HILERA LOTE
AR	DR	AR	DR	AR	DR		AR	DR		
20,8	23,1	14,0	14,3	50,9	37,7	0,50	356	269	30,2	2-5
18,4	20,5	15,0	16,5	30,6	24,3	0,57	262	228	22,2	4-1
16,1	17,3	10,0	10,9	41,8	27,0	0,50	209	147	20,7	9-1
20,4	21,2	13,7	13,2	43,2	30,8	0,51	302	207	27,7	8-5
20,9	20,9	13,4	13,4	23,1	23,1	0,36	111	111	10,2	6-2
17,7	17,7	17,2	19,7	32,6	19,8	0,41	227	160	25,2	11-4
20,5	22,9	17,5	19,2	19,0	12,6	0,46	153	111	13,9	5-3
17,0	18,2	12,5	11,6	54,5	31,2	0,47	320	170	32,0	9-5
12,7	14,7	11,0	11,4	30,7	20,4	0,47	159	109	15,9	9,5
18,9	19,4	13,7	14,8	44,2	31,0	0,49	297	225	33,0	13-2
14,7	16,2	14,5	14,5	25,7	19,2	0,53	197	164	19,5	9-2
22,2	21,4	13,5	14,3	34,8	23,8	0,40	188	136	18,6	9-3
29,4	29,4	11,1	11,1	27,2	27,2	0,40	121	121	11,3	8-2
17,9	17,9	11,0	11,0	16,3	16,3	desc.	---	---	--	8-4
18,2	18,2	12,0	12,0	20,2	20,2	desc.	---	---	--	7-3
8,9	8,9	5,0	5,0	4,3	4,3	desc.	---	---	--	12-3
14,0	17,0	7,5	9,8	32,3	20,5	0,50	121	100	13,3	10-9
8,3	8,3	6,0	6,0	9,3	9,3	desc.	---	---	--	4-5
15,6	15,6	8,5	8,5	24,8	24,8	desc.	---	---	--	5-4

Cont. Cuadro 3.6B.

ESPECIE	FECHA DE PLANTACION	N (arb./ha)		ESPACIAMIENTO INICIAL
		AR	DR	
19. <u>Eucalyptus maculata</u>	9-1968	1 400	1 400	2 x 2 m
20. <u>Eucalyptus citriodora</u>	6-1967	1 175	1 175	2 x 2 m
21. <u>Tectona grandis</u>	8-1965	2 500	2 500	2 x 2 m

SUPERVIVENCIA DE:

Pinus taeda: 35%

Pinus massoniana: 92%

Araucaria excelsa: 34%

Guarea guara: 96%

\*\* Raleado antes de 1977. Sin datos

$\bar{d}$ (cm)		$\bar{h}$ ALT. PROMED. (m)		G AREA BASAL (m <sup>2</sup> /ha)		Factor de forma	V VOLUMEN (m <sup>3</sup> /ha)		IMA (m <sup>3</sup> / ha/año)	*UBI- CACION HILERA LOTE
AR	DR	AR	DR	AR	DR		AR	DR		
9,9	9,9	9,6	9,6	10,1	10,1	desc.	---	---	--	10-7
9,7	9,7	13,5	13,5	10,5	10,5	desc.	---	---	--	9-7
12,2	12,2	8,2	8,2	29,4	29,4	desc.	---	---	--	3-4
										7-9
										6-3
										12-2
										10-11

\* La ubicación de las parcelas se encuentra en el mapa fig. 3.6e.

En el Cuadro 3.6C. se presentan los nombres de todas las especies ensayadas en el Arboretum de Puente Cajón. Las especies indicadas con + fueron eliminadas por distintas razones y en épocas diferentes. Cada especie de este Arboretum puede ser ubicada en el terreno con el número de hilera y del lote, indicados en el mapa fig. 3.6e.

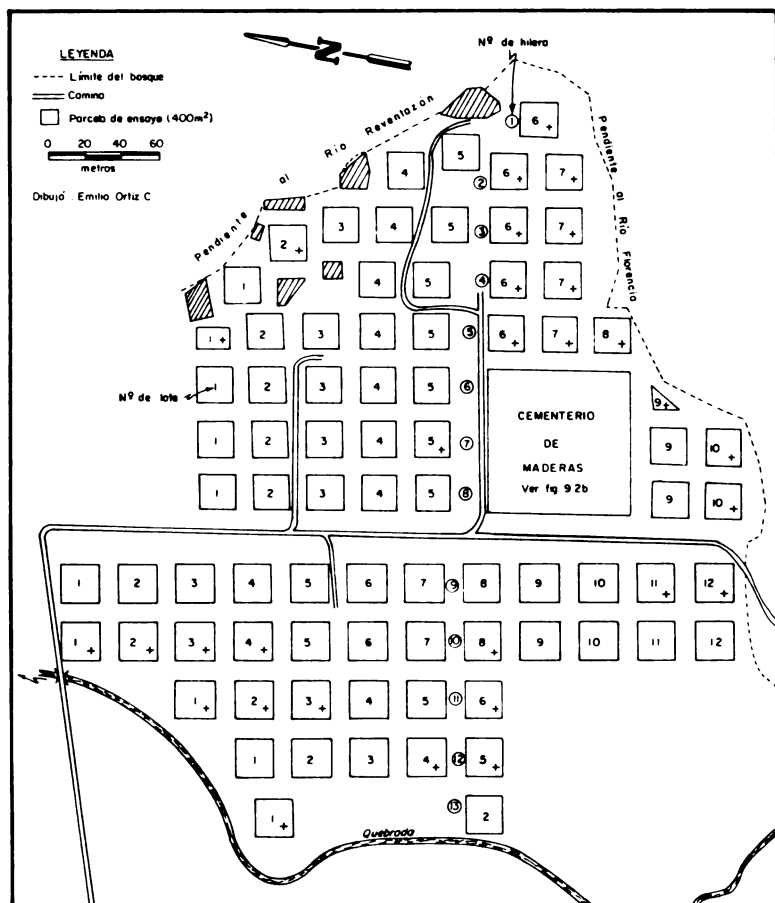


Fig. 3. 6e.: Arboretum de "Puente Cajón", CATIE, Turrialba. Leyenda: ver cuadro 3.6 C

Cuadro 3.6C. Lista de las especies plantadas en el Arboretum de "Puente Cajón", CATIE, Turrialba.

Para la ubicación de los lotes ver mapa, fig. 3.6e. Las especies indicadas con + fueron eliminadas.

Ubicación Nº de hilera y lote	Nombre científico	Familia	Nombre común	Fecha de plantación
1-6	<u>Pterocarpus hayesii</u> +	Papilionaceae	Cuajada amarillo	21-9-67
2-4	<u>Triplochiton scleroxylon</u>	Sterculiaceae	---	13-8-65
2-5	<u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u>	Pinaceae	Pino	13-8-65
2-6	<u>Sequoia sempervirens</u> +			1-9-67
2-7	<u>Widdringtonia juniperoides</u> +	Cupressaceae	---	1-9-67
3-2	<u>Terminalia ivorensis</u> +	Combretaceae	---	
3-3	<u>Erythrina poeppigiana</u>	Papilionaceae	Poró	24-5-69
3-4	<u>Tectona grandis</u>	Verbenaceae	Teca	12-8-65
3-5	<u>Swietenia macrophylla</u>	Meliaceae	Caoba	13-8-65
3-6	<u>Chamaecyparis lawsoniana</u>	Cupressaceae	Ciprés	2-7-67
3-7	<u>Melia azedarach</u> +	Meliaceae	---	1-9-67
4-1	<u>Pinus oocarpa</u>	Pinaceae	Pino <sup>o</sup> ocote	12-8-65
4-4	<u>Terminalia ivorensis</u>	Combretaceae	---	4-8-65
4-5	<u>Aucoumea klaineana</u>	Burseraceae	---	13-8-65
4-6	<u>Eucalyptus tereticornis</u> +	Myrtaceae	Eucalipto	7-2-67
4-7	<u>Pinus elliotii</u> +	Pinaceae	Pino	1-9-67
5-1	<u>Araucaria angustifolia</u> +	Araucariaceae	---	
5-2	<u>Agathis robusta</u>	Araucariaceae	---	23-9-66
5-3	<u>Eucalyptus deglupta</u>	Myrtaceae	Eucalipto	15-6-66
5-4	<u>Pentaclethra macroloba</u>	Mimosacea	Gavilán	9-5-66
5-5	<u>Eucalyptus grandis</u>	Myrtaceae	Eucalipto	9-5-66
5-6	<u>Albizia falcata</u> +	Mimosaceae	---	7-67
5-7	<u>Cryptomeria japonica</u> +	Taxodiaceae	---	23-11-66
5-8	<u>Ochroma lagopus</u> +	Bombacaceae	Balsa	23-11-66
6-1	<u>Cedrela odorata</u>	Meliaceae	Cedro amargo	5-69
6-2	<u>Araucaria cunninghamii</u>	Araucariaceae	---	28-7-66

Cont. Cuadro 3.6C.

Ubicación Nº de hilera y lote	Nombre científico	Familia	Nombre común	Fecha de plantación
6-3	<u>Pinus massoniana</u>	Pinaceae	---	5-68
6-4	<u>Tristania conferta</u>		---	10-10-67
6-5	<u>Quercus davidsoniae</u> y <u>Q. borucasana</u>	Fagaceae	Encino	7-66
6-6	<u>Cupressus lusitanica</u> +	Cupressaceae	Ciprés	18-10-66
6-7	<u>Cupressus lusitanica</u> (Nueva Zelanda)+	Cupressaceae	Ciprés	1-11-66
6-8	<u>Cupressus lusitanica</u> (Kenya)+	Cupressaceae	Ciprés	1-11-66
6-9	<u>Quercus oleoides</u> +	Fagaceae	Encino	
7-1-	<u>Pinus patula</u>	Pinaceae	Pino	21-9-66
7-2	<u>Cedrela odorata</u> y <u>Toona ciliata</u>	Meliaceae	Cedro	5-68
7-3	<u>Cupressus lusitanica</u>	Cupressaceae	Ciprés	19-5-66
7-4	<u>Tabebuia rosea</u>	Bignoniaceae	Roble	1-5-66
7-5	<u>Ceiba pentandra</u> +	Bombacaceae	Ceiba	
7-6	<u>Cupressus lusitanica</u> +	Cupressaceae	Ciprés	18-10-66
7-7	<u>Cupressus lusitanica</u> +	Cupressaceae	Ciprés	26-10-66
7-8	<u>Cupressus lusitanica</u> +	Cupressaceae	Ciprés	1-11-66
7-9	<u>Pinus taeda</u>	Pinaceae	Pino	23-11-66
7-10	<u>Artocarpus integrifolius</u> +	Moraceae	Jaca	24-11-66
8-1	<u>Eucalyptus</u> sp.	Myrtaceae	Eucalipto	24-5-69
8-2	<u>Anthocephalus cadamba</u>	Rubiaceae	Cadam	10-9-66
8-3	<u>Parkia biglandulosa</u>	Mimosaceae		6-7-66
8-4	<u>Cupressus lusitanica</u>	Cupressaceae	Ciprés	19-5-66
8-5	<u>Araucaria hunsteinii</u>	Araucariaceae	Araucaria	28-7-66
8-6	<u>Cupressus lusitanica</u> +	Cupressaceae	Ciprés	17-10-66
8-7	<u>Cupressus lusitanica</u> +	Cupressaceae	Ciprés	1-11-66
8-8	<u>Cupressus lusitanica</u> +	Cupressaceae	Ciprés	1-11-66
8-9	<u>Spathodea campanulata</u>	Bignoniaceae	Tulipan	19-4-67
8-10	<u>Colubrina ferruginosa</u> +	Rhamnaceae		19-4-67
9-1	<u>Pinus kesiya</u>	Pinaceae	Pino	15-5-67
9-2	<u>Casuarina equisetifolia</u>	Casuarinaceae	Pino aus- traliano	15-5-67
9-3	<u>Swietenia macrophylla</u> y <u>Cassia siamea</u> + y <u>Virola</u> <u>sebifera</u> +	Meliaceae y Caesalpiniace- ae y Myristi- caceae	Caoba y casia y fruta dorada	15-5-67

## Cont. Cuadro 3.6C.

Ubicación Nº de hilera y lote	Nombre científico	Familia	Nombre común	Fecha de plantación
9-4	<u>Albizia falcata</u>	Mimosaceae		16-5-67
9-5	<u>Gmelina arborea</u> y <u>Swietenia macrophylla</u>	Verbenaceae y Meliaceae	Melina Caoba	1-6-67
9-6	<u>Swietenia humilis</u>	Meliaceae	Caoba	8-6-67
9-7	<u>Eucalyptus citriodora</u>	Myrtaceae	Eucalipto	11-6-67
9-8	<u>Eucalyptus robusta</u>	Myrtaceae	Eucalipto	1-9-67
9-9	<u>Eucalyptus botryoides</u>	Myrtaceae	Eucalipto	20-9-67
9-10	<u>Eucalyptus</u> sp.	Myrtaceae	Eucalipto	9-68
9-11	<u>Grevillea robusta</u> +	Proteaceae	Gravilea	10-67
9-12	<u>Paulownia</u> sp.+	Scrophularia- ceae		10-67
10-1	<u>Eucalyptus pellita</u> +	Myrtaceae		12-6-68
10-2	<u>Eucalyptus tessellaris</u> +	Myrtaceae		28-5-68
10-3	<u>Eucalyptus resinifera</u> +	Myrtaceae		28-5-68
10-4	<u>Alnus nepalensis</u>	Betulaceae	Jaúl	28-5-68
10-5	<u>Fraxinus chinensis</u>	Oleaceae	Fresno	28-5-68
10-6	<u>Cedrela odorata</u>	Meliaceae	Cedro amargo	28-5-68
10-7	<u>Eucalyptus maculata</u>	Myrtaceae		12-9-68
10-8	<u>Fraxinus uhdei</u> +	Oleaceae	Fresno	6-5-68
10-9	<u>Toona ciliata</u> var. <u>australis</u>	Meliaceae	Cedro aus- traliano	6-5-68
10-10	<u>Cedrela odorata</u> y <u>Toona ciliata</u>	Meliaceae	Cedro aus- traliano	5-68
10-11	<u>Guarea trichilioides</u>	Meliaceae		27-10-67
10-12	<u>Cedrela odorata</u>	Meliaceae	Cedro	5-69
11-1	<u>Eucalyptus kirtoniana</u> +	Myrtaceae	Eucalipto	12-6-68
11-2	<u>Eucalyptus camaldulensis</u> +	Myrtaceae	Eucalipto	12-6-68
11-3	<u>Eucalyptus hemiphloia</u> +	Myrtaceae	Eucalipto	6-68
11-4	<u>Eucalyptus alba</u>	Myrtaceae	Eucalipto	13-6-68
11-5	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>	Caesalpinia- ceae		13-6-68
11-6	<u>Eucalyptus pilularis</u> +	Myrtaceae	Eucalipto	22-6-68
11-7	<u>Pithecolobium saman</u>	Mimosaceae	Cenfzaro	13-9-68
12-1	<u>Bombacopsis quinatum</u>	Bombacaceae	Pochote	22-6-68
12-2	<u>Araucaria excelsa</u>	Araucariaceae	Araucaria	22-6-68
12-3	<u>Araucaria columnaris</u>	Araucariaceae	Araucaria	22-6-68



Cont. Cuadro 3.6C.

Ubicación Nº de hilera y lote	Nombre científico	Familia	Nombre común	Fecha de plantación
12-4	<u>Hibiscus elatus</u>	Malvaceae	Majagua	22-6-68
12-5	<u>Eucalyptus microcorys</u> +	Myrtaceae	Eucalipto	13-9-68
13-1	<u>Schizolobium parahybum</u> +	Mimosaceae	Gallinazo	12-7-68
13-2	<u>Terminalia myriocarpa</u>	Combretaceae		6-68

#### 3.6.4. El Cementerio de Maderas

En 1970 se estableció un "Cementerio de Maderas" en Puente Cajón. La descripción del cementerio se presenta en el Capítulo 9 sobre Productos Forestales.

### 3.7. FLORENCIA SUR

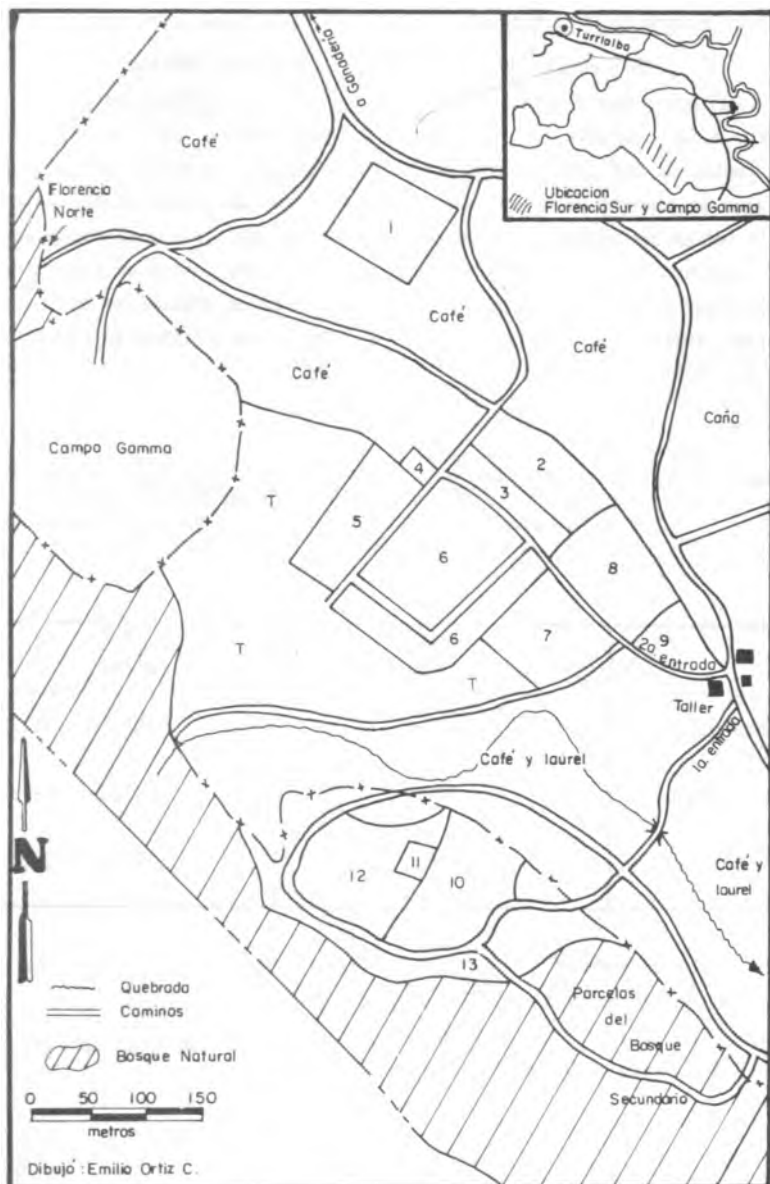
#### 3.7.1. Ubicación

El complejo de parcelas experimentales forestales llamado Florencia Sur se encuentra detrás del taller de la finca comercial del CATIE (ver figuras 1.2a. y 3.7a.). En el oeste las parcelas están rodeadas por el bosque secundario y en el este las parcelas colindan con cafetales. La mayoría de las parcelas se sitúan en terrenos ondulados con leves pendientes. El suelo tiene una fertilidad mediana y el drenaje es bueno, especialmente en las laderas. Las parcelas de Florencia Sur se ubican en dos sitios separados por una pequeña quebrada. Por esta razón existen dos vías de acceso distintas: una conduce a las plantaciones y la otra a las parcelas de selección de especies. La primera bifurca al sur del taller y va entre los cafetales al bosque secundario y a las plantaciones de Pinus caribaea y de Eucalyptus deglupta, parcelas nº 10 a 13 (ver sección 3.7.2.). La segunda bifurca al norte del taller y lleva a los experimentos con Pinus caribaea y los ensayos de introducción de especies forestales, parcelas nº 2 a 9, descritos en la sección 3.7.3. (ver fig. 3.7a.).

Todos los cafetales de Florencia Sur son caracterizados por la combinación de café con uno o dos estratos forestales. El primer estrato inmediatamente sobre el café, lo constituye el poró (Erythrina poeppigiana) plantado por estacas grandes para proveer sombra durante el desarrollo del café. Estos árboles se podan dos veces al año. El segundo estrato solo aparece en algunas partes, especialmente en los cafetales rodeados por el bosque secundario. Se trata de árboles de laurel (Cordia alliodora) establecidos por regeneración natural y aprovechables para madera de aserrío.

Figura 3.7a.: Leyenda de las plantaciones.

Nº de Parcela	Especies
1	Ensayo con <u>Terminalia ivorensis</u> en sistema taungya con maíz (1978). Ver sub-capítulo 6.2.
2	Plantación de 5 especies de Meliaceae (1972).
3	Plantación de 10 especies (1967).
4	Plantación de <u>Swietenia macrophylla</u> (1975).
5	Ensayo con 77 especies, árboles individuales en 4 replicaciones (1968).
6	Ensayo con 45 especies/procedencias, 45 árboles por lote (1968).
7	Ensayo con <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> en diferentes espaciamientos (1967).
8	Ensayo con diferentes procedencias/variedades de <u>Pinus caribaea</u> (1968).
9	Plantación de <u>Grevillea robusta</u> (1968).
10	Plantación de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1965).
11	Ensayo de <u>Pinus caribaea</u> con <u>Eucalyptus saligna</u> (1966).
12	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1968).
13	Plantación de <u>Carapa guianensis</u> (1973).
T	<u>Toona ciliata</u> , afectada por la muerte regresiva.



**Fig. 3.7 a.: Florencia Sur y Campo Gamma. Ubicación y principales plantaciones**

### 3.7.2. Plantaciones y ensayos

El primer camino de acceso cruza la quebrada "Molina" y sube hasta llegar a una plantación de Pinus caribaea var. hondurensis (fig. 3.7a.; parcela 10). El ensayo fue plantado en julio de 1965 y la fuente de las semillas fue Poptún (Guatemala), la misma que para el bosque de pino al norte de la entrada principal del CATIE (Coniferatum). Este bosque ha sido raleado parcialmente en el año 1977 y el producto se aprovechó para experimentos de utilización como postes de transmisión. En el año 1977 se estableció una parcela de mediciones en una parte apenas raleada; los datos de las primeras mediciones se presentan en el cuadro 3.7A.

Cuadro 3.7A. Mediciones de Pinus caribaea var. hondurensis (plantación julio 1965). Fecha de medición: mayo 1977 (edad 11,83 años), antes y después del raleo. Espaciamiento inicial 2,5 x 2,5 m. Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

	N (árbo./ha)	$\bar{d}$ (cm)	$\bar{h}$ (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	$V^*$ (m <sup>3</sup> /ha)	S%
Masa original	670	26,4	24,0	36,75	405,7	16,2
Masa extraída	240	21,9	21,5	9,05	87,2	----
Masa residual	430	28,6	25,0	27,70	318,5	20,2

(\*) Factor de forma  $f = 0,46$

Porcentaje de corteza: 21%

I.M.A. (cc): 34,3 m<sup>3</sup>/ha/año

I.M.A. (sc): 27,1 m<sup>3</sup>/ha/año

Entre la plantación de pino y el bosque secundario se halla una plantación de Carapa guianensis del año 1973 (fig. 3.7a.; parcela 13). Los árboles de Carapa se plantaron cuando la anterior plantación de Anthocephalus cadamba había muerto como resultado de la "muerte súbita" reportada primero en Turrialba (25). Al norte de la plantación de pino hay algunos árboles de Eucalyptus saligna y Pinus caribaea (parcela 11) que fueron objeto de una tesis (\*), y luego una plantación de Eucalyptus deglupta (parcela 12). Esta plantación en Florencia Sur es una de las más antiguas de Eucalyptus deglupta en el CATIE. Se instaló en el año 1968, con un espaciamiento inicial de 3 x 3 metros. La plantación fue sometida experimentalmente a dos intensidades de raleo sistemático. La primera tenía una intensidad de 50%, o sea eliminando líneas enteras alternantes en una sola dirección. La segunda tenía una intensidad de 75% y fueron eliminadas líneas enteras alternantes en ambas direcciones. En la parte raleada a 50% se midió una parcela de 0,1 ha. en el año 1977 de la cual se presentan los datos en el cuadro 3.7B.

---

(25) GIBSON, I.A.S. y NYLUND, J. Sudden death, a disease of Cadam (Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq.). Commonwealth Forestry Review 55(3): 219-227. 1976.

(\*) Op. cit. (40) pág. 56.

Cuadro 3.7B. Mediciones en una parcela de 0,1 ha de una plantación de Eucalyptus deglupta plantada en 1968, a 9,2 años de edad, Florencia Sur, CATIE, Turrialba. (1977).

N	(árboles/ha)	610
Espaciamiento inicial		3 x 3 m
Espaciamiento después del raleo	aprox.	3 x 6 m
$\bar{d}$	(cm)	21,8
$\bar{h}$	(m)	26,3
G	(m <sup>2</sup> /ha)	26,3
I.M.A.	(m <sup>3</sup> /ha/año)	29,9
S%		14,9

Parece que únicamente se justifica un raleo sistemático en plantaciones muy homogéneas. La intensidad del raleo, en el cual se eliminó 75% del número de árboles iniciales, es muy alta y trae como consecuencia una invasión de malezas y la formación de ramas gruesas y copas amplias en los eucaliptos. En cambio, un raleo que elimina el 50% del número de árboles iniciales parece adecuado a edades de 3 a 4 años.

La abundante vegetación de sotobosque dentro de la plantación de Eucalyptus es notable y señala que no hay efectos que indican inhibición de Eucalyptus sobre otros tipos de vegetación que crecen en su sombra, por lo menos bajo las condiciones del presente experimento.



### 3.7.3. Selecciones y ensayos de especies

La segunda entrada a Florencia Sur desde el taller, lleva a una parcela de Grevillea robusta (fig. 3.7a.; parcela 9). Esta especie, oriunda de Australia, se usa comunmente como árbol de sombra para café en zonas de mayor elevación en Centroamérica. La parcela fue plantada en el año 1968 con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 metros, sin asocio de café. El crecimiento fue satisfactorio y la parcela se raleó en setiembre de 1978. La madera raleada se aprovechó para postes de cerca. Los datos de mediciones se presentan en el cuadro 3.7C.

Cuadro 3.7C. Mediciones, antes y después del raleo, en una plantación de Grevillea robusta de 10 años de edad, 1978. Area + 500 m<sup>2</sup>. Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

	N (arb./ha)	d̄ (cm)	h̄ (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	S%
Masa original	1 420	16,8	14,2	31,5	15,6
Masa residual	800	18,5	14,8	21,5	20,7

Pasando la loma se observan dos experimentos importantes con Pinus caribaea. A mano izquierda se halla un ensayo de 4 espaciamientos y a mano derecha un experimento de variedades y procedencias. Se trata respectivamente de las parcelas N<sup>o</sup> 7 y 8 en la figura 3.7a.

### Ensayo de 4 espaciamientos con *Pinus caribaea* var. *hondurensis*

El experimento fue establecido en octubre de 1967 y consiste en cuatro diferentes tratamientos en dos sitios: Florencia Sur y Florencia Norte (ver subcapítulo 3.9). Los tratamientos incluyen espaciamientos de 2 x 2 m; 2,5 x 2,5 m; 3 x 3 m; y 3,5 x 3,5 m y el diseño experimental comprende 100 árboles por tratamiento y por sitio. El objetivo consistía en investigar la influencia del espaciamiento inicial de plantación sobre el crecimiento de esta especie. El espaciamiento adecuado se determina, tomando en cuenta los productos que se desean obtener de la plantación y el sistema de raleo que ha de seguirse. Los resultados demuestran que lo ideal es un espaciamiento que garantiza desde el inicio un número suficiente de árboles para hacer los raleos, para así optimizar la forma y calidad de los fustes remanentes. En las condiciones de Turrialba, el espaciamiento recomendado para *Pinus caribaea* es de 2,5 x 2,5 metros. Los árboles se midieron periódicamente y los resultados presentados en una tesis de un estudiante graduado (48) son resumidos en la figura 3.7b.

En el año 1976 se cortaron varios árboles en las parcelas y un raleo completo fue realizado en el año 1977 con una intensidad de 33%. Actualmente ya no es tan fácil distinguir entre las parcelas con diferentes espaciamientos iniciales, pero todavía se pueden observar árboles altos delgados en la parcela de 2 x 2 m y árboles gruesos y más cónicos en la parcela de 3,5 x 3,5 m. La ubicación de las distintas parcelas se indica en la figura 3.7c. En el año 1977 se estableció una parcela de 0,1 ha. en el experimento con el espaciamiento 3,5 x 3,5 m. Los resultados de las mediciones se presentan en el cuadro 3.7d.

---

(48) MUSALEM SANTIAGO, M. Estudio del comportamiento de *Pinus caribaea* Morelet en el trópico húmedo, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CIEI, 1973. 108 p.

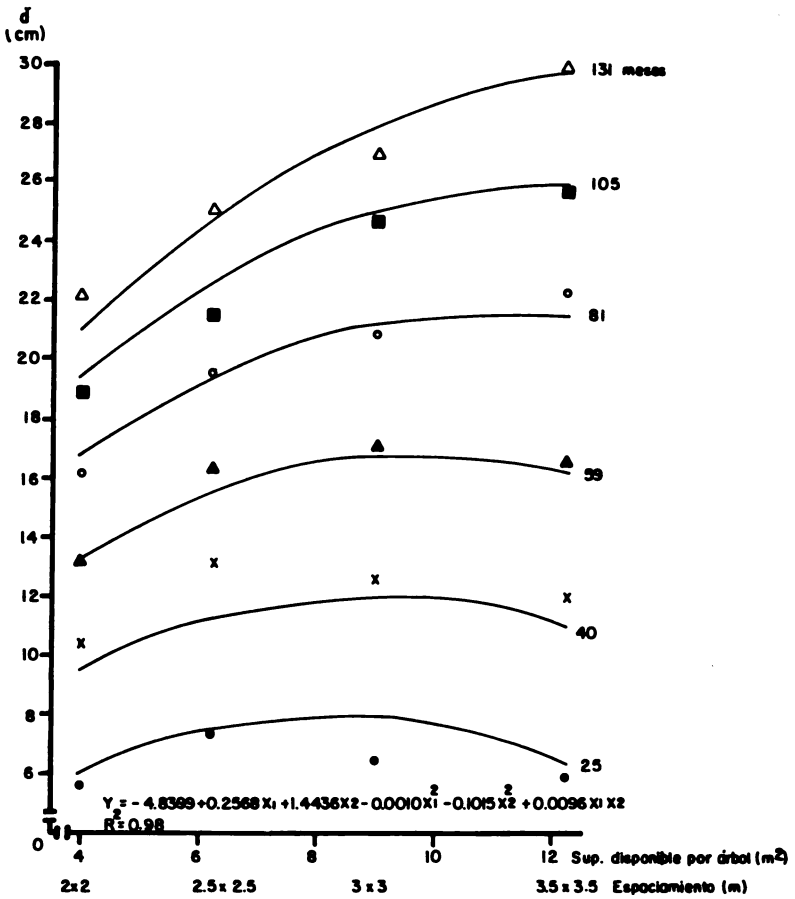
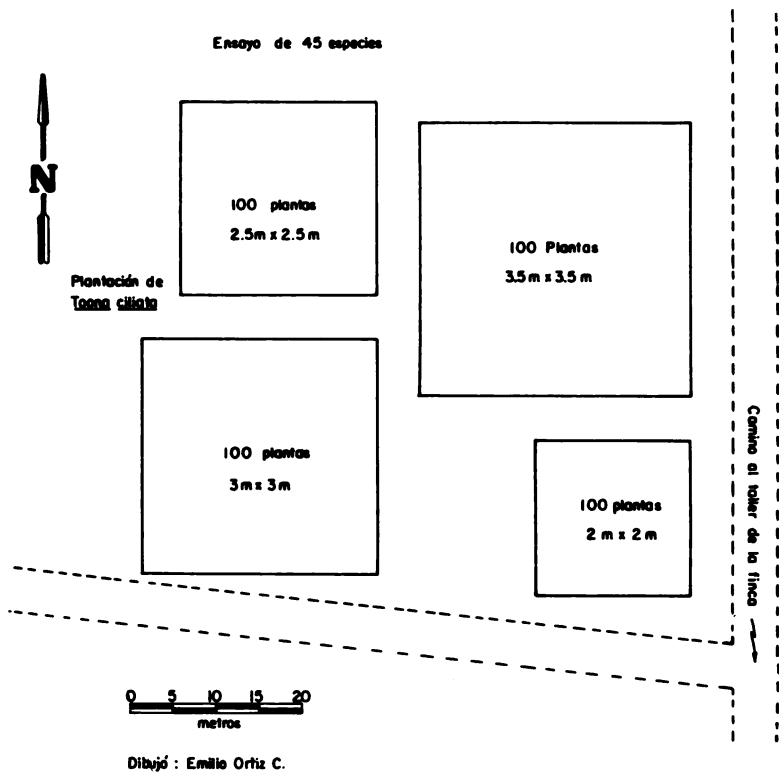


Fig. 3.7b.: Aproximación de la relación edad-espaciamento - diámetro para *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, de 25 a 131 meses de edad. Ensayo de 4 espaciamientos, Florencia Sur y Florencia Norte, CATIE, Turrialba



**Fig. 3.7c.**: Ensayo de 4 espaciamientos con Pinus caribaea var hondurensis, establecido el 6 de octubre de 1967. Ubicación de los lotes en Florencia Sur, CATIE, Turrialba

Cuadro 3.7D. Mediciones de una parcela de 0,1 ha en una plantación de Pinus caribaea var. hondurensis, plantada en 1967, a 9,75 años de edad (1977). Espaciamiento inicial 3,5 x 3,5 m. Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

	N (árbo./ha)	$\bar{d}$ (cm)	$\bar{h}$ (m)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V* (m <sup>3</sup> /ha)	S%
Masa original	600	26,5	21,0	33,2	321	20,5
Masa extraída	200	24,3	20,0	9,3	84	----
Masa residual	400	27,6	21,5	23,9	237	25,1

(\*) Porcentaje de corteza: 21%; factor de forma:  $f = 0,46$

I.M.A. (cc): 32,9 m<sup>3</sup>/ha/año

I.M.A. (sc): 26,0 m<sup>3</sup>/ha/año

#### Variedades y procedencias de Pinus caribaea

El objetivo del experimento es determinar la adaptabilidad y el crecimiento tanto cualitativo como cuantitativo de 3 variedades y 4 procedencias de Pinus caribaea en condiciones de Turrialba. El experimento consiste en las parcelas siguientes: Pinus caribaea var. caribaea (procedente de Cuba); Pinus caribaea var. bahamensis (procedente de las Bahamas); Pinus caribaea var. hondurensis (procedente de Belice); Pinus caribaea var. hondurensis (procedente de Nicaragua), con repeticiones en cuatro sitios: Florencia Sur, Florencia Norte, Bajo San Lucas y Atirro (al sur del CATIE, en el Valle de Turrialba). El experimento fue iniciado en junio de 1968 con un espaciamento inicial de 2,5 x 2,5 metros. La ubicación de las parcelas de Florencia Sur se desprende del esquema figura 3.7d. Los resultados preliminares se presentaron en una tesis de un estudiante posgraduado (\*) y los resultados del ensayo completo son discutidos en el Capítulo 4.

(\*) Op. cit. (48) pág. 118.

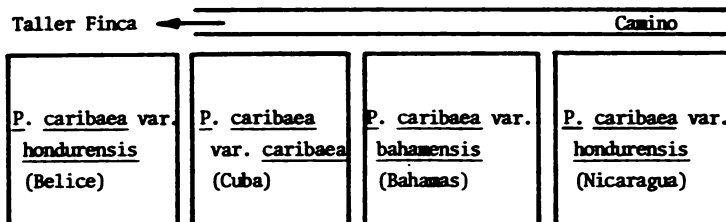


Figura 3.7d.: Ubicación de cuatro parcelas de variedades y procedencias de Pinus caribaea en Florencia Sur, CATIE, Turrialba. Los nombres entre paréntesis corresponden a las procedencias.

Ensayo de adaptabilidad de 45 especies y procedencias

Como parte del programa de ensayos de producción de especies forestales, se instalaron 45 parcelas experimentales en Florencia Sur (fig. 3.7a.; parcela 6). El experimento se inició en julio de 1968. El objetivo del ensayo era de determinar las especies y/o procedencias que se adaptan mejor a las condiciones de este sitio. Las parcelas rectangulares miden 12,5 x 22,5 metros con 5 hileras de 9 árboles cada una con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m. Cada parcela contiene una especie o procedencia de una especie particular. La identificación de las parcelas en el campo se hace con el mapa figura 3.7e. y el cuadro 3.7E. Periódicamente se midieron los árboles y en el año de 1977, cuando el ensayo tenía 9 años de edad, las parcelas que lo necesitaban fueron raleadas. Los datos de mediciones del año 1977 se presentan en el cuadro 3.7E.

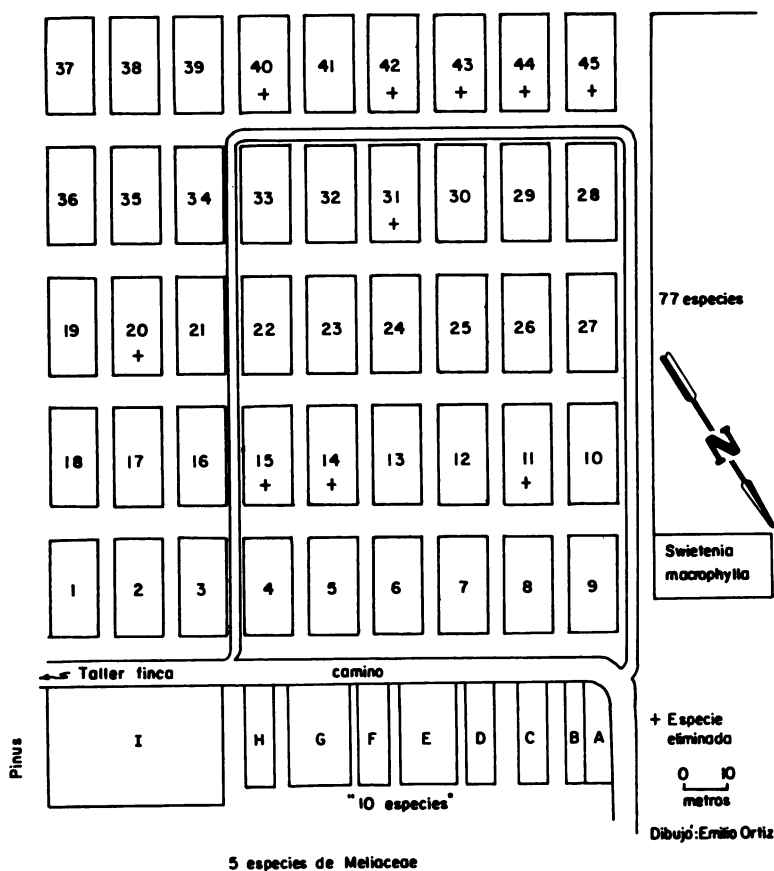


Fig. 3.7e.: Ubicación de las parcelas de los ensayos "45 especies / procedencias de 1968" y "10 especies de 1967" en Florencia Sur, CATIE, Turrialba. Ver las leyendas en los cuadros 3.7E. y 3.7 F.

Cuadro 3.7E. Mediciones de 45 especies/procedencias, plantadas en 1968, a 9 años de edad (1977).  
AR = Antes del raleo; DR = Después del raleo. Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

Nº PARCELA (Vea fig. 3.7e.)	ESPECIE	SUPER VIVENCIA	Nº de árboles raleados	d (cm) A.R. D.R.	h (m) A.R. D.R.	G (m <sup>2</sup> /ha) inicial	G (m <sup>2</sup> /ha) raleado	G (m <sup>2</sup> /ha) residual
1	<u>Albizia falcata</u>	11/45	0	18,6 18,6	10,3 10,3	10,6	0	10,6
2	<u>Albizia falcata</u>	11/45	0	21,8 21,8	13,2 13,2	14,6	0	14,6
3	<u>Albizia falcata**</u>	0	-	- -	- -	-	-	-
4	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>	20/45	6	21,2 22,2	15,9 16,8	25,1	5,8	19,3
5	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>	29/45	11	22,6 24,0	10,1 18,8	41,4	12,3	29,1
6	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>	15/45	3	24,4 23,8	16,9 17,1	23,7	3,7	20,0
7	<u>Araucaria humsteini</u>	26/45	3	19,9 20,8	10,3 10,6	28,7	0,9	27,8
8	<u>Ceiba pentandra</u>	0	-	- -	- -	-	-	-
9	<u>Ceiba pentandra</u>	38/45	19	17,6 17,7	3,9 4,2	32,8	16,2	16,6
10	<u>Bombax malabaricum</u>	41/45	26	14,3 16,1	2,8 3,2	23,5	16,8	6,7
11	<u>Ceiba pentandra</u>	0	-	- -	- -	-	-	-
12	<u>Araucaria cunninghamii</u>	39/45	12	18,6 19,6	11,0 11,3	37,7	8,7	29,0



13	<u>Ochroma lagopus</u>	13/45	11	10,9	16,3	9,1	13,0	4,3	2,8	1,5
14	<u>Eucalyptus kirtoniana</u>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
15	<u>Eucalyptus</u> sp.	0	-	-	-	-	-	-	-	-
16*	<u>Eucalyptus grandis</u>	27/45	10	26,5	27,9	31	32,2	53,0	16,0	37,0
17*	<u>Eucalyptus saligna</u>	29/45	13	27,4	32,6	30,4	30,7	60,8	13,2	47,6
18	<u>Eucalyptus saligna</u>	8/45	4	22,1	25,9	15,5	17,3	10,9	3,4	7,5
19*	<u>Eucalyptus grandis</u>	31/45	11	26,2	28,1	30,3	32,5	59,4	15,4	44,0
20	<u>Eucalyptus saligna</u>	0	-	-	-	-	-	-	-	-
21*	<u>Eucalyptus deglupta</u>	33/45	12	20,9	22,6	22,4	24,5	39,9	9,8	30,1
22	<u>Eucalyptus maculata</u>	32/45	11	18,3	19,7	19,4	21,6	29,9	7,1	22,8
23	<u>Eucalyptus maculata</u>	34/45	10	18,3	19,3	18,4	19,7	31,8	6,7	25,1
24*	<u>Ochroma lagopus</u>	22/45	10	23,1	24,7	17,0	17,3	32,8	12,3	20,5
25*	<u>Gmelina arborea</u>	36/45	18	29,6	31,6	20,7	21,3	88,1	37,9	50,2
26*	<u>Gmelina arborea</u>	30/45	6	29,4	30,9	18,7	19,8	72,4	8,3	64,1
27	<u>Bombacopsis guinatum</u>	35/45	13	12,6	13,6	6,2	6,7	15,5	4,1	11,4
28*	<u>Gmelina arborea</u>	33/45	13	35,5	?	18,5	?	115,0	?	?
29*	<u>Gmelina arborea</u>	33/45	13	33,5	?	22,7	?	103,4	?	?
30*	<u>Gmelina arborea</u>	34/45	15	32,5	34,7	23,8	24,5	100,3	36,1	64,2

Nº PARCELA (Vea fig. 3.7e.)	ESPECIE	SUPER VIVENCIA	Nº de árboles raleados	d (cm) A.R. D.R.	h (m) A.R. D.R.	G (m <sup>2</sup> /ha) inicial	G (m <sup>2</sup> /ha) raleado	G (m <sup>2</sup> /ha) residual
31	<u>Entandrophragma utile</u>	0	-	-	-	-	-	-
32	<u>Khaya ivorensis</u>	45/45	21	17,1 18,4	15,6 18,0	36,8	14,0	22,8
33	<u>Toona ciliata</u>	43/45	23	18,5 21,7	15,9 17,8	41,1	14,8	26,3
34	<u>Eucalyptus robusta</u>	36/45	26	13,5 17,0	13,6 19,3	18,3	10,2	8,1
35	<u>Terminalia ivorensis</u>	31/45	9	22,0 22,6	20,8 21,4	41,9	10,5	31,4
36	<u>Terminalia ivorensis</u>	24/45	4	25,3 25,7	20,3 20,6	42,9	5,9	37,0
37*	<u>Terminalia superba</u>	36/45	12	19,9 22,7	11,6 13,5	28,7	8,4	20,3
38*	<u>Terminalia ivorensis</u>	39/45	19	17,7 20,1	17,0 18,8	34,1	11,5	22,6
39*	<u>Terminalia myriocarpa</u>	35/45	10	25,5 26,9	21,2 21,5	63,6	12,8	50,8
40*	<u>Anthocephalus cadamba</u>	0	-	-	-	-	-	-
41	<u>Khaya nyasica</u>	26/45	11	17,5 18,7	13,9 15,2	22,2	7,5	14,7
42	<u>Alnus acuminata</u>	0	-	-	-	-	-	-
43	<u>Alnus nepalensis</u>	0	-	-	-	-	-	-
44	<u>Fraxinus chinensis</u>	0	-	-	-	-	-	-
45	<u>Fraxinus chinensis</u>	0	-	-	-	-	-	-

\*Raleado en 1971 y de nuevo en 1977

\*\*Luego reemplazado por Swietenia humilis



Figura 3.7f.: Parcela de Eucalyptus saligna de julio 1968, a 10,5 años de edad en el ensayo de 45 especies y procedencias en Florencia Sur. CATIE, Turrialba (1979).

Se observa un muy buen crecimiento de Eucalyptus grandis, E. saligna y E. deglupta. Estas especies combinan un crecimiento rápido con una muy buena forma, como se puede ver en la figura 3.7f. Araucaria hunsteinii y A. cunninghamii muestran una buena adaptabilidad y forma, combinado con un crecimiento relativamente rápido. De las tres especies de Terminalia, la más sobresaliente fue T. ivorensis (ver figura 3.7g.), aunque T. superba también es promisoría. La forma de los árboles es buena y el crecimiento es rápido. Estas características y la copa restringida, hacen que la especie podría ser de gran interés para plantaciones en las cuales se combinan árboles con cultivos bajo el Sistema "Taungya", o aún en cafetales. La forma de Terminalia myriocarpa es inferior a la forma de las otras especies de Terminalia, pero su crecimiento en volumen es superior.

Gmelina arborea, representada por 5 procedencias, muestra un desarrollo muy vigoroso, pero la forma de los árboles exteriores no es tan buena debido al evidente efecto de borde en el perímetro de las parcelas. Los fustes son muy cónicos y la especie tiende a formar ramas gruesas bajo estas condiciones. Mediante un manejo adecuado de una plantación a mayor escala es de esperar que la forma de esta especie se mejore considerablemente. La madera sirve tanto para pulpa como para aserrío. No se han podido determinar diferencias significativas entre las diferentes procedencias.

La adaptabilidad de Khaya ivorensis y K. nyasica, caobas nativas de Africa, es aparentemente buena y su forma y crecimiento es aceptable, teniendo en mente el alto valor de la madera. Aunque han habido algunos ataques del barrenador Hypsipyla, el daño no es de gran importancia, y por lo tanto esta especie merece mayor investigación. El problema que impide una nueva investigación reside en la dificultad de obtener semillas de buena calidad. El crecimiento que no es tan rápido, hace que las investigaciones necesitarán un período relativamente largo para poder sacar conclusiones representativas.

La parcela de Toona ciliata, otra especie resistente al ataque de Hypsipyla, se presenta bien. El crecimiento es relativamente rápido y la forma es aceptable si se podan las ramas laterales. Sin embargo, una plantación a mayor escala, también realizada en Florencia Sur, sufrió de una muerte regresiva, después de un crecimiento inicial muy promisorio. Se trata de toda la superficie marcada por una "T" en la



Figura 3.7g.: Parcela de *Terminalia ivorensis* de julio 1968 a 11 años de edad, en el ensayo de 45 especies y procedencias en Florencia Sur. CATIE, Turrialba (1979).

figura 3.7a. El mismo fenómeno también se ha observado en otros lugares de Costa Rica.

### Diez especies

Al nordeste de las parcelas antes mencionadas se encuentra un bloque de 9 parcelas con 10 diferentes especies. Los árboles fueron plantados en octubre de 1967. Debido a la ausencia de un programa de investigación para estas parcelas se abandonó este experimento. En la figura 3.7e. se indica el sitio del ensayo y las especies utilizadas son mencionadas en el cuadro 3.7F.

Cuadro 3.7F. Ensayo de "las diez especies" de 1967, Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

Lista de especies y leyenda de la figura 3.7e.

- |  |  |
|--|--|
| A. <u>Swietenia macrophylla</u>                            | F. <u>Cabralea</u> sp.   |
| B. <u>Hibiscus elatus</u>                                  | G. <u>Swietenia macrophylla</u> +<br><u>Schizolobium parahybum</u> |
| C. <u>Juglans boliviana</u>                                | H. <u>Colubrina ferruginosa</u>                                    |
| D. <u>Bombacopsis quinatum</u>                             | I. <u>Cedrela odorata</u>  |
| E. <u>Cupressus lusitanica</u> +<br><u>Albizia falcata</u> |  |

### Ensayo de 77 especies con árboles individuales

El objetivo del experimento fue la determinación de las especies que se adaptan a las condiciones de Florencia Sur, Turrialba, y el estudio del comportamiento inicial con y sin fertilización. La plantación algo simula un bosque mixto y teóricamente podría dar indicaciones sobre interacciones entre especies contiguas, por lo menos durante la fase inicial. El experimento consistió en plantar 77 árboles de diferentes especies y procedencias distribuidas al azar en una parcela, con 4 replicaciones en el mismo sitio y con replicaciones en 3 lugares (Puente Cajón, Florencia Sur y Bajo San Lucas). El espaciamiento utilizado fue de 3 x 3 metros, resultando en un área de 21 por 33 metros por parcela. Se dejó una hilera sin plantas entre las parcelas. El diseño y la leyenda correspondientes se presentan en la figura 3.7h. El experimento se instaló en el campo el 14 de agosto de 1968.

En el mes de diciembre de 1969, cuando las plantas tenían una edad de 1,33 años, se midieron los diámetros y alturas de todos los árboles. En el cuadro 3.7G. se presentan los 20 árboles de mayor altura de las parcelas no fertilizadas (II y IV en la fig. 3.7h.) y se compara el comportamiento de estas mismas especies en las parcelas fertilizadas. Se observa una variación tremenda entre el crecimiento de los árboles fertilizados y no fertilizados. Obviamente existe una influencia de la fertilización sobre el crecimiento inicial, pero fue imposible cuantificarla con solamente un árbol por especie. Aunque el diseño experimental parece débil con solo un representante por especie/procedencia en 4 replicaciones por sitio, los resultados presentados en el cuadro 3.7G. muestran claramente una tendencia. De las 20 especies con mayores alturas en las parcelas no fertilizadas, quince figuran también entre las primeras veinte especies con mayores alturas en las parcelas fertilizadas. Es interesante comparar los datos del cuadro 3.7G. con los resultados obtenidos en otros ensayos de introducción de especies efectuados en Puente Cajón (ver subcapítulo 3.6.) y Florencia Sur (ver cuadro 3.7E.).

ENSAYO DE 77 ESPECIES

Florencia Sur

Leyenda de la figura 3.7h.

NUMERO	ESPECIE	NUMERO	ESPECIE
1	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	43	<i>Terminalia ivorensis</i>
2	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i>	44	<i>Terminalia ivorensis</i>
3	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i>	45	<i>Terminalia ivorensis</i>
4	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	46	<i>Terminalia ivorensis</i>
5	<i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i>	47	<i>Terminalia ivorensis</i>
6	<i>Pinus kesiya</i>	48	<i>Terminalia myriocarpa</i>
7	<i>Pinus kesiya</i>	49	<i>Gmelina arborea</i>
8	<i>Pinus oocarpa</i>	50	<i>Gmelina arborea</i>
9	<i>Pinus elliottii</i>	51	<i>Gmelina arborea</i>
10	<i>Pinus tropicalis</i>	52	<i>Gmelina arborea</i>
11	<i>Pinus occidentalis</i>	53	<i>Tectona grandis</i>
12	<i>Araucaria humsteinii</i>	54	<i>Tectona grandis</i>
13	<i>Araucaria cunninghamii</i>	55	<i>Tectona grandis</i>
14	<i>Entandrophragma utile</i>	56	<i>Tectona grandis</i>
15	<i>Eucalyptus saligna</i>	57	<i>Fraxinus chinensis</i>
16	<i>Eucalyptus saligna</i>	58	<i>Fraxinus uhdei</i>
17	<i>Eucalyptus saligna/grandis</i>	59	<i>Cordia alliodora</i>
18	<i>Eucalyptus grandis</i>	60	<i>Cordia alliodora</i>
19	<i>Eucalyptus grandis</i>	61	<i>Colubrina ferruginosa</i>
20	<i>Eucalyptus maculata</i>	62	<i>Colubrina ferruginosa</i>
21	<i>Eucalyptus maculata</i>	63	<i>Albizia falcata</i>
22	<i>Eucalyptus robusta</i>	64	<i>Albizia falcata</i>
23	<i>Eucalyptus</i> sp.	65	<i>Albizia falcata</i>
24	<i>Eucalyptus deglupta</i>	66	<i>Enterolobium cyclocarpum</i>
25	<i>Eucalyptus alba</i>	67	<i>Schizolobium parahybum</i>
26	<i>Eucalyptus kirtoniana</i>	68	<i>Alnus nepalensis</i>
27	<i>Eucalyptus tessellaris</i>	69	<i>Alnus acuminata</i>
28	<i>Eucalyptus citriodora</i>	70	<i>Virola koschnyi</i>
29	<i>Toona ciliata</i>	71	<i>Hibiscus elatus</i>
30	<i>Khaya ivorensis</i>	72	<i>Hibiscus elatus</i>
31	<i>Cedrela odorata</i>	73	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>
32	<i>Cedrela odorata</i>	74	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>
33	<i>Swietenia humilis</i>	75	<i>Acrocarpus fraxinifolius</i>
34	<i>Swietenia macrophylla/mahagoni</i>	76	<i>Anthocephalus cadamba</i>
35	<i>Swietenia macrophylla</i>	77	<i>Juglans boliviana</i>
36	<i>Bombax malabaricum</i>		
37	<i>Bombacopsis quinatum</i>		
38	<i>Ceiba pentandra</i>		
39	<i>Ceiba pentandra</i>		
40	<i>Ceiba pentandra</i>		
41	<i>Ochroma lagopus</i>		
42	<i>Ochroma lagopus</i>		



Florencia  
Norte

Taller

I

66	64	47	48	39	41	12	13	17	23	71
68	67	45	46	36	40	3	7	27	22	72
69	63	43	44	38	37	6	4	26	24	76
65	70	52	51	42	30	8	5	19	21	77
62	61	50	49	29	33	1	9	20	28	73
60	59	56	53	31	35	2	10	18	25	75
58	57	54	55	32	34	11	14	15	16	74

II

43	45	13	12	60	57	76	29	33	28	15
48	46	11	5	58	59	77	31	30	21	19
44	47	2	4	64	65	75	35	34	25	27
55	56	9	6	63	68	74	32	42	16	26
54	53	7	8	69	66	73	37	36	17	22
50	52	10	3	67	70	72	38	41	24	23
51	49	1	14	62	61	71	40	39	18	20

III

1	4	40	39	71	23	26	58	59	49	50
6	7	37	38	72	22	21	60	57	51	52
5	3	42	36	76	27	15	66	63	54	53
2	11	41	33	77	19	18	64	69	56	55
8	10	34	31	74	24	16	65	68	47	48
9	14	30	35	73	20	17	67	70	46	44
13	12	29	32	75	25	28	61	62	45	43

IV

44	47	74	12	13	32	29	25	23	64	67
43	48	75	7	5	30	33	20	18	63	68
45	46	73	10	9	35	31	24	28	69	66
49	50	71	8	2	34	36	16	19	65	70
52	51	72	3	11	41	42	21	26	62	61
55	54	77	1	6	40	37	22	18	60	59
56	53	76	4	14	39	38	15	27	57	58

45 especies

Fig. 3.7h.: Ensayo de 77 especies en Florencia Sur, CATIE, Turrialba.  
Plantación: Agosto 1968.

Cuadro 3.7G. Mediciones de los 20 árboles más altos en las parcelas no fertilizadas del ensayo de 77 especies con árboles individuales, a 1,33 años de edad. Florencia Sur, CATIE, Turrialba. (1969).

Rango	Especie	Nº de la parcela	h (m)	d (cm)	Rango fert.
1	<u>Eucalyptus grandis</u>	18	8,1 (8,2)*	10,2 (9,2)*	(2)*
2	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>	75	8,0 (7,5)	8,5 (8,3)	(5)
3	<u>Ochroma lagopus</u>	41	7,9 (5,7)	13,8 (1,2)	(18)
4	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>	73	7,7 (7,0)	8,1 (8,4)	(9)
5	<u>Eucalyptus alba</u>	25	7,4 (7,4)	8,4 (8,8)	(6)
6	<u>Eucalyptus grandis</u>	19	7,2 (8,7)	8,9 (9,6)	(1)
7	<u>Acrocarpus fraxinifolius</u>	74	7,2 (6,4)	8,1 (6,5)	(13)
8	<u>Eucalyptus saligna/grandis</u>	17	7,0 (7,6)	7,8 (8,9)	(4)
9	<u>Terminalia ivorensis</u>	45	6,6 (6,4)	6,4 (7,4)	(14)
10	<u>Eucalyptus maculata</u>	20	6,6 (6,4)	5,4 (5,7)	(15)
11	<u>Terminalia ivorensis</u>	43	6,5 (6,7)	7,5 (7,8)	(10)
12	<u>Colubrina ferruginosa</u>	62	6,5 (0,7)	2,5 ---	(71)
13	<u>Eucalyptus saligna</u>	15	6,4 (6,7)	10,2 (6,7)	(11)
14	<u>Pinus occidentalis</u>	11	6,1 (1,6)	2,5 ---	(59)
15	<u>Terminalia ivorensis</u>	44	6,0 (4,3)	6,4 (7,0)	(31)
16	<u>Eucalyptus deglupta</u>	24	6,0 (7,3)	6,1 (8,3)	(7)
17	<u>Gmelina arborea</u>	49	5,7 (5,1)	11,4 (10,0)	(24)
18	<u>Eucalyptus robusta</u>	22	5,6 (7,8)	6,0 (5,6)	(3)
19	<u>Toona ciliata</u>	29	5,5 (4,4)	9,1 (4,7)	(28)
20	<u>Ochroma lagopus</u>	42	5,5 (5,3)	12,4 (11,0)	(20)

\*Para fines de comparación se presentan, entre paréntesis, los valores de altura, diámetro y el rango de las mismas especies en las dos parcelas fertilizadas.

Entre las especies sobresalientes en el ensayo de 77 especies, pueden mencionarse Eucalyptus grandis y E. saligna, ambas también muy prometedoras en el ensayo de 45 especies/procedencias en Florencia Sur, y Eucalyptus alba que se destacó en Puente Cajón. Acrocarpus fraxinifolius que se destaca en el ensayo de las 77, también creció muy bien en las 45 parcelas de Florencia Sur, pero luego sufrió fuertemente de ataques por termites. Este fenómeno está comentado en el Capítulo 8 sobre Protección Forestal. Terminalia ivorensis se halla como especie muy prometedora tanto en el ensayo de las 77 especies como en las 45 especies de Florencia Sur, pero no aguanta los suelos pesados de Puente Cajón.

Eucalyptus deglupta es una especie que se encuentra entre las mejores en todos los tres ensayos. Esto puede decirse también de Gmelina arborea. La especie nativa Ochroma lagopus se desarrolla bien en forma solitaria (ensayo de 77 especies) pero no fue entre las mejores del ensayo de las 45 especies/procedencias de Florencia Sur. Toona ciliata se manifiesta como especie que se adapta a las condiciones de Florencia Sur, pero no tiene un crecimiento tan rápido como algunos eucaliptos, Terminalia y Gmelina. Bajo ciertas condiciones se ve además afectada por la "muerte regresiva". La casi ausencia de las especies coníferas en el cuadro 3.7G. llama la atención. Más aún, la única conífera que se calificó entre las 20 primeras especies era Pinus occidentalis, especie nativa de Cuba, Haití y la República Dominicana. El hecho de que esta especie ocupa solamente el 59° rango en las parcelas fertilizadas, parece indicar que se trata de una especie robusta que no responde bajo estas condiciones de suelos de mediana fertilidad, como es el caso en Florencia Sur. De todas maneras, de estos resultados se desprende que en las condiciones de este sitio, las coníferas no tienen un crecimiento inicial muy favorable en comparación con algunas especies latifoliadas. Sin embargo, las coníferas parecen ser mucho menos exigentes en condiciones de suelos que las latifoliadas como demostraron los ensayos en Puente Cajón.

Es sumamente interesante ver la situación en la cual se encuentra el ensayo de las 77 especies/procedencias actualmente, a la edad de más de 10 años. Por la gran influencia que ejercen los árboles adyacentes entre sí, no se consideró oportuno efectuar mediciones a esta edad, ya que las especies de rápido arranque dominaron los

árboles vecinos después del segundo año. Todavía se hallan muy buenos ejemplares de Araucaria hunsteinii, A. cunninghamii y Pinus caribaea bajo la sombra de los Eucalyptus, Terminalia, Ochroma y Gmelina, indicando la resistencia de estas coníferas.

Después del resumen de los resultados de este experimento cabe comentar las ventajas y desventajas del diseño empleado en este ensayo. El diseño no es del tipo que se usa normalmente para la selección de especies y por lo tanto ha sido criticado frecuentemente. Sin embargo, 1,33 años después de haber instalado las plantas de 77 diferentes tipos en el campo, ya fue posible conocer la mayoría de las especies prometedoras para tales condiciones. Hasta cierto punto, se pudo también estudiar el comportamiento inicial de las especies y la compatibilidad en las mezclas. El área ocupada por especie fue solamente de  $36 \text{ m}^2$  en cada lugar (3 x 3 m en 4 repeticiones) y esto es una gran ventaja, porque se disminuyen los costos de mantenimiento. Además la superficie limitada que necesita este tipo de ensayo permite la replicación en varios sitios, una posibilidad que casi no se presenta para los ensayos con especies mediante diseños normalmente adoptados (bloques de 25 árboles por especie, o sea un mínimo de  $100 \text{ m}^2$ /especie). La plantación que queda después de algunos años es más bien un bosque mixto, donde se hallan muchas especies diferentes en un área restringida.

Las desventajas del diseño son principalmente tres:

- 1) Solamente pueden considerarse las mediciones iniciales como indicador del crecimiento, puesto que rápidamente hay influencia entre árboles. Se aconseja por lo tanto emplear un espaciamiento relativamente amplio (3 x 3 m).
- 2) Las especies que tienen un incremento inicial relativamente lento tienen poca posibilidad de desarrollarse ya que de pronto sufren de la competencia de los árboles con crecimiento más rápido.
- 3) No puede apreciarse muy bien la forma de los árboles porque no crecen en un rodal puro. Todos son árboles solitarios y a menudo tienen una tendencia a formar copas anchas.

Resumiendo puede decirse que este diseño sirve para la selección de especies con rápido crecimiento inicial (primeros tres años) dentro de un número grande de especies a introducir en varios sitios. Los espaciamientos iniciales deben ser mayores que en diseños normalmente empleados. Las mediciones deben efectuarse con mayor frecuencia, por ejemplo, cada cuatro hasta seis meses. Con solo cuatro replicaciones en un solo sitio no es posible introducir otra variable como sería la fertilización, ya que con esto se perdería la posibilidad de efectuar un análisis estadístico.

#### 3.7.4. Otros ensayos

En el año 1967 se estableció un ensayo de fertilización en una parcela de caoba, Swietenia macrophylla. Después de 1 año, cuando los árboles tenían alturas entre 50 cm. y 150 cm., el 20% de los árboles fue atacado por el barrenador de la yema terminal de meliaceas, Hypsipyla grandella. Aunque los brotes terminales atacados se cortaron y se aplicó una mezcla de los insecticidas Aldrin, DDT y Lindano, el ataque siguió y dos meses después el 87% de los árboles ya estaba atacado. Por esta razón se abandonó el ensayo en el año 1969.

La descripción del ensayo de cinco meliaceas se encuentra en la página 314, sección 8.1.3.

### 3.8. CAMPO GAMMA

#### 3.8.1. Introducción

Entre los campos experimentales forestales de Florencia Sur y Florencia Norte se halla un terreno denominado Campo Gamma (ver figuras 1.2a. y 3.7a.). Allí se instaló la fuente radioactiva, que fue parte de un proyecto cooperativo entre el IICA y la Comisión Internacional de Energía Nuclear que funcionó en los años 1955-1970. Diferentes especies de plantas, principalmente alimenticias, se sometieron a dosis variables de radiación gamma, tanto en el laboratorio como en condiciones de campo. Los experimentos de campo se realizaron en el terreno que actualmente todavía lleva su antiguo nombre de "Campo Gamma". Las hileras de plantas se colocaron a diferentes distancias en radios alrededor de la fuente, y ocuparon solamente la parte central del terreno. El resto del área, bastante lejos de la fuente de radiación, se aprovechó para la plantación de parcelas forestales, con el objetivo de observar posibles cambios en el crecimiento de estos árboles cuando son sometidos a una leve radiación nuclear.

#### 3.8.2. Ensayos forestales

Un primer grupo de 15 especies se plantó al norte de la fuente radioactiva durante el año 1960 en parcelas de 16 árboles, con espaciamiento de 4 x 4 metros. Los resultados de las mediciones en setiembre de 1962, noviembre de 1966 y noviembre de 1969 se presentan en el cuadro 3.8A. Actualmente pueden apreciarse los árboles residuales de este ensayo. Eucalyptus saligna es el árbol con las mayores dimensiones, mientras que Cydistax donnell-smithii también muestra un crecimiento rápido. La supervivencia de Tabebuia rosea es alta, pero el crecimiento es solo mediano. Pentaclethra macroloba crece más lento aún pero tiene una buena supervivencia. Quedan todavía unos pocos árboles de Cupressus lusitanica.

CUADRO 3.8A.: Mediciones a 2, 6 y 9 años de edad en 20 parcelas forestales plantadas en el año 1960. Campo Gemma, CATIE, Turrialba.

Año de observación Edad t (años)		9/1962 2		11/1966 6		11/1969 9	
ESPECIE	Mes de plantación en 1960	n (N <sup>2</sup> árb.)	$\bar{h}$ (m.)	n (N <sup>2</sup> árb.)	$\bar{d}$ (cm.)	n (N <sup>2</sup> árb.)	$\bar{d}$ (cm.)
<u>Afzelia africana</u>	Octubre	0	-	0	-	0	-
<u>Cedrela odorata</u>	Junio	8	0,91	0	-	0	-
<u>Cedrela odorata</u>	Mayo	10	0,70	0	-	0	-
<u>Cordia alliodora</u>	Junio	6	0,80	0	-	0	-
<u>Opuntia lutea</u>	Junio	16	3,18	0	-	0	-
<u>Opuntia lutea</u>	Mayo	15	2,84	0	-	0	-
<u>Cyrtosperma</u> <u>smithii</u>	Junio	16	3,00	6	18,1	6	23,2
<u>Bucalyptus citriodora</u>	Mayo	13	4,34	0	-	0	-
<u>Bucalyptus citriodora</u>	Junio	10	6,94	9	14,9	7	15,4
			( $\bar{d}$ = 7,1 cm.)				
<u>Bucalyptus globulus</u>	Mayo	14	6,72	0	-	0	-
<u>Bucalyptus saligna</u>	Mayo	15	8,00	9	24,7	9	31,4
			( $\bar{d}$ = 9,4 cm.)				
<u>Juglans boliviana</u>	Mayo	12	1,13	0	-	0	-
<u>Juglans boliviana</u>	Junio	9	0,73	0	-	0	-
<u>Liquidambar styraciflua</u>	Mayo	15	3,83	0	-	0	-
<u>Pentaclethra macroloba</u>	Octubre	15	1,30	0	-	0	-
<u>Pinus halepensis</u>	Octubre	0	-	0	-	0	-
<u>Swietenia humilis</u>	Junio	16	0,80	0	-	0	-
<u>Tabebuia rosea</u>	Junio	16	2,15	9	10,1	9	12,7
<u>Tabebuia rosea</u>	Octubre	16	2,72	0	-	0	-
<u>Widdingtonia</u> <u>cupressoides</u>	Julio	16	0,52	1	-	0	-

Además 7 parcelas de 6 otras especies fueron plantadas al sur de la fuente radioactiva, en el mes de diciembre del año 1960. Parte de estas parcelas sirvió para el estudio de tesis efectuado por un estudiante (64). A la edad de un año y 10 meses, los árboles fueron medidos. Los resultados se presentan en el cuadro 3.8B.

CUADRO 3.8B.: Mediciones de 6 especies forestales de 1 año y 10 meses de edad. Campo Gamma, CATIE, Turrialba.

ESPECIE	Fecha:	X-1962	
	XII-1960 n Nº original de árboles	n Nº residual de árboles	$\bar{h}$ (m.)
<u>Bombacopsis quinatum</u>	16	16	2,5
<u>Cryptomeria japonica</u>	32	29	2,1
<u>Cupressus lusitanica</u>	30	24	2,9
<u>Pinus caribaea*</u>	100	52	3,0
<u>Pinus caribaea</u>	30	4	0,4
<u>Pinus pseudostrobus*</u>	30	20	2,8
<u>Widdringtonia cupressoides</u>	30	17	2,7

(\*) inoculado con micorriza.

(64) VEGA, L. Introducción de coníferas de diversas zonas ecológicas de Costa Rica y efecto de las micorrizas en su crecimiento inicial. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1962. 117 p.



Se observa claramente que el crecimiento inicial del pino hondureño inoculado con micorriza logró el mejor resultado. A esa edad ya se reporta el fenómeno de la cola de zorro, característica de esta especie. La forma de los árboles de Bombacopsis y Cryptomeria fue buena, en cambio Cupressus y Widdringtonia tenían fustes torcidos y bifurcados. En los años siguientes el crecimiento de las especies Widdringtonia, Bombacopsis y Cupressus se estancó, así que estas cuatro parcelas fueron abandonadas. Las demás tres parcelas fueron medidas periódicamente y dieron los resultados presentados en el cuadro 3.8C.

Se observa que Cryptomeria japonica tampoco dió buenos resultados bajo las condiciones de Turrialba. En el año 1978 se raleó la parcela de Pinus caribaea y la parcela de P. pseudostrabus fue cortada a mata rasa. Los árboles tenían buenos volúmenes pero la forma no permitió clasificarlos para madera de aserrío. El producto ha sido vendido a la Planta de Astillado de Celulosa de Turrialba.

CUADRO 3.8C.: Mediciones a 6, 7, 8 y 9 años de edad de 3 especies forestales, plantadas en el año 1960. Campo Gamma, CATIE, Turrialba.

Año de observación Edad t (años)	1966 6		1967 7		1968 8		1969 9	
	$n$ (Nº de árboles)	$\bar{d}$ (cm.)	$n$ (Nº de árboles)	$\bar{d}$ (cm.)	$n$ (Nº de árboles)	$\bar{d}$ (cm.)	$n$ (Nº de árboles)	$\bar{d}$ (cm.)
<u>Cryptomeria</u> <u>japonica</u>	7	11,8	7	12,3	7	12,7	7	13,0
<u>Pinus caribaea</u>	21*	19,9	34**	19,0	33	20,8	33	21,7
<u>Pinus pseudostrabus</u>	13	18,7	13	21,2	13	23,1	13	24,7

(\*) Solo se midieron los mejores árboles.

(\*\*) Mediciones de todos los árboles de la parcela.

En el año 1961 se incluyeron otras parcelas dentro del terreno de Campo Gamma. Las especies que fueron plantadas son:

Cordia alliodora

Pinus halepensis

Cupressus lusitanica

Pinus merkusii

Eucalyptus robusta

Pinus michoacana

Liquidambar styraciflua

Pinus montezumae

Pinus ayacahuite

Pinus oocarpa

Pinus caribaea

Pinus patula

Aparte del Pinus caribaea, el crecimiento más promisorio de las especies de este grupo fue el de Pinus patula, alcanzando un diámetro promedio de 11,9 cm. a 8 años de edad.

Después de la tala de los árboles residuales este terreno se aprovechó para un experimento de procedencias y progenies de Pinus kesiya, procedente de las Filipinas. Debido al número limitado de plantas de este pino, se decidió emplear un diseño experimental enfocado a la determinación de posibles diferencias entre las 13 procedencias analizadas. Consiste en líneas de 6 árboles/procedencia/bloque, ubicadas al azar, con 12 repeticiones. El espaciamiento es de 2,5 x 2,5 m. y las dimensiones de los bloques son de 15 x 32,5 m. El ensayo fue plantado en enero de 1979 y tenía una sobrevivencia de 85% a los 2 meses, en marzo de 1979. Las procedencias son:

San Nicolás, Cervantes, Bokod, Malibcong, Kabayan, Carranglan, Sagada, Atok, Nueva Era, Baguio City, Kayapa, Piddig, y Kayan-Bauko.

Terminalia ivorensis plantado en Sistema Taungya:

Saliendo del Campo Gamma hacia el noreste se halla el ensayo de Terminalia ivorensis en asocio con maíz (Zea mays), caupí (Vigna unguiculata) y frijol (Phaseolus vulgaris), establecido en 1978 (ver figura 3.7a.; parcela 1). La descripción del experimento, su diseño y los primeros resultados se describen en el sub-capítulo 6.2.

### 3.9. FLORENCIA NORTE

#### 3.9.1. Introducción

El conjunto de parcelas experimentales forestales llamado Florencia Norte puede ser considerado como una de las tres áreas principales del Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE. Está ubicado entre los terrenos de ganadería y los cafetales de Florencia (ver figura 1.2a.). Para llegar al área existen dos caminos, ambos para vehículos de doble tracción. Sin embargo, lo más sencillo es de estacionar el vehículo al oeste de los últimos edificios de ganadería y subir a pie a la colina con pastos para llegar al portón que separa los terrenos de ganadería de los campos experimentales forestales. Los ensayos son descritos en el orden como aparecen en este recorrido, del norte al sur.

El suelo de Florencia Norte es una arcilla arenosa con un perfil muy profundo, hasta más de 5 metros. La estructura es granular, con muy alta permeabilidad. La textura es arcillosa, plástica cuando está mojada, blanda y suelta cuando está húmeda y dura cuando seca. El suelo contiene 92% de arcilla en promedio y tiene una reacción muy ácida (pH:4). Es deficiente en P, Ca y Mg, pero tiene alto contenido de K, indicando un marcado desequilibrio de nutrimentos. Sin embargo, la cantidad de materia orgánica es relativamente alta. De estos datos se deduce que el suelo tiene una fertilidad potencial regular para la capa arable y una fertilidad baja para el subsuelo. Esta característica, combinada con el rápido drenaje, hace que este suelo no se considere apto para la producción continua de cultivos agrícolas.

Figura 3.9a.: Leyenda de las plantaciones.

Nº de Parcela	Especie
1	Ensayo de 9 especies (1966)
2	Ensayo de procedencias de <u>Pinus caribaea</u> (1977)
3	Ensayo de fertilización de <u>Cordia alliodora</u> (1967)
4	Ensayo de 4 espaciamientos de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1967)
5	Plantación de Flacourtiaceae
6	Plantación de <u>Eucalyptus saligna</u> (1973)
7	Plantación de <u>Eucalyptus torelliana</u> (1973)
8	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1973)
9	Ensayo de <u>Eucalyptus deglupta</u> plantado en Sistema Taungya (1976)
10	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1978)
11	Ensayo de fertilización en <u>Eucalyptus deglupta</u> (1969)
12	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u> y <u>Anthocephalus cadamba</u> + (1969)
13	Ensayo de <u>Gmelina arborea</u> , plantado en Sistema Taungya (1977)
14	Ensayo de enriquecimiento de bosque secundario con <u>Cordia alliodora</u> (1972) y comportamiento de <u>Cordia alliodora</u> , diferentes progenies (1977)
15	Plantación de <u>Cedrela odorata</u> (1961)
16	Ensayo de espaciamiento circular de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1966)
17	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u> con 3 lotes de semillas diferentes (1972)
18	Ensayo de enriquecimiento de bosque secundario con <u>Cordia alliodora</u> (1972)
19	Plantación de <u>Pinus caribaea</u> con <u>Eucalyptus saligna</u> (1966)
20	Plantación de <u>Eucalyptus deglupta</u>
21	Ensayo de adaptabilidad de 4 especies de Juglans (1969)
22	Plantación de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1971)
23	Plantación de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> con <u>Cupressus lusitanica</u> + (1961)
24	Ensayo de 4 procedencias/variedades de <u>Pinus caribaea</u> (1968)
25	Parcelas de estudio de sucesión natural (1973)
+:	Las especies marcadas con + fueron eliminadas

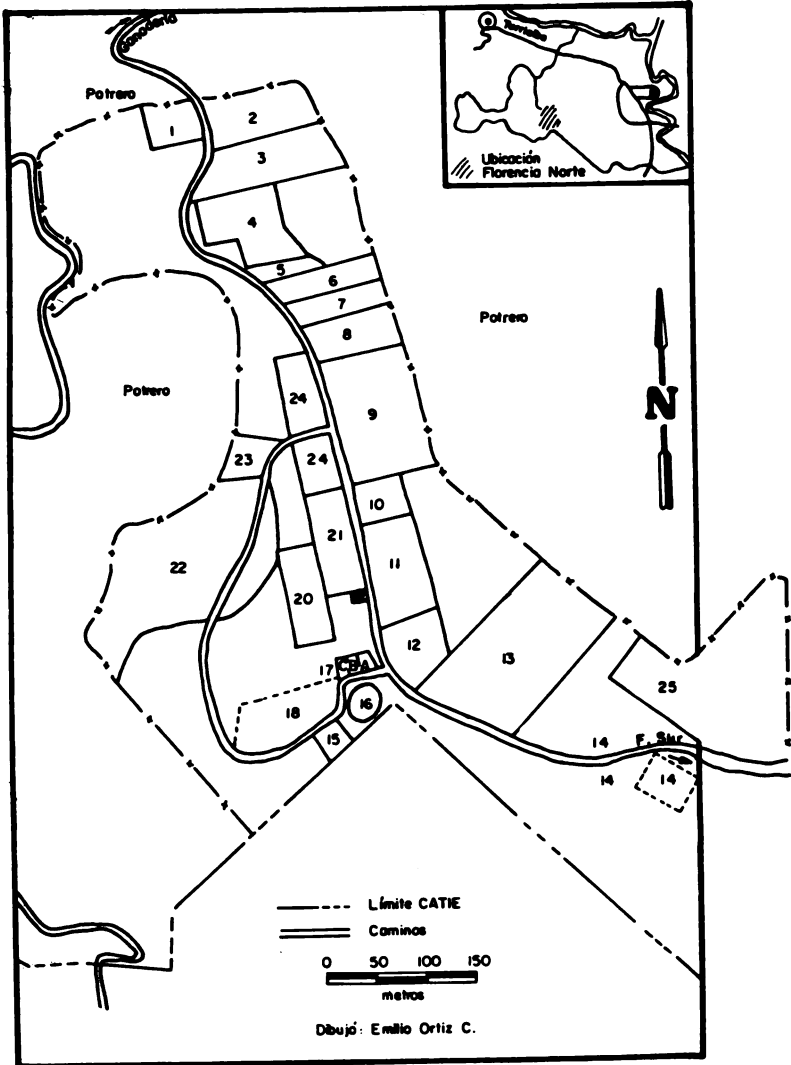


Fig. 3.9 a.: Florencia Norte. Ubicación y principales plantaciones

### 3.9.2. Descripción de los ensayos

#### Ensayo de adaptabilidad de 9 especies:

Entrando a Florencia Norte por el portón se halla a mano derecha un ensayo de 9 especies plantado en febrero de 1966 (figura 3.9a.; parcela 1). El diseño experimental fue una mezcla al azar de 9 especies, con 1 árbol por especie y por línea, en 16 líneas perpendiculares a la pendiente. Los datos de crecimiento a 1, 2 y 3 años de edad se presentan en el cuadro 3.9A.

CUADRO 3.9A.: Crecimiento en altura de 9 especies forestales en una mezcla individual, a edades de 1, 2 y 3 años, en Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

ESPECIES	Fecha de observación:	Feb. 1967	Feb. 1968	Feb. 1969
	Edad t (años)	1	2	3
		$\bar{h}$ (m)	$\bar{h}$ (m)	$\bar{h}$ (m)
<u>Aucoumea klaineana</u>		0,48	2,04	4,34
<u>Cordia alliodora</u>		0,48	0,79	2,40
<u>Cupressus lusitanica</u>		0,92	2,18	3,83
<u>Eucalyptus saligna</u>		2,09	4,58	8,90
<u>Melia azedarach</u>		2,21	4,12	4,04
<u>Pinus caribaea</u>		0,62	1,67	3,51
<u>Spathodea campanulata</u>		1,66	4,54	7,01
<u>Tabebuia rosea</u>		0,57	1,14	1,43
<u>Tectona grandis</u>		0,34	0,68	2,36

Se observa el crecimiento rápido de Eucalyptus saligna, con un incremento medio anual en altura de casi 3 metros. Spathodea campanulata muestra también un crecimiento bastante rápido durante los primeros tres años. Luego vienen Aucoumea klaineana, Melia azedarach, Cupressus lusitanica y Pinus caribaea con incrementos anuales en altura entre 1,2 y 1,5 metros. Tectona grandis, Cordia alliodora y Tabebuia rosea crecieron más lentamente con solamente 0,5 - 0,8 metros por año. Los árboles de Melia azedarach empezaron a morir a partir del segundo año y actualmente no queda ni un árbol de esta especie. En el mes de setiembre de 1978 se hizo una nueva medición, cuyos datos se presentan en el cuadro 3.9B. La ubicación de estos árboles residuales del ensayo se especifica en el esquema fig 3.9b.



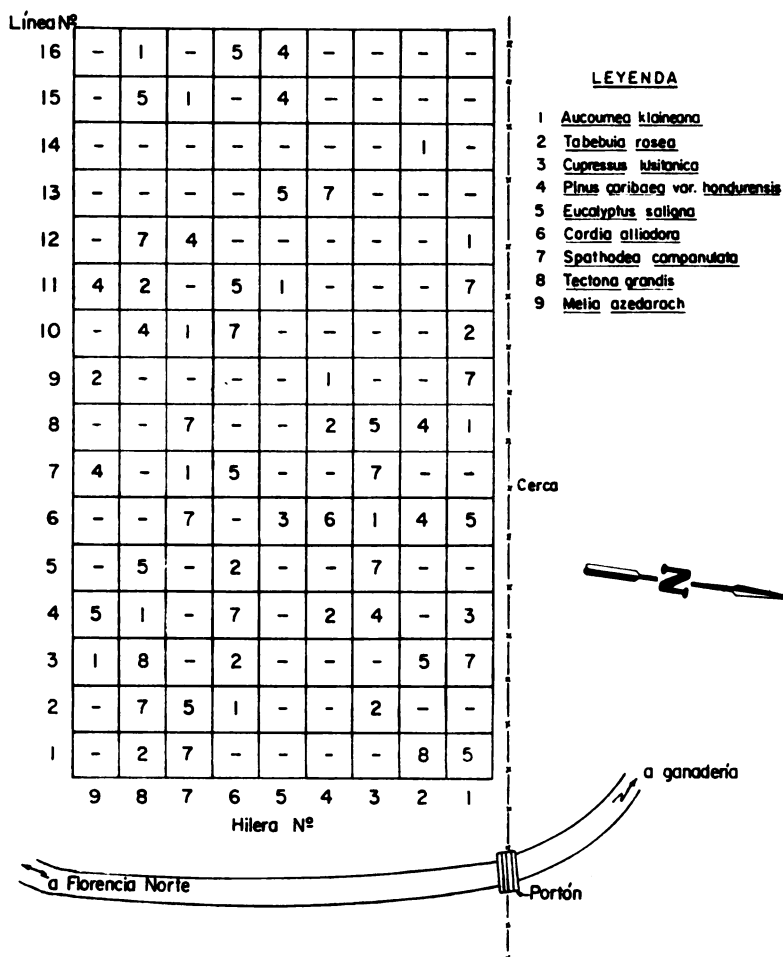


Fig. 3.9b.: Ubicación de los árboles residuales en el ensayo de 9 especies.  
Situación: Setiembre 1978 Florencia Norte, CATIE, Turrialba



Figura 3.9c.: Ensayo de 9 especies, plantado en 1966, a 13 años de edad (1979). Se observa la especie dominante Eucalyptus saligna. Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

Otra vez el Eucalyptus saligna demostró su rápido crecimiento en sitios con suelos bien drenados (ver fig. 3.9c.) confirmando así los resultados de los ensayos en Florencia Sur (ensayos de 45 y 77 especies respectivamente) y Campo Gamma. El desarrollo vigoroso de Spathodea campanulata llama la atención, pero la especie se considera como ornamental y no hay más ensayos con este árbol en terrenos del CATIE. Se ha decidido más bien eliminar esta especie del ensayo en 1979 y manejar la parcela como una plantación mixta. No sorprende en este sitio que el pino ocupa el tercer lugar con un incremento diamétrico anual de 2,2 cm. El comportamiento de Aucoumea klaineana, procedente de Africa Occidental, es muy exitoso, porque combina una alta sobrevivencia con un incremento diamétrico de casi 1,8 centímetros por año. Esta especie merece más investigación, puesto que produce en Africa una madera muy apreciada en el mercado internacional.

CUADRO 3.9B.: Diámetro promedio de 9 especies forestales en una mezcla individual de 12,8 años de edad. Florencia Norte, CATIE, Turrialba. (1978).

E S P E C I E	Nº de árboles residuales	$\bar{d}$ (cm)
<u>Aucoumea klaineana</u>	13	22,1
<u>Cordia alliodora</u>	1	18,6
<u>Cupressus lusitanica</u>	2	23,2
<u>Eucalyptus saligna</u>	12	39,4
<u>Melia azedarach</u>	0	----
<u>Pinus caribaea</u>	9	28,8
<u>Spathodea campanulata</u>	10	38,0
<u>Tabebuia rosea</u>	9	7,3
<u>Tectona grandis</u>	2	9,0

#### Ensayo de procedencia de Pinus caribaea:

En el año 1977 se instaló el ensayo de procedencias de Pinus caribaea a mano izquierda del camino de entrada a Florencia Norte (fig. 3.9a.; parcela 2). Se incluyeron también 2 procedencias de P. oocarpa para comparación. Siendo recién plantado el ensayo, no existen mediciones de los árboles todavía. El espaciamiento es de 2,5 x 2,5 m. El ensayo está descrito en el subcapítulo 4.2.

#### Ensayo de fertilización en Cordia alliodora:

Seguendo el camino se halla una parcela de Cordia alliodora a mano izquierda (fig. 3.9a; parcela 3). Esta plantación fue utilizada para la investigación de tesis de un estudiante graduado (53). Los árboles fueron plantados en setiembre de 1967 con un espaciamiento de 2,5 x 2,5m. La forma de los laureles solo es regular, como es su crecimiento. El suelo de este sitio no parece muy adecuado para esta especie. Se tratará de mejorar esta parcela mediante un raleo y la poda de los árboles residuales.

#### Ensayo de 4 espaciamientos en Pinus caribaea var. hondurensis:

Lindando con la parcela de Cordia alliodora se encuentra un ensayo de Pinus caribaea var. hondurensis en cuatro espaciamientos:

2 x 2m.; 2,5 x 2,5m.; 3 x 3m.; y 3,5 x 3,5 metros plantado en octubre de 1967 (fig. 3.9a; parcela 4). La ubicación de las parcelas está presentada en la figura 3.9d. Este ensayo es una replicación del experimento descrito en Florencia Sur (ver subcapítulo 3.7.) y los resultados de las mediciones hechas en 1978 son presentados en el cuadro 3.9C.

---

(53) RAIGOSA, J. Efecto del abonamiento sobre el crecimiento inicial de plantaciones de Anthocephalus cadamba Miq. y Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Cham. en dos tipos de suelos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1968. 102 p.

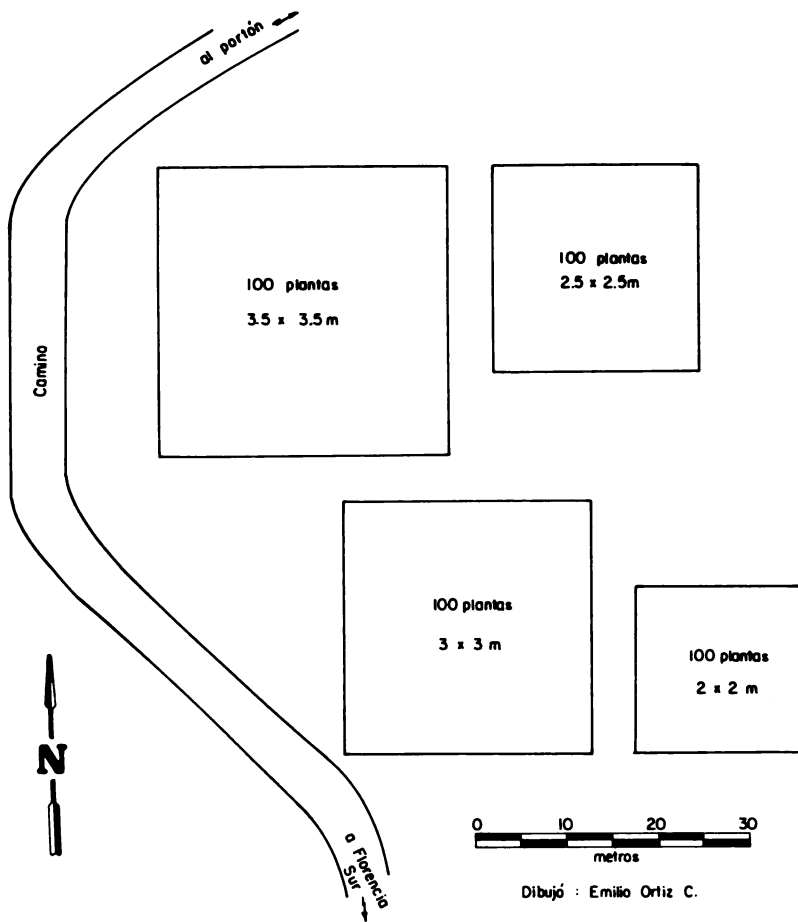


Fig. 3.9 d.: Ensayo de 4 espaciamientos con *Pinus caribaea* var. *hondurensis*, establecido el 11 de octubre de 1967. Ubicación de los lotes en Florencia Norte, CATIE, Turrialba

Quadro 3.9C. Altura y diámetro de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* en 4 espaciamientos en Florencia Norte, CATIE, Turrialba. Plantación: octubre 1967. Medición: setiembre 1978.

Espaciamiento		2 x 2 m	2,5 x 2,5 m	3 x 3 m	3,5 x 3,5 m
N	(árbo./ha iniciales)	2 500	1 600	1 111	816
N	(árbo./ha existentes)	1 550	928	767	555
a	(m)	2,73	3,53	3,88	4,56
$\bar{d}$	(cm)	23,2	25,9	28,1	30,5
G	(m <sup>2</sup> /ha)	63,3	50,3	50,2	41,4
$\bar{h}$	(m)	19,9	23,3	22,3	26,4
h dom.	(m)	26,4	27,0	25,1	29,2
S†		10,4	13,1	15,5	15,6



Figura 3.9e.: Ensayo de 4 espaciamientos de Pinus caribaea var. hondurensis a la edad de 12 años (1979).  
Espaciamiento de 3 x 3 metros en el primer plano y de 2 x 2 metros en el fondo. Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

Se observa que a la edad de casi 11 años el número de árboles por hectárea ha bajado considerablemente, cambiando así el espaciamiento. Suponiendo que las parcelas tienen actualmente un espaciamiento cuadrado, el espaciamiento original de 2 x 2 cambió a 2,54 x 2,54; el de 2,5 x 2,5 a 3,28 x 3,28; el de 3 x 3 a 3,61 x 3,61; y el de 3,5 x 3,5 a 4,24 x 4,24 m. El aspecto actual de la plantación se ve en la figura 3.9e. Las parcelas serán raleadas en el transcurso del año 1979.

El mayor volumen se obtiene en el espaciamiento original de 2 x 2m; sin embargo este rodal incluye una alta proporción de madera delgada.

#### Ensayo de 4 procedencias/variedades de *Pinus caribaea*:

Siguiendo el camino después del ensayo de espaciamientos en pino el primer experimento a la derecha muestra una repetición del ensayo de cuatro procedencias/variedades de *Pinus caribaea* (fig. 3.9a; parcela 24). La ubicación de las parcelas de Florencia Norte se desprende de la figura 3.9f. Las especies que se plantaron en junio del año 1968 con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m en bloques de 100 árboles fueron:

<u><i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i></u>	procedente de Belice
<u><i>Pinus caribaea</i> var. <i>hondurensis</i></u>	procedente de Nicaragua
<u><i>Pinus caribaea</i> var. <i>bahamensis</i></u>	procedente de Bahamas
<u><i>Pinus caribaea</i> var. <i>caribaea</i></u>	procedente de Cuba



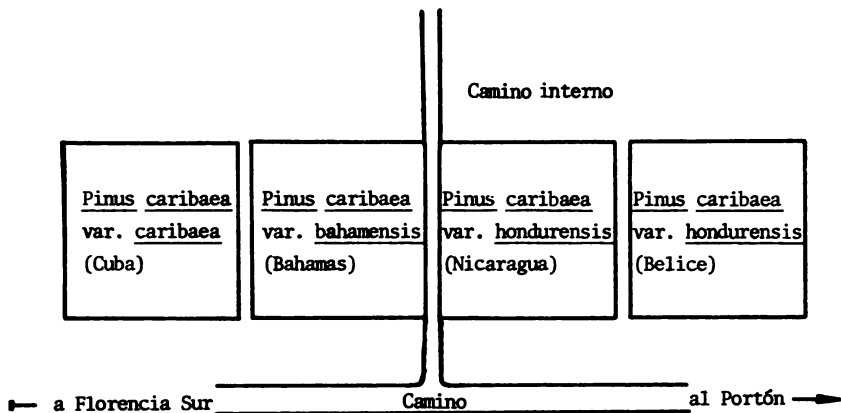


Figura 3.9f. Ubicación de cuatro parcelas de variedades y procedencias de Pinus caribaea en Florencia Norte, CATIE, Turrialba. Los nombres entre paréntesis indican las procedencias.

Las parcelas fueron raleadas en el mes de agosto de 1978. Los resultados del ensayo completo se discuten en el subcapítulo 4.1.

### Varias parcelas de Eucalyptus:

Entre los ensayos de espaciamientos de pino (parcela 4) y el ensayo de procedencias / variedades (parcela 24), se halla a la izquierda una serie de parcelas pequeñas de las cuales existen pocos datos.

La primera parcela (fig. 3.9a; parcela 6) es de Eucalyptus saligna, según los archivos, plantado en el año 1973 y raleada ligeramente en 1978, a 5 años de edad. La forma de los árboles es buena y el crecimiento de los árboles de borde es rápido. Sin embargo persisten dudas en cuanto a la identidad de esta especie.

La segunda parcela es de Eucalyptus torelliana (fig. 3.9a; parcela 7) también plantado en 1973. La especie es nativa de Australia donde crece cerca de Cairns, en un clima húmedo tropical. Ahí se encuentra compitiendo con el bosque tropical, creciendo en grupos o como árboles solitarios. Aunque el crecimiento no es malo, la forma no justifica más ensayos con esta especie, porque existen otras del género Eucalyptus que son más promisorias bajo las condiciones de Turrialba.

La tercera parcela es de Eucalyptus deglupta, plantado en el año 1973 con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 metros (figura 3.9a; parcela 8). La parcela fue raleada en 1978 y un 35% de los árboles cortados tenía una pudrición del corazón en la parte inferior del fuste. Gran número de los árboles afectados sufrió de ataques de termites, que se supone fue posterior a la pudrición del corazón por hongos.

Eucalyptus deglupta, resultado de una plantación en asocio con  
maíz, con y sin fertilización:

La parcela se encuentra al este del camino, frente al ensayo de procedencias/variedades de Pinus caribaea (fig. 3.9a; parcela 9). La plantación se efectuó en enero del año 1976, como investigación de tesis de un estudiante graduado (1). Algunos resultados de este experimento se describen con más detalle en el subcapítulo 6.2. sobre sistemas agroforestales. Después de haber cosechado los cultivos anuales, la plantación fue manejada como una plantación forestal. A la edad de 2 años se consideró factible efectuar un raleo en la mitad del número de parcelas y se empezó el tratamiento siguiente:

En el bloque V, ubicado al sureste, se realizó un raleo sistemático en tres de las seis parcelas, eliminando 40% de los árboles originales. En los demás bloques el raleo fue selectivo, eliminando los peores árboles y dejando el 60% del número de árboles originales. Seis meses después del raleo sistemático en el bloque V, las parcelas raleadas habían aumentado su diámetro con un promedio de 2,47 cm., mientras que las parcelas no raleadas mostraron un incremento en diámetro de solamente 1,77 cm en el mismo período. El análisis de los datos de mediciones de las parcelas en los bloques I a IV dió un resultado similar, presentado en el subcapítulo 6.2.

Sin embargo, es importante mencionar que durante el período de observación de 8 meses después del raleo, las diferencias iniciales entre los diámetros en las parcelas con diferentes tratamientos se mantuvieron. Esto significa que un crecimiento rápido inicial logrado, por ejemplo, mediante frecuentes limpiezas y fertilización al establecer la plantación se mantiene por lo menos hasta 2 años y 8 meses de edad en esta plantación de Eucalyptus deglupta.

---

(1) AGUIRRE, C. Comportamiento inicial de Eucalyptus deglupta Blume, asociado con maíz (Sistema Taungya) en dos espaciamientos, con y sin fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 130 p.

Pinus caribaea var. hondurensis y Cupressus lusitanica plantado  
en enero de 1961:

Esta parcela (fig. 3.9a.; parcela 23) es una de las tres primeras plantaciones de Pinus caribaea var. hondurensis que se realizaron en el CATIE. Las otras dos están en el Campo Gamma (ver subcapítulo 3.8.) y en el Arboretum (ver subcapítulo 3.1.). El área, anteriormente cubierta con "charral" (vegetación secundaria baja), se limpió en enero de 1961 y se plantaron 300 arbolitos (con adobe) de Pinus caribaea var. hondurensis, procedencia Poptún (Guatemala), y 300 arbolitos (con adobe) de Cupressus lusitanica. Se alternaron 3 líneas de pino con tres líneas de ciprés, con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 m., siguiendo las curvas de nivel. El análisis del comportamiento inicial de esta plantación combinada, fue parte de una tesis de grado de un estudiante (\*). Se efectuaron replantes en noviembre 1961 y julio 1962. Los árboles de Cupressus no mostraron buen aspecto con partes del follaje con color pardo-amarillo y una altura media de solamente 1,3 metros a la edad de 1 año y 8 meses. Los árboles de Pinus fueron atacados fuertemente por hormigas del género Atta, y tenían una altura media igual al ciprés.

Actualmente puede hallarse un bosque con árboles muy gruesos de pino, mientras que del ciprés sólo quedó un árbol. Es importante observar el ingreso natural de árboles de Cordia alliodora en los espacios vacíos dejados por los cipreses muertos (ver fig. 3.9g.). Estos laureles tienen un diámetro promedio de 23,3 cm y una muy buena forma considerando que son el resultado de regeneración natural sin ningún manejo. Por lo tanto, en condiciones de Turrialba la combinación de pinos con laureles parece mucho más promisoría que una combinación de pinos con cipreses. En el inicio de 1979 se efectuó un raleo en los 82 árboles residuales de pino, mediante el cual se eliminaron 36 árboles de mala forma. Se aumentó así el diámetro promedio de los pinos de 28,7 cm a 37,8 cm.

---

(\*) Op. cit (40) pag. 56.

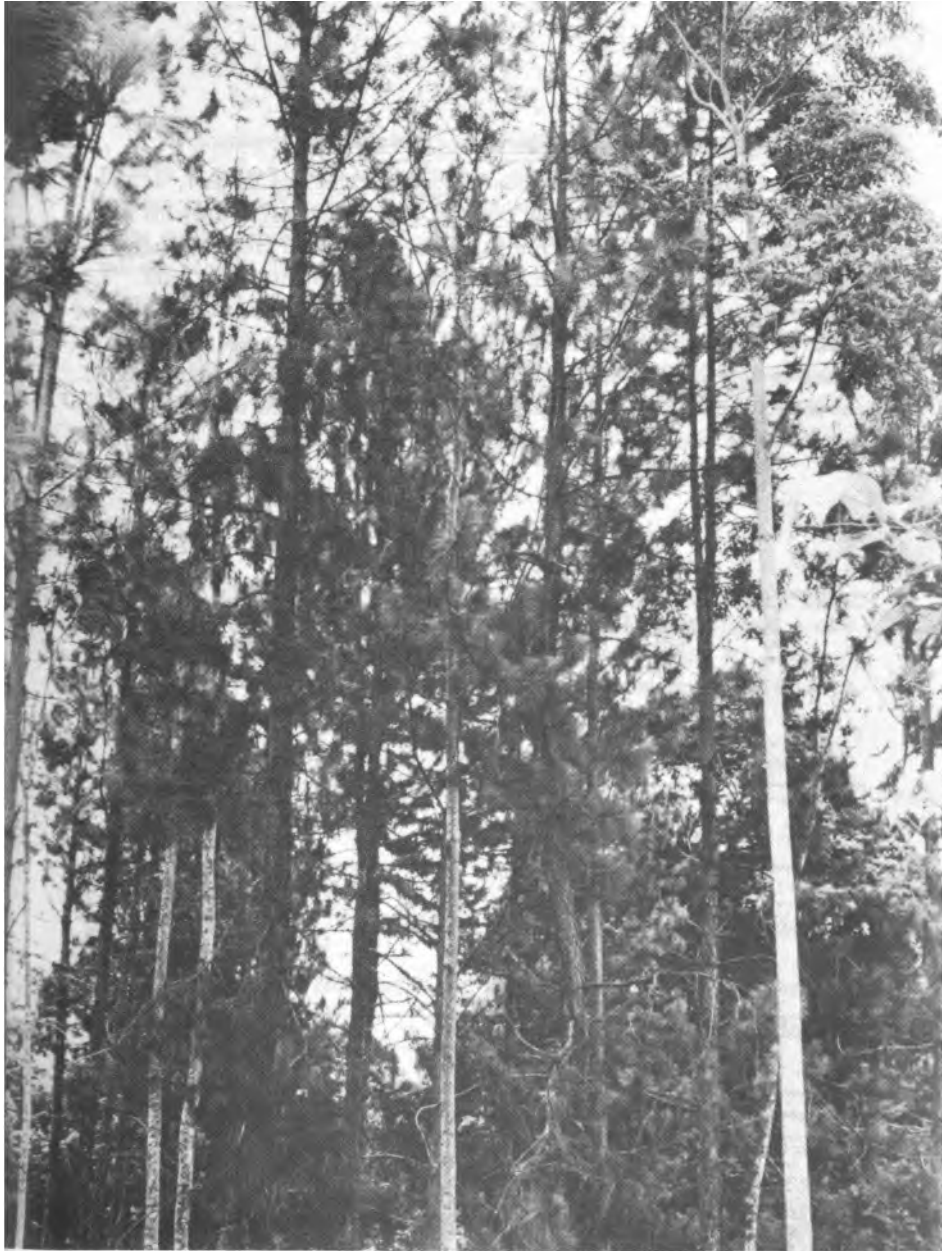


Figura 3.9g.: Plantación de Pinus caribaea var. hondurensis, mezclado con Cupressus lusitanica, de 1961. Se observa la regeneración natural de Cordia alliodora (troncos claros). Florencia Norte, CATIE, Turrialba (1979, después del raleo).

Plantación de Pinus caribaea var. hondurensis:

Colindando con la plantación de Pinus y Cupressus de 1961, se halla una plantación pura de Pinus caribaea var. hondurensis, plantada en abril de 1971 (fig. 3.9a; parcela 22). Fue establecida como plantación comercial, con base en los resultados promisorios obtenidos con esta especie en parcelas experimentales. Otra plantación correspondiente de misma edad se encuentra en Puente Cajón (ver fig. 3.6a; parcela 3). En el mes de setiembre 1978, una parcela de 0,1 ha dentro de la plantación fue medida como una práctica para estudiantes. Los resultados de las mediciones se presentan en el cuadro 3.9D.

Cuadro 3.9D. Mediciones en una parcela de 0,1 ha en una plantación comercial de Pinus caribaea var. hondurensis de 7,45 años de edad. (Espaciamiento inicial: 2,5 x 2,5m, plantado en abril 1971, medido en setiembre 1978). Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

N	(Número de árboles/ha)	1 210
$\bar{d}$	(cm)	17,4
G	(m <sup>2</sup> /ha)	31,8
$d_g$	(cm)	18,3
$\bar{h}$	(m)	14,5
IMA cc	(m <sup>3</sup> /ha/año)	28,5*
S%		17,9

\* Factor de forma  $f = 0,46$

Porcentaje de corteza: 32%

El incremento de esta parcela no es tan alto como en algunos otros rodales de esta especie en Turrialba. Parece que este incremento ha sido influenciado negativamente por la calidad del suelo. Otro factor importante que ha causado el bajo volumen por hectárea es la mortalidad natural que alcanzó 25% en 8 años, indicando la necesidad de un mantenimiento adecuado y del reemplazo de las fallas durante los primeros años de la plantación. Se considera que esta plantación necesita un raleo en el cual el número de árboles/hectárea puede bajarse a 800 árb/ha aumentando así el S% de 17,9 a 22,0. El producto se venderá para pulpa de papel.

Ensayo de 4 especies de Juglans:

Una replicación del ensayo de 4 especies de Juglans se encuentra al sur del ensayo de 4 procedencias/variedades de Pinus caribaea, a mano derecha del camino hacia Florencia Sur (fig. 3.9a; parcela 21). Los datos de las parcelas de Juglans spp. se presentan en el subcapítulo 3.3. ("La Isla y Club Internacional").

La figura 3.9h. permite la identificación de las especies probadas en Florencia Norte, plantadas el 6 de mayo de 1969.

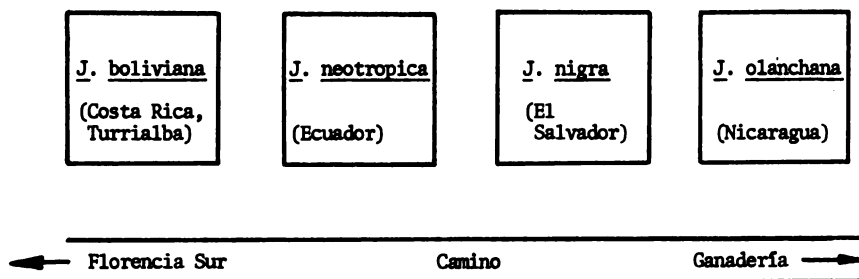


Fig. 3.9h. Ubicación de las parcelas del ensayo de 4 especies de Juglans en Florencia Norte, CATIE, Turrialba. Los nombres entre paréntesis indican el país de procedencia.

Otras parcelas:

Luego se halla una parcela pequeña de Pinus caribaea mezclado con Eucalyptus saligna, establecido con diferentes dosis de fertilización, resultado de un estudio de tesis de grado (\*) (fig. 3.9a.; parcela 19).

Dos terrenos adicionales en Florencia Norte han sido plantados con Cordia alliodora en líneas de enriquecimiento en la vegetación secundaria existente (fig. 3.9a.; parcelas 14 y 18). Los árboles fueron plantados en el año 1972, espaciados 5 metros entre líneas y 5 metros entre árboles; las líneas de enriquecimiento fueron inicialmente de 2 metros de ancho (ver subcapítulo 5.6.).

Parte de la parcela 14 corresponde a una plantación de Cordia alliodora, en la cual se estudia el comportamiento de diferentes progenies. La parcela se estableció en julio de 1977 y no provee datos confiables todavía.

Entre la parcela de Eucalyptus deglupta, plantada con el Sistema Taungya, y el camino se encuentra una parcela pequeña donde anteriormente se hallaba Srietenia spp., gravemente atacada por el barrenador Hypsipyla grandella (fig. 3.9a.; parcela 10). Luego fue plantada con Anthocephalus cadamba que murió por la enfermedad denominada "Sudden death", mencionada en la descripción de Florencia Sur (\*\*). En enero del año 1978 fue plantada con Eucalyptus deglupta, especie ya probada para condiciones de Florencia Norte, como lo demuestra el párrafo siguiente.

---

(\*) Op. cit. (40) pág. 56.

(\*\*) Op. cit. (25) pág. 115.



### Parcelas de Eucalyptus deglupta plantadas en 1969:

La primera parcela de Eucalyptus deglupta (fig. 3.9a; parcela 11) fue establecida en enero del año 1969 con un espaciamiento inicial de 2,5 x 2,5 m, para investigar la posible influencia de fertilización sobre el crecimiento de esta especie. La parcela fue sometida a un raleo sistemático eliminando hileras alternantes completas en ambas direcciones, o sea bajando el número inicial de árboles de 75%. No existieron datos de crecimiento de este bosque antes del raleo. En el año 1977 se midió una parcela de 0,1 ha, y los datos se presentan en el cuadro 3.9E.

Cuadro 3.9E. Mediciones de Eucalyptus deglupta de 8,8 años de edad plantado en 1969, raleado sistemáticamente. Espaciamiento inicial: 2,5 x 2,5 m. Florencia Norte, CATIE, Turrialba, 1977.

N	(Nº de árboles/ha)	270
$\bar{d}$	(cm)	25,3
$\bar{h}$	(m)	22,3
G	(m <sup>2</sup> /ha)	13,6
IMA	(m <sup>3</sup> /ha/año)	15,9 *
S%		28,4

\*Factor de forma  $f = 0,46$

Se observa el bajo número de árboles residuales por hectárea, resultado del raleo sumamente fuerte. El espaciamiento relativo de 28,4% se considera como alto. El incremento medio anual de solamente 15,9 m<sup>3</sup>/ha/año no es normal para este sitio y ha sido influenciado por el raleo inicial muy fuerte. La forma de la mayoría de los árboles es suficientemente buena (ver fig. 3.9i), aunque hay algunos árboles torcidos y con ramas gruesas. Investigaciones preliminares en las características de la madera de E. deglupta indican que hay posibilidades para que la madera sea utilizada como madera de aserrío. La falta de madera de volumen



Figura 3.9i.: Rodal de *Eucalyptus deglupta* establecido en 1969, a diez años de edad (1979). Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

adecuado todavía no ha permitido investigar la aptitud de esta especie para el uso como madera aserrada a mayor escala.

La segunda parcela de Eucalyptus deglupta, también plantada en enero de 1969, se encuentra al otro lado del camino interno que va a la parcela de Gmelina arborea establecida bajo Sistema Taungya (fig. 3.9a; parcela 12) El espaciamiento amplio es debido a la muerte de Anthocephalus cadamba que fue plantado y mezclado con el eucalipto inicialmente. Algunos de los mejores árboles de la plantación han sido seleccionados para proveer semillas de Eucalyptus deglupta para el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales.

#### Ensayo de hibridización de Eucalyptus deglupta:

Tres pequeñas parcelas de Eucalyptus deglupta (fig. 3.9a; parcela 17) fueron plantadas en setiembre del año 1972, con un espaciamiento de 2 x 2 metros. La información disponible indica que cada una de las tres parcelas fue establecida con 49 árboles, procedentes de lotes individuales de semillas. El objetivo de este experimento fue comparar el crecimiento de las tres procedencias. Las parcelas A y B fueron plantadas con semillas de procedencias distintas, mientras que las semillas de la parcela C provinieron del cruzamiento de las procedencias A y B. Por lo tanto, se consideran las plantas de las parcelas 17A y 17B como la "generación padre" (símbolo: P) mientras que los árboles de la parcela 17C representa la primera generación de descendencia (símbolo: F<sub>1</sub>). En este caso se cree que el F<sub>1</sub> es el "Eucalyptus deglupta híbrido", que fue mencionado a menudo en los trabajos realizados por "Diversificación Agrícola" en Turrialba. A la edad de 6 años se analizó el crecimiento de las tres parcelas cuyos resultados se presentan en el cuadro 3.9F.

Cuadro 3.9F. Mediciones de tres parcelas de Eucalyptus deglupta de 6 años de edad, espaciamiento 2 x 2m, plantado en setiembre 1972. Florencia Norte, CATIE, Turrialba, 1978.

	Parcela 17A (P)	Parcela 17B (P)*	Parcela 17C (F <sub>1</sub> )*
$\bar{d}$ (cm)	19,3	16,9	13,9
$\bar{h}$ (m)	20,5	22,0	20,0
Sobrevivencia	10%	92%	62%
Forma	Buena	Aceptable	Buena

\*Sin tomar en cuenta los árboles de la línea de borde, analizando solamente los 25 árboles centrales.

La casi total ausencia de árboles en la parcela 17A llama la atención especialmente porque contrasta con la alta sobrevivencia de árboles en la parcela 17B. La parcela 17C parece combinar la buena forma de la parcela 17A con el rápido crecimiento y especialmente la buena sobrevivencia de la parcela 17B, lo que justifica su amplia utilización en los alrededores de Turrialba.

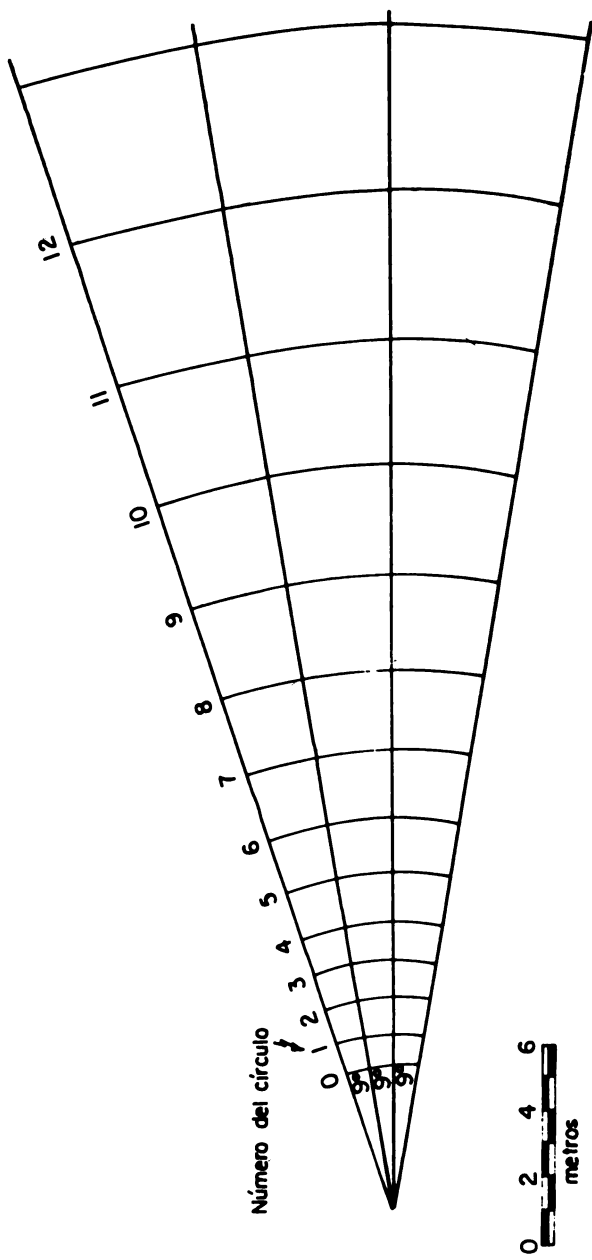
Estudio de espaciamiento en Pinus caribaea var. hondurensis con el diseño de Nelder (parcela circular):

En el mes de junio de 1966 se instalaron dos parcelas circulares de diferentes espaciamientos entre árboles de Pinus caribaea var. hondurensis, una en Florencia Norte (fig. 3.9a.; parcela 16) y la otra en Puente Cajón. El objetivo era el estudio del comportamiento de la mencionada especie plantada en diferentes espaciamientos.

### Diseño:

El diseño del experimento es bien conocido, sin embargo son pocos los ejemplos de implementación en el campo. El experimento consiste en 14 círculos concéntricos en los cuales se plantaron 40 árboles por círculo, o sea que dos radios consecutivos forman un ángulo de  $9^\circ$  entre ellos. El círculo interior y exterior sirvieron como borde y el análisis del efecto de los diferentes espaciamientos se concentra en los 12 círculos intermedios. En la figura 3.9j. se observa un sector del círculo experimental como fue plantado inicialmente. En la figura 3.9k se aprecia una vista correspondiente a este experimento. El área interior donde está ubicado el centro de los círculos se quedó sin plantar.

La ventaja de este diseño, descrito por Nelder, es que permite estudiar el efecto de gran número de diferentes espaciamientos sobre el crecimiento de los árboles utilizando un área relativamente pequeña. Las desventajas son las dificultades para implementar el experimento en el campo y su mantenimiento. Además su análisis no es fácil, porque en casi cada círculo habrá un diferente número de árboles, causando así un espaciamiento real mayor. Normalmente debería de eliminar del análisis aquellos árboles que ya no ocupan el espaciamiento inicial, pero después de algunos años cuando se inicia la mortalidad en los primeros círculos centrales (con menores distancias) quedarían muy pocos árboles a analizar.



Dibujó : Emilio Ortiz G.

Fig. 3.9.j.: Sector de la parcela circular ( diseño de Nelder ) para el estudio del espaciamiento



Figura 3.9k.: Sector de la parcela circular (diseño de Nelder) de 1966 para el estudio de espaciamiento con Pinus caribaea var. hondurensis. Florencia Norte, CATIE, Turrialba (1979).

### Resultados y discusión:

Las alturas de todos los árboles en las dos parcelas fueron medidas durante los años 1967, 1968 y 1969. En este último año también los diámetros fueron medidos. En el año 1970 desafortunadamente se decidió eliminar la parcela de Puente Cajón y raleo la parcela de Florencia Norte. Los resultados de algunas mediciones de todos los árboles de la parcela en Florencia Norte se presentan en la figura 3.91. Se observa la tendencia de encontrar los árboles más altos en los círculos interiores (espaciamiento estrecho 1 x 1 m) durante los primeros dos años. En el tercer año los árboles más altos se encuentran más bien en los círculos con espaciamiento variando entre 1,35 x 1,35 m y 1,85 x 1,85 m. El mismo fenómeno se observó también en el experimento con 4 diferentes espaciamientos replicado en Florencia Norte y Florencia Sur. En el mes de octubre de 1977, los diámetros de todos los árboles residuales se midieron. Se cortaron 9 árboles con mala forma para luego utilizar la madera en un estudio de tesis de grado (\*). Los árboles residuales se midieron otra vez en el mes de setiembre de 1978. Los resultados de 1978 se presentan en el cuadro 3.9G y las mediciones de diámetros del año 1969 son incluidos en la figura 3.9m. en la cual se presentan también los resultados de las mediciones de diámetro de los años 1977 y 1978.

Mientras que en el año 1969, los árboles con mayor diámetro se encontraban en los círculos N° 7-10 (espaciamiento 2,17 x 2,17 m hasta 3,54 x 3,54 m) la tendencia de los árboles de formar fustes gruesos en espaciamientos mayores fue mucho más pronunciada a la edad de 11-12 años, o sea en los años 1977 y 1978, a pesar del raleo de 1970 en los círculos 1-6, en el cual se eliminaron los peores árboles.

---

(\* ) Op. cit. (57) pág. 40.



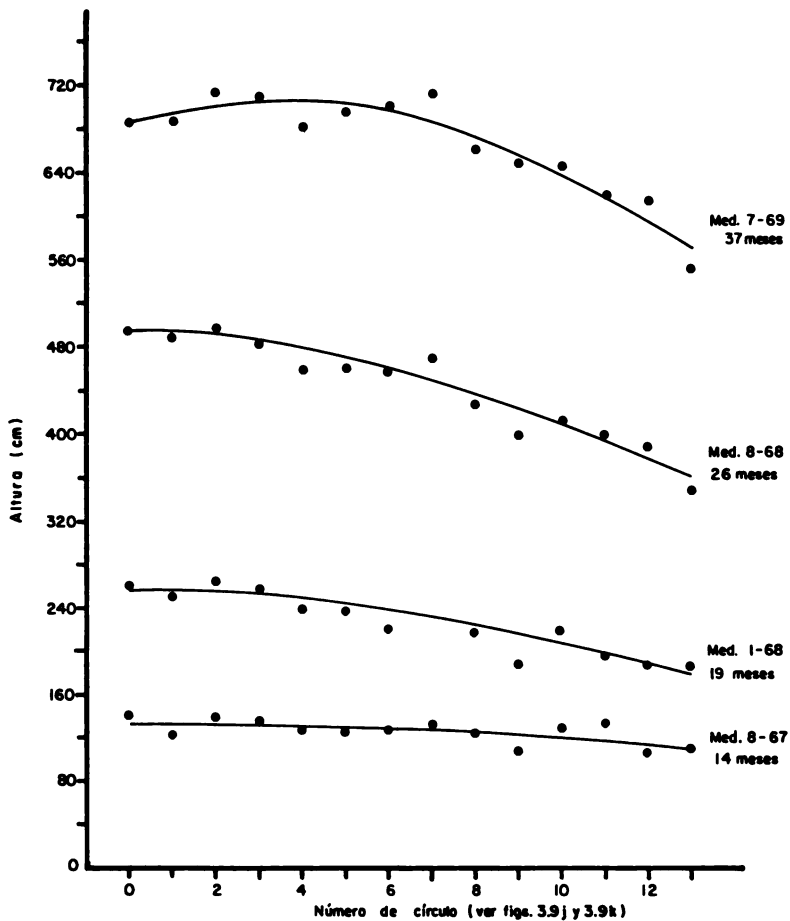


Fig. 3.9 I.: Relación altura - espaciamiento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a 14, 19, 26 y 37 meses de edad en la parcela circular de Florencia Norte, CATE, Turrialba

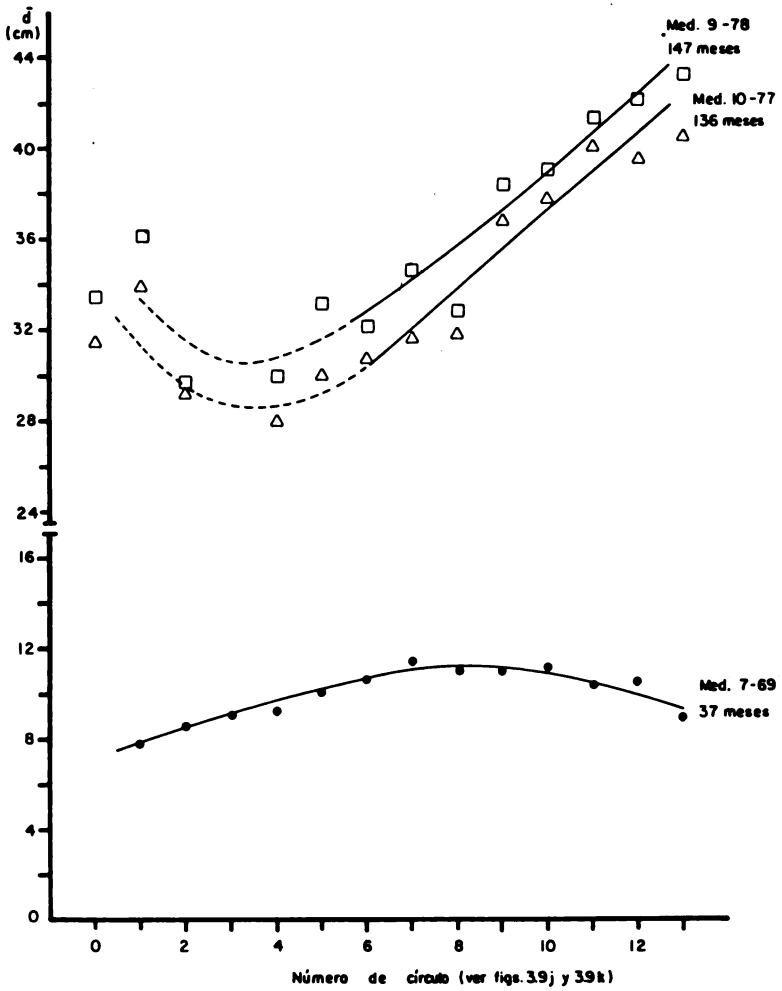


Fig. 3. 9m.: Relación diámetro-espaciamento de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* a 37, 136 y 147 meses de edad en la parcela circular de Florencia Norte, CATIE, Turrialba

Quadro 3.9G. Diámetro promedio de Pinus caribaea var. hondurensis en el ensayo circular de diferentes espaciamientos. Plantado en junio de 1966, Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

Fecha de medición		13-10-77		20-9-78	
Nº del círculo	Espaciamiento inicial (m)	n (Nº árboles residuales)	d (cm)	n (Nº árboles residuales)	d (cm)
1	0,84 x 0,84	1	33,3	1	35,5
2	0,98 x 0,98	1	28,5	1	28,8
3	1,14 x 1,14	0	----	0	----
4	1,34 x 1,34	1	27,4	1	29,3
5	1,58 x 1,58	3	29,4	2	32,5
6	1,84 x 1,84	4	30,2	4	31,7
7	2,17 x 2,17	12	31,1	12	34,0
8	2,55 x 2,55	14	31,3	13	32,2
9	3,00 x 3,00	11	36,3	10	37,8
10	3,54 x 3,54	13	37,2	12	38,3
11	4,14 x 4,14	16	39,7	11	40,7
12	4,85 x 4,85	20	39,0	20	41,5

Las curvas de la figura 3.9m para las mediciones de 1977 y 1978 han sido dibujadas con líneas rayadas para los círculos 1-6, teniendo estos círculos muy pocos árboles.

Es interesante efectuar una comparación de los resultados del experimento de la parcela N<sup>o</sup> 4 en Florencia Norte, con espaciamientos en pino, con este experimento circular.

Primero se observa que el rango de los espaciamientos ensayados en el diseño de Nelder es mucho mayor, variando de 0,84 x 0,84 m. hasta 4,85 x 4,85 m. En pino los espaciamientos más comunes van de 1,8 x 1,8 m (3,24 m<sup>2</sup>/árbol) a 3 x 3 m (9 m<sup>2</sup>/árbol). El experimento con 4 espaciamientos cubrió bien este rango, pero el experimento circular incluyó más que lo necesario normalmente. Sería conveniente adaptar el diseño de Nelder a las necesidades específicas de la especie, con miras al objetivo de producción.

En cuanto a los resultados de estos dos experimentos con espaciamientos para la misma especie, pueden compararse la relación diámetro-espaciamiento para los círculos 6-10 a los 37 meses de edad en la figura 3.9m. con la curva a los 40 meses de edad en la figura 3.7b. Se observan resultados muy parecidos. Cabe indicar que un mayor diámetro promedio no significa que también el volumen por hectárea sea mayor. El componente más importante en los cálculos de volúmenes por hectárea con árboles relativamente delgados es el número de árboles por hectárea. Sin embargo, los árboles dentro de plantaciones densas entran rápidamente en competencia entre sí, perdiendo así parte de su crecimiento y produciendo un fuste más delgado. Es atractivo utilizar un espaciamiento relativamente cerrado que permite efectuar el primer raleo cuando se puede comercializar el producto de este raleo.

Parcela de Cedrela odorata

Detrás de la parcela circular de espaciamientos en pino (fig. 3.9a; parcela 15), ya se había establecido en enero 1961 una parcela con las siguientes especies:

<u>Pinus caribaea</u> (sin inoculación con micorriza)	<u>Cupressus lusitanica</u>
<u>Eucalyptus globulus</u>	<u>Cupressus sempervirens</u> var. <u>pyramidalis</u>
<u>Eucalyptus citriodora</u>	<u>Cupressus torulosa</u>
<u>Eucalyptus saligna</u>	

En noviembre de 1961 se plantaron además 235 arbolitos de Cedrela odorata con un espaciamiento 2 x 2 metros. En junio 1962 se efectuó un replante de 42 cedros. Cuando la parcela fue medida en setiembre del año 1962, solamente Cedrela odorata y Eucalyptus saligna habían sobrevivido, pero los árboles de Cedrela habían sido afectados seriamente por Hypsipyla grandella. El cuadro 3.9H presenta unas mediciones efectuadas en esta parcela de cedros en diferentes fechas. La alta mortalidad y el crecimiento muy lento demuestran que esta especie no es muy apta para este sitio.

Cuadro 3.9H. Crecimiento y sobrevivencia de Cedrela odorata en una parcela de 0,1 ha, plantado en noviembre de 1961. Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

Edad t (años)	$\bar{d}$ (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	Sobrevivencia %
0,1	----	----	88
1,1	----	----	76
6,3	5,9	3,4	53
7,5	7,2	5,0	52
11,5	11,3	8,8	37
16,8	14,1	12,9	35

Plantación de *Gmelina arborea* en asocio con maíz y frijol, en dos  
espaciamientos:

El ensayo consiste en 8 diferentes tratamientos con 5 repeticiones y ha sido establecido en junio de 1977 (fig. 3.9a.; parcela 13). Una descripción más detallada del experimento ilustrada con un mapa se encuentra en el sub-capítulo 6.2. sobre técnicas agroforestales.

Investigación sobre sucesión natural:

La última parcela de Florencia Norte al lado del camino hacia los cafetales (fig. 3.9a.; parcela 25) corresponde a una investigación intitulada "La sucesión natural como modelo para el diseño de agroecosistemas tropicales nuevos". Está descrita en el sub-capítulo 5.7.

### 3.10. ENSAYOS EN TERRENOS ESCARPADOS: SAN JUAN SUR Y NOCHE BUENA

#### 3.10.1. San Juan Sur

El terreno denominado San Juan Sur está ubicado en la parte extremo meridional de la finca del CATIE (ver figura 1.2a.). La parcela experimental de mayor importancia es el ensayo de procedencias de Pinus caribaea var. hondurensis establecido en el año 1973 con dos replicaciones en este mismo lugar. Una otra replicación del ensayo ocupa la parcela 7 en Puente Cajón (ver figura 3.6a.). Datos de estas parcelas se encuentran en el cuadro 4.2B. del próximo capítulo.

En San Juan Sur este ensayo fue establecido con una parcela de 49 árboles por cada procedencia, las 8 parcelas formando una hilera orientada norte-sur, colindando con el camino de San Juan Sur. Más abajo en el límite con el terreno de Noche Buena, se encuentra la otra hilera formada por 8 parcelas, una por procedencia. La ubicación exacta de las parcelas y la identificación de las 8 procedencias se desprenden de la figura 4.2a., en el próximo capítulo. Ambas hileras han sufrido algunos daños durante los últimos años: las parcelas de arriba (oeste) han sido afectadas por el cambio del trazado del camino y las parcelas de abajo (este) han sido dañadas por el exceso de malezas y la falta de mantenimiento. Sin embargo, estas dos replicaciones siguen produciendo información valiosa para la interpretación del experimento (ver capítulo 4).

El terreno de San Juan Sur está cubierto por una vegetación herbácea esporádicamente utilizada por pastoreo bajo la responsabilidad del Programa de Producción Animal del CATIE. Teniendo problemas de invasión del terreno por individuos ajenos al CATIE, se pidió al Programa de Recursos Naturales Renovables de plantar una franja límite del terreno con árboles. Las especies utilizadas fueron Pinus caribaea var. hondurensis, Eucalyptus deglupta y Toona ciliata. La especie más resistente a las condiciones fue Pinus caribaea, aunque hay también algunas partes donde Eucalyptus deglupta crece bien.

Según los archivos se encuentra aquí una replicación del ensayo de hibridación de Eucalyptus deglupta que ocupa la parcela 17 de Florencia Norte, plantado en 1972. Según las mediciones hechas en octubre de 1978, a los seis años de edad, la parcela "padre" (P<sub>2</sub>) que dió buenos resultados en Florencia Norte, tenía un diámetro promedio

de 16,5 cm y una altura media de 22 metros. A la misma edad la parcela híbrida ( $F_1$ ) tenía un diámetro promedio de 14,8 cm y una altura media de 18 metros. No se encontró la parcela "padre" ( $P_1$ ), ya caracterizada por una supervivencia baja en Florencia Norte. Toona ciliata tampoco se mostró adecuado para este sitio.



### 3.10.2. Noche Buena

El terreno escarpado llamado Noche Buena está ubicado al noroeste del complejo de Diversificación Agrícola, lindando con la línea férrea. Ya que las pendientes son demasiado fuertes para uso agrícola o ganadero, el área fue reforestada con pino en el mes de octubre de 1973. Debe considerarse como una plantación de comprobación a escala comercial. Como es de costumbre para el pino en Turrialba, la plantación fue establecida con un espaciamiento de 2,5 x 2,5 metros. Durante los primeros 5 años de esta plantación el problema mayor fue el combate de las malezas y la eliminación de ganado que clandestinamente pastoreaba entre los árboles. Aunque parece posible el pastoreo extensivo en pinares de cierta edad, hay que investigar la influencia de esta práctica sobre el suelo y el comportamiento de los árboles, cultivo principal para estos sitios marginales. La plantación de Noche Buena podría ser utilizada para este tipo de investigación y se espera obtener así una carga animal recomendable para estas condiciones.

Puede observarse la heterogeneidad de la plantación, el alto número de árboles con cola de zorro (ver fig. 3.10a.) y un crecimiento relativamente rápido. Por esta razón se contempla efectuar un raleo en el año 1979. Esta plantación de pino de alrededor de 8 hectáreas es la mayor plantación de pino de esa edad en Turrialba.



Figura 3.10a.: Vista general de la plantación de Pinus caribaea var. hondurensis establecida en 1973, a 6 años de edad (1979). Obsérvese los árboles con "colas de zorro". Noche Buena, CATIE, Turrialba.

### 3.11. PLANTACIONES COMERCIALES

#### 3.11.1. Cabiria

Llegando a los terrenos del CATIE desde Turrialba por la carretera principal, se encuentra a mano izquierda una parcela pequeña de Pinus caribaea var. hondurensis (ver figura 1.2a.). La parcela se plantó a finales del mes de diciembre de 1973, con un espaciamento de 2,5 x 2,5 m. Anteriormente se había plantado E. deglupta, pero la especie no se adaptó a las condiciones del suelo en este sitio, caracterizado por baja fertilidad y drenaje insuficiente. En el año 1977 se escapó el fuego del cañal adyacente y parte de los pinos se quemó. Sin embargo, los árboles afectados por el fuego se recuperaron rápidamente. A la edad de 5,1 años el diámetro promedio de los pinos fue de 12,1 cm. Algunos datos adicionales se presentan en el cuadro 3.11A.

Cuadro 3.11A. Mediciones de Pinus caribaea var. hondurensis a 5,1 años de edad plantado en diciembre 1973, en espaciamento de 2,5 x 2,5 m. Cabiria, CATIE, Turrialba. 1979.

N	(Nº de árboles/ha)	1 536
$\bar{d}_{cc}$	(cm)	12,1
G	(m <sup>2</sup> /ha)	17,6
$h_{dom.}$	(m)	12,6
S $\frac{1}{2}$		21,8

### 3.11.2. Bajo Angostura

El terreno denominado Bajo Angostura, o Bajo Toronto, está ubicado en la zona sureste de la finca del CATIE (ver figura 1.2a.). Al igual que Bajo San Lucas y Bajo Chino, este terreno se encuentra en una ladera lindando con un río, en este caso el Río Reventazón. El terreno cuenta con algunas pendientes fuertes y una parte con leve declive. Por su irregularidad topográfica y ubicación aislada no se presta para agricultura ni para ganadería. Hace muchos años un camino cruzaba el terreno en dirección del puente viejo. Este camino se abandonó cuando se abrió una nueva trocha desde la parcela de 77 especies en Puente Cajón hacia el puente. Luego, en el año 1976, se construyó una nueva carretera mucho más ancha y casi paralela al camino que había al inicio. Las plantaciones han sufrido de las construcciones de los caminos, de los derrumbes así causados, de pastoreo clandestino y últimamente del depósito de basura ubicado al lado de la carretera principal.

#### Eucalyptus deglupta de junio de 1972

La primera plantación de interés en Bajo Angostura es de Eucalyptus deglupta, instalada en junio de 1972, con un espaciamiento inicial de 2,5 x 2,5 m. Por mortalidad natural, el número de árboles por hectárea bajó en 5 años de 1 600 a 820, indicando así claramente la necesidad de un mantenimiento intensivo durante los primeros años. Una parte de la plantación fue eliminada por la apertura de la nueva carretera. En una ladera con suelo suelto, depositado durante la construcción de la trocha, se desarrolló una fuerte regeneración natural de Eucalyptus deglupta en 1977, en base a semillas de la plantación adyacente. En las partes donde había otra vegetación la regeneración natural no logró establecerse. En el mes de setiembre del año 1977 se midieron los árboles en una parcela de 0,1 hectárea. Los datos se presentan en el cuadro 3.11.B. Actualmente la plantación necesita urgentemente una limpieza y un raleo ligero que llevará el número de árboles residuales a 500 por hectárea aproximadamente.

Cuadro 3.11B. Mediciones de Eucalyptus deglupta de 5,2 años de edad. Espaciamiento inicial: 2,5 x 2,5 metros. Bajo Angostura, CATIE, Turrialba.

Plantación: junio 1972  
Medición : setiembre 1977

N	(número de árboles residuales/ha)	820
$\bar{d}$ cc	(cm)	13,7
$\bar{h}$	(m)	17,8
G	(m <sup>2</sup> /ha)	12,1
I.M.A.	(m <sup>3</sup> /ha/año)	19,2*
S $\downarrow$		18,8

\*Factor de forma  $f = 0,46$ .

#### Plantación de Pinus caribaea var. hondurensis

En el año 1972 se plantó la mayoría del terreno de Bajo Angostura con árboles de Pinus caribaea var. hondurensis. El área es aproximadamente de 6 hectáreas y puede ser considerado como plantación de comprobación a escala comercial. Como es el caso en Puente Cajón, hay un fuerte desarrollo de vegetación herbácea. Esta atrae la gente que introduce, sin autorización previa, su ganado a pastorear en el bosque. Como no existe una parcela de mediciones dentro de la plantación, no fue posible determinar la influencia del pastoreo incontrolado sobre el desarrollo de los árboles. Por esta razón se prevén investigaciones en el CATIE para estudiar el impacto del pastoreo sobre el crecimiento de tales pinares jóvenes y sobre el suelo. En base a esta investigación se espera poder recomendar una carga animal adecuada para estas condiciones (ver también "Noche Buena", sección 3.10.2).

### 3.12. INTRODUCCION DE ESPECIES EN EL SITIO/FINCA PEET, JUAN VIÑAS

#### 3.12.1. Ubicación y factores del sitio

Durante los primeros años de la década 1960 - 1969, cuando se llevaba a cabo la introducción de un gran número de especies exóticas en la finca del CATIE en Turrialba, se aprovechó la oportunidad para realizar la introducción de varias especies en otro lugar diferente a Turrialba. Se llegó a un acuerdo con el señor Antonio Marín, Administrador de las Fincas Peet y El Sitio, ubicadas en la cercanía de Juan Viñas (ver figuras 3.12a. y 3.12b.). La elevación es de alrededor de 1 200 m.s.n.m.. El clima se caracteriza por una pluviosidad anual de 4 200 mm., siendo el mes de marzo el mes menos lluvioso con 234 mm. mensuales. La temperatura media es de 19,5°C y la humedad relativa del aire es alta. Los suelos se componen de cenizas volcánicas recientes en el horizonte superior y son relativamente profundos y bien drenados. La fertilidad potencial es mediano-buena en la superficie y mediano-mala en el subsuelo. Los cultivos predominantes son la caña de azúcar hacia el oeste, el café hacia el nordeste y el este. Se hallan potreros subiendo las faldas del volcán Turrialba hacia el norte.

Los ensayos realizados en este sitio se dividen en dos grupos según el período de plantación. El primer grupo (1963/1964) se ubica al norte de la capilla (ver figura 3.12c.). Las parcelas del segundo grupo (1966-1968) fueron colocadas colindando con las parcelas del primer grupo y en una loma al sur (ver figuras 3.12c. y 3.12f.). Aunque el número de especies introducidas fue mayor, existen actualmente datos confiables de 23 especies que se plantaron en parcelas de dimensiones suficientemente grandes.

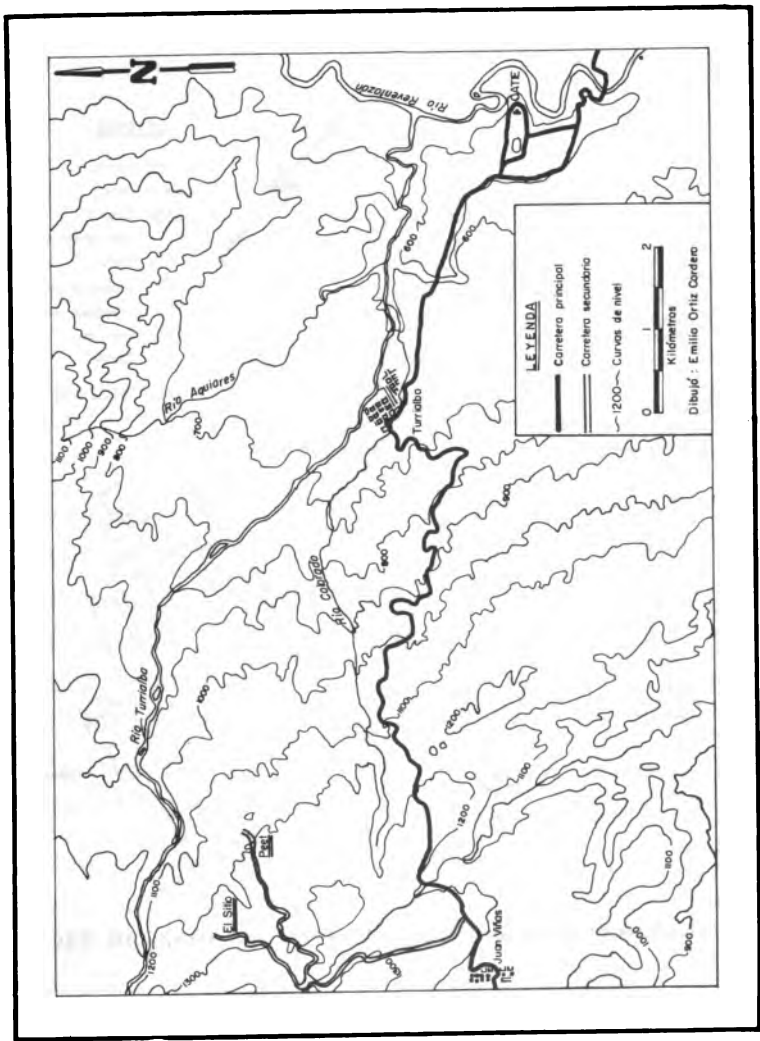


Fig. 3.12a Localización de las parcelas experimentales en las fincas El Sitio y Peet, Juan Vías, Costa Rica

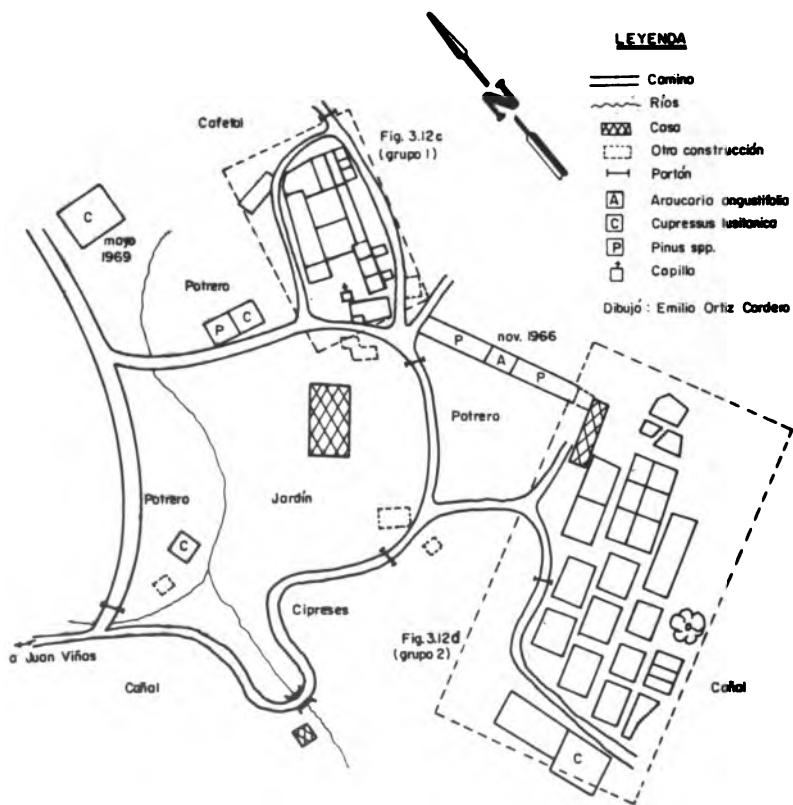


Fig. 3.12b: Ubicación de las parcelas en la finca Peet, Juan Vías, Costa Rica



3.12.2. Introducción de especies durante el período noviembre 1963 -  
setiembre 1964

El primer grupo de ensayos consiste en 11 parcelas de diferentes especies de coníferas plantadas entre el mes de noviembre de 1963 y el mes de setiembre de 1964 (ver figura 3.12c.). En el año 1975 un estudiante de posgrado analizó el comportamiento de las especies coníferas introducidas en Juan Viñas y Turrialba para su trabajo de tesis (49). En el mes de octubre de 1977 se midieron los árboles de estas parcelas; los datos se resumen en el Cuadro 3.12A.

Cuadro 3.12A. Resultados de mediciones de 11 parcelas de coníferas en octubre de 1977. Finca Peet, Juan Viñas, Costa Rica.

Grupo 1 (1963-64)

Especie	Edad t (años)	Area parcela (m <sup>2</sup> )	n Arb. orig.	n Arb. resid.	$\bar{d}$ (cm)
<u>Cryptomeria japonica</u>	13,5	500	80	73	14,8
<u>Pinus ayacahuite</u>	13,1	320	47	31	13,0
<u>Pinus kesiya</u>	13,1	390	63	37	19,8
<u>Pinus luchuensis</u>	13,1	340	55	43	23,5
<u>Pinus michoacana</u>	13,9	525	84	47	21,3
<u>Pinus montezumae</u>	13,1	840	135	70	19,9
<u>Pinus patula</u>	13,9	675	108	71	21,1
<u>Pinus pseudostrobus</u>	13,9	250	40	16	20,2
<u>Pinus radiata</u>	13,1	190	30	--	----
<u>Pinus taiwanensis</u>	13,1	200	32	32	26,5
<u>Pinus tenuifolia</u>	13,7	470	75	41	21,9

(49) OTAROLA TOSCANO, A. Comportamiento de 19 especies de coníferas introducidas a Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1975. 158 p.

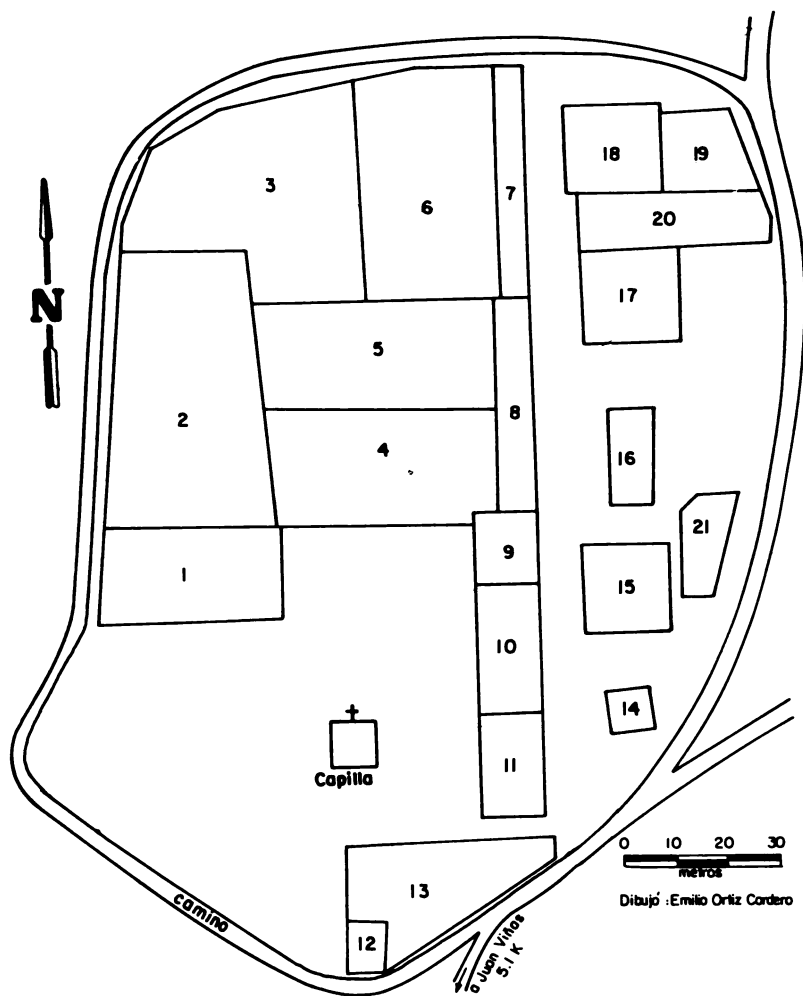
Figura 3.12c.: Leyenda de las plantaciones .

Grupo 1 (1963-64)

Nº de Parcela	Especie	Mes y año de plantación
1	<u>Pinus pseudostrobus</u>	Noviembre 1963
2	<u>Pinus patula</u>	Noviembre 1963
3	<u>Pinus michoacana</u>	Noviembre 1963
4	<u>Pinus tenuifolia</u>	Enero 1964
5	<u>Cryptomeria japonica</u>	Abril 1964
6	<u>Pinus montezumae</u>	Setiembre 1964
7	<u>Pinus luchuensis</u>	Setiembre 1964
8	<u>Pinus ayacahuite</u>	Setiembre 1964
9	<u>Pinus radiata</u>	Setiembre 1964
10	<u>Pinus kesiya</u>	Setiembre 1964
11	<u>Pinus taiwanensis</u>	Setiembre 1964

Grupo 2 (1966-68): parcialmente

Nº de Parcela	Especie	Mes y año de plantación
12	<u>Araucaria cunninghamii</u>	Noviembre 1966
13	<u>Araucaria hunsteinii</u>	Noviembre 1966
14	<u>Agathis robusta</u>	Noviembre 1966
15	<u>Eucalyptus saligna</u>	Noviembre 1966
16	<u>Pinus roxburghii</u>	Diciembre 1966
17	<u>Chamaecyparis lawsoniana</u>	Diciembre 1966
18	<u>Eucalyptus maculata</u>	Diciembre 1966
19	<u>Fraxinus uhdei</u>	Octubre 1968
20	<u>Tristania conferta</u>	Octubre 1968
21	<u>Alnus nepalensis</u>	Octubre 1968



**Fig. 3.12 c:** Plantación en la Hacienda Juan Viñas  
Finca Peet, grupo I y parte del grupo 2

Se desprende del cuadro 3.12A. que la especie que mayor crecimiento tuvo es Pinus taiwanensis. Sin embargo, la forma de los árboles deja mucho de desear; los fustes torcidos y las ramas gruesas hacen que todavía no se pueda recomendar esta especie para plantaciones a mayor escala. Las especies Pinus tenuifolia, P. michoacana y P. patula muestran un crecimiento satisfactorio pero tampoco tienen buenos fustes. Pinus patula presenta un gran número de árboles bifurcados, teniendo fustes rectos. El crecimiento de Pinus kesiya, P. montezumae y P. pseudostrobus tanto en volumen como en cuanto a su forma es regular. Cryptomeria japonica tiene buena forma pero el crecimiento es lento. Pinus luchuensis y Pinus ayacahuite tienen muy mala forma y Pinus radiata tenía una baja sobrevivencia.

### 3.12.3. Introducción de especies durante el periodo setiembre 1966 - abril 1968

El segundo grupo de ensayos cuenta con coníferas y especies latifoliadas; las parcelas fueron plantadas entre el mes de setiembre del año 1966 y el mes de abril de 1968. Parte del grupo 2 se encuentra cerca de la Capilla (ver figura 3.12c., parcelas 12-21) y otra parte en una loma al sur de la Capilla (ver figura 3.12f., parcelas 1-13). En el mes de octubre de 1977 se midieron los árboles de las parcelas promisorias; los datos se presentan en el cuadro 3.12B.

Cuadro 3.12B. Resultados de mediciones de 12 especies forestales en octubre de 1977. Finca Peet, Juan Vinas, Costa Rica.

Grupo 2 (1966-68): especies promisorias

	Edad t (años)	Area parcela (m)	n Arb. orig.	n Arb. resid.	d (cm)
<u>Araucaria cunninghamii</u>	10,9	100	25	23	19,6
<u>Araucaria hunsteinii</u>	10,9	760	190	94	18,0
<u>Araucaria columnaris</u>	10,2	440	49	24	18,0
<u>Araucaria excelsa</u>	10,2	225	36	17	19,9
<u>Agathis robusta</u>	11,1	100	25	21	15,9
<u>Eucalyptus deglupta</u>	desc.	760	190	56	15,4
<u>Eucalyptus maculata</u>	10,8	412	49	35	23,2
<u>Eucalyptus robusta</u>	10,1	256	64	25	20,5
<u>Eucalyptus saligna</u>	11,1	210	25	23	30,4
<u>Pinus caribaea var. bahamensis</u>	9,8	256	64	58	19,4
<u>Pinus occidentalis</u>	9,7	380	95	76	17,0
<u>Pinus oocarpa</u>	10,1	256	64	38	19,9

Tanto el crecimiento como la forma de los árboles de Eucalyptus saligna son bastante buenos. Eucalyptus maculata y E. robusta tienen buena forma, pero el crecimiento es inferior al desarrollo de E. saligna. La edad desconocida del Eucalyptus deglupta complica la comparación con los demás eucaliptos plantados en este sitio. La forma de E. deglupta no es muy buena.

Parece que este sitio muy húmedo se presta para plantaciones con especies del género Araucaria. El crecimiento de Araucaria cunninghamii es bastante bueno, tanto en volumen como en cuanto a su forma. Gran número (28%) de los árboles residuales de A. hunsteinii tiene un fuste



Figura 3.12d.: Parcela de *Eucalyptus saligna* establecida en 1966, a casi 13 años de edad (1979). Finca Peet, Juan Vifias.

bi-o aún trifurcado a una altura entre 2 y 4 metros. Se desconoce la causa. El aspecto general de la parcela de A. humsteinii es bueno. La forma de los árboles de A. columnaris y A. excelsa es excelente y su crecimiento es bueno.

Agathis robusta tiene buena forma y su crecimiento es de regular a bueno. Las especies del género Pinus que mejor se comportan son Pinus caribaea var. bahamensis, Pinus oocarpa y Pinus occidentalis. Las últimas dos especies no presentan colas de zorro y su forma de fuste es buena.

#### 3.12.4. Ensayo replicado de introducción de Cupressus lusitanica y cinco especies del género Pinus

En los meses de julio y agosto de 1965 se establecieron dos bloques de 6 especies en El Sitio (ver fig. 3.12f.) y en la Finca Peet. Las especies plantadas fueron: Cupressus lusitanica, Pinus caribaea var. hondurensis, Pinus michoacana, Pinus montezumae, Pinus oocarpa y Pinus patula. En la Finca Peet (Bloque I) ocupan las parcelas n<sup>o</sup>s. 15-17 y 21-23. Las plantas fueron producidas localmente sobre platabandas en el vivero y fueron plantadas con adobe en el campo. Las parcelas tenían 49 árboles por especie, el espaciamiento fue de 2,5 x 2,5 metros. Los resultados de las mediciones de los 25 árboles centrales de las parcelas a la edad de 2 años y 6 meses se presentan en el cuadro 3.12C.



Figura 3.12e.: Parcela de *Araucaria hunsteinii* plantada en noviembre del año 1966, a la edad de 12 años y medio. Nótese el *A. cunninghamii* a la izquierda. (1979). Finca Peet, Juan Viñas.



Cuadro 3.12C. Supervivencia y altura media de 6 especies coníferas a 2 años y 6 meses de edad. El Sitio /Peet, Juan Viñas, Costa Rica. (1968).

Los nombres entre paréntesis indican la procedencia.

ESPECIE	BLOQUE I (Peet)		BLOQUE II (El Sitio)	
	% supervivencia	$\bar{h}$ (m)	% supervivencia	$\bar{h}$ (m)
<u>Cupressus lusitanica</u> (El Sitio, C.R.)	84	4,6	92	5,4
<u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (Guatemala)	64	1,7	84	2,6
<u>Pinus michoacana</u> (México)	76	0,8	56	0,9
<u>Pinus montezumae</u> (Guatemala)	80	1,0	84	1,3
<u>Pinus oocarpa</u> (Guatemala)	84	1,7	76	1,2
<u>Pinus patula</u> (México)	76	0,9	44	1,3

Actualmente se observa el desarrollo satisfactorio del ciprés y el crecimiento lento y defectuoso de la mayoría de los pinos. Según los archivos los árboles de Pinus caribaea var. hondurensis fueron producidos en el vivero local. Por no disponer de un número suficiente se plantó la línea de borde con árboles de la misma especie, pero producidos en Turrialba. Estos son árboles, tanto en el Bloque I como en el Bloque II, que tienen actualmente el mejor crecimiento volumétrico de los pinos ensayados en este sitio. La diferencia entre los árboles de Pinus caribaea var. hondurensis de borde y los 25 árboles centrales de la parcela es tan grande que es aún dudoso que fuesen las mismas especies. El crecimiento defectuoso de Pinus oocarpa (figura 3.12f; parcela 17) y de P. patula (figura 3.12f; parcela 15) se atribuye a procedencias inaptas para esta zona. Por lo tanto, el crecimiento lento inicial puede haber sido causado por la procedencia de las semillas y/o su identificación errónea, y no tanto por la falta de micorriza como se supuso originalmente.

Figura 3.12f.: Leyenda de las plantaciones.

Grupo 2 (1966-68): parcelas 1-13

Nº de Parcela	Especie	Mes y año de plantación
1	<u>Araucaria excelsa</u>	Agosto 1967
2	<u>Araucaria columnaris</u>	Agosto 1967
3	<u>Pinus caribaea</u> var. <u>bahamensis</u>	Diciembre 1967
4	<u>Pinus taeda</u>	Setiembre 1968
5	<u>Pinus oocarpa</u>	Setiembre 1967
6	<u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u>	Setiembre 1968
7	<u>Pinus caribaea</u> var. <u>bahamensis</u>	Setiembre 1968 (4 hileras)
8	<u>Pinus taeda</u>	Setiembre 1968 (2 hileras)
9	<u>Pinus cubensis</u>	Setiembre 1968 (2 hileras)
10	<u>Pinus occidentalis</u>	Setiembre 1968
11	<u>Eucalyptus robusta</u>	Setiembre 1967
12	<u>Alnus acuminata</u>	Agosto 1967
13	<u>Widdringtonia cupressoides</u>	Agosto 1967
14	<u>Eucalyptus deglupta</u>	Desconocido
15	<u>Pinus patula</u> *	Julio 1965
16	<u>Pinus michoacana</u>	Julio 1965
17	<u>Pinus oocarpa</u> *	Julio 1965
18	<u>Eucalyptus deglupta</u>	Desconocido
19	<u>Cupressus lusitanica</u>	Desconocido
20	<u>Pinus caribaea</u>	Desconocido
21	<u>Cupressus lusitanica</u>	Julio 1965
22	<u>Pinus montezumae</u>	Julio 1965
23	<u>Pinus caribaea</u> *	Julio 1965
24	<u>Cupressus lusitanica</u>	Mayo 1966

\* Determinación de la especie pendiente de futura investigación.

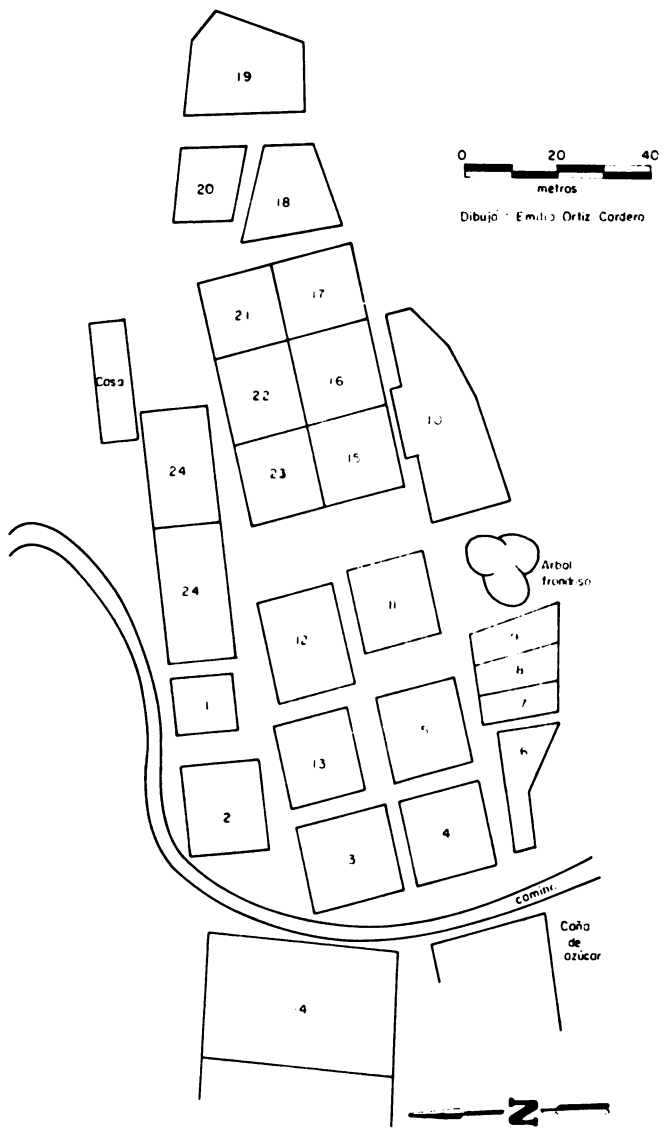


Fig. 3.12 f.: Plantación en la Hacienda Juan Viñas (Finca Peet, grupo 2)

### 3.12.5. Ensayo de 9 procedencias de *Cupressus lusitanica*

*Cupressus lusitanica*, siendo una especie bien adaptada a esa zona, fue objeto de un estudio de adaptabilidad de nueve procedencias (54). El ensayo abarca una serie de parcelas en 7 sitios entre 600 y 2 900 m.s.n.m. en Costa Rica. En la Finca El Sitio/Peet se establecieron dos parcelas en mayo del año 1966, las cuales fueron analizadas a la edad de seis años (ver figura 3.12f.; parcela 24). Los resultados se presentan en el cuadro 3.12D.

Cuadro 3.12D. Diámetro y altura de 9 procedencias de *Cupressus lusitanica* a la edad de seis años (1972). Finca Peet, Juan Vías, Costa Rica.

PROCEDENCIA	Nº árboles medidos	$\bar{d}$ (cm)	$\bar{h}$ (m)
Costa Rica (Cartago, Heredia) (árboles seleccionados)	12	19,0	10,3
Costa Rica (Ochomogo, Cartago)	6	16,1	9,8
México (km 27 México-Cuernavaca)	9	12,2	7,4
México (San Rafael)	6	13,2	8,2
Kenya (Sokoro)	7	10,4	7,1
Nueva Zelandia (Waipoua Forest)	7	9,7	7,1
Kenya (Daraja)	8	12,2	7,1
Kenya (Ndoswa)	8	9,4	7,4
México (El Chico, Hidalgo)	8	10,9	6,7

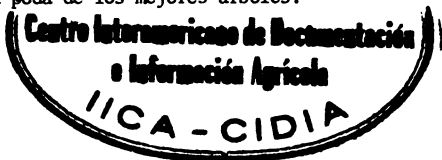
(54) RESENDE SOARES, A. Adaptação de nove procedencias de *Cupressus lusitanica* Mill. em Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1973. 76 p.

El número de árboles medidos es bajo debido a un raleo que se efectuó en diciembre del año 1969. A esa edad la sobrevivencia fue de 89%. Después del raleo sistemático, 44,4% de los árboles originales quedaron en pie, y estos árboles residuales tenían libre crecimiento. Se observa que las procedencias de Costa Rica crecieron más rápido que las demás procedencias. En vista de los resultados obtenidos se recomienda seleccionar las mejores fuentes locales de semillas para plantaciones futuras en Costa Rica (San José de la Montaña para elevaciones mayores de 1 700 metros y Ochozoma para elevaciones inferiores a los 1 700 metros).

### 3.12.6. Otras especies

Las otras especies que se plantaron en este sitio solo se enumeran en el cuadro 3.12E. De estas especies no se presentan datos detallados debido a un número limitado de plantas y/o a una mala adaptación. La ubicación de las parcelas residuales se encuentra en las figuras 3.12c. y 3.12f.

Además, durante el transcurso del año 1969, un estudiante de posgrado realizó un ensayo comparativo de cuatro tipos de recipientes para producción de plantas forestales (52). Trabajó con dos especies, una era Cupressus lusitanica. Los árboles de este ensayo fueron plantados en la parte noroeste de la Finca Peet en el mes de mayo de 1969 (ver fig. 3.12b.). El espaciamiento fue de 1,0 x 1,0 metros. Parece que, a temprana edad, la parcela fue raleada sistemáticamente cortando líneas alternas en ambas direcciones. Se supone que el producto fue aprovechado para árboles de navidad. En 1979 se efectuó un raleo en lo cual los árboles mal formados fueron cortados. Después del raleo se efectuó una medición; los datos se presentan en el cuadro 3.12F. La parcela necesita un raleo silvicultural y una poda de los mejores árboles.



(52) PONCE, A. Ensayo comparativo de cuatro tipos de recipientes para producción de plantas forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1969. 104 p.

Cuadro 3.12E. Nombre y fecha de plantación. Especies forestales introducidas en escala pequeña. El Sitio/Finca Peet, Juan Viñas, Costa Rica. Las especies marcadas por + desaparecieron.

Espece	Mes y año de plantación
+ <u>Alnus acuminata</u>	Octubre 1968
<u>Alnus nepalensis</u>	Octubre 1968
<u>Araucaria angustifolia</u>	Setiembre 1968
+ <u>Araucaria araucana</u>	Setiembre 1968
+ <u>Cedrela odorata</u>	Octubre 1968
+ <u>Cedrela tonduzii</u>	Octubre 1968
<u>Chamaecyparis lawsoniana</u>	Diciembre 1966
+ <u>Cupressus sargentii</u>	Setiembre 1968
+ <u>Eucalyptus tereticornis</u>	Abril 1967
<u>Fraxinus uhdei</u>	Octubre 1968
+ <u>Pinus canariensis</u>	Junio 1967
<u>Pinus cubensis</u>	Setiembre 1968
+ <u>Pinus elliottii</u> var. <u>elliottii</u>	Agosto 1967
+ <u>Pinus kesiya</u>	Julio 1967
+ <u>Pinus muricata</u>	Junio 1967
+ <u>Pinus pinaster</u>	Junio 1967
<u>Pinus roxburghii</u>	Diciembre 1966
<u>Pinus strobus</u> var. <u>chiapensis</u>	Setiembre 1968
<u>Pinus taeda</u>	Setiembre 1968
+ <u>Toona ciliata</u>	Octubre 1968
<u>Tristania conferta</u>	Octubre 1968
<u>Widdringtonia cupressoides</u>	Agosto 1967



Figura 3.12g.: Vista general de las parcelas del Grupo 66-68. En el primer plano Cupressus lusitanica (izquierda), Araucaria excelsa (derecha), en el fondo Eucalyptus robusta (centro) y Pinus oocarpa (derecha). (1979). Finca Peet, Juan Vifas.

Quadro 3.12F. Mediciones de Cupressus lusitanica (1969) a diez años de edad después de un raleo en 1979. Finca Peet, Juan Vías.

N	(Número de árboles/ha)	970
$d_g$	(cm)	20,7
$\bar{h}$	(m)	18,4
$h_{dom}$	(m)	21,6
G	(m <sup>2</sup> /ha)	32,7
v	(m <sup>3</sup> /árbol medio sin corteza)	0,258
I.M.A.	(m <sup>3</sup> /ha/año)	25,05
S†		16,0



#### 4. ENSAYOS DE VARIEDADES Y PROCEDENCIAS DE PINUS CARIBAEA

Pinus caribaea Morelet probó adaptarse bien a las condiciones de Turrialba, en donde se establecieron ensayos de especies en 1960 y 1961 (sub-capítulos 3.1. y 3.2., Arboretum y Coniferatum). A pesar del crecimiento rápido y la ausencia de enfermedades, los tallos torcidos y el estado conocido como "cola de zorro" en rodales jóvenes causaron alguna inquietud. Se condujeron entonces ensayos para determinar si variedades específicas o procedencias de semillas de Pinus caribaea mostraban tallos más rectos y una proporción menor de "colas de zorro".

##### 4.1. ENSAYOS DE VARIEDADES EN 1968

Tres variedades de Pinus caribaea son reconocidas por los botánicos:

Pinus caribaea Mor. var. caribaea (típica), encontrada solamente en Cuba y en la Isla de Pinos;

Pinus caribaea Mor. var. bahamensis Barr. & Golf., encontrada en algunas islas de las Bahamas;

Pinus caribaea Mor. var. hondurensis Barr. & Golf., la cual ocurre en el Istmo Centroamericano: Belize, Guatemala, Honduras y Nicaragua.

En 1967, de Cuba y de las Bahamas se obtuvieron respectivamente procedencias de las variedades caribaea y bahamensis mientras que la variedad hondurensis se obtuvo de dos fuentes, en Belize y Nicaragua. Se cultivaron plántulas de cada grupo separadamente. Los cuatro grupos de plántulas fueron trasplantados en 1968 en parcelas contiguas de 100 árboles en tres sitios en la finca del CATIE así como en un sitio en la Finca Atirro a 6 km. al sureste del CATIE. Los tres grupos de parcelas en el CATIE están en Florencia Sur (sub-capítulo 3.7.) Florencia Norte (sub-capítulo 3.9.) y Bajo San Lucas (sub-capítulo 3.5.)

El espaciamiento inicial fue de 2,5 m. x 2,5 m. en todas las celas. Las parcelas fueron mantenidas sin ralearlas hasta la edad 10 años. Una limpieza ligera fue realizada en Florencia Norte en '4.

Las alturas y los diámetros se midieron periódicamente. Se hicieron evaluaciones más completas en 1972 (4 años de edad) y en 1978 (10 años de edad). Las mediciones se efectuaron sobre los 36 árboles interiores, dejando dos hileras en los bordes. Los resultados pueden resumirse así (\*):

a) Colas de zorro

La frecuencia de colas de zorro en las plantaciones se relaciona con las variedades, procedencias, el espaciamiento y el sitio. El porcentaje de árboles afectados a los 4 años de edad puede alcanzar hasta el 62,1% de la plantación. Este dato record correspondió a la var. hondurensis procedente de Nicaragua y plantada en suelos relativamente fértiles de Florencia Norte. Sin embargo, a los 10 años, los árboles con colas de zorro ya han desarrollado ramificación normal o han muerto. Estos árboles muestran un crecimiento más lento que aquellos normalmente ramificados y llegan a ser suprimidos en rodales no raleados.

Los resultados de la evaluación de plantaciones de 4 años en cuanto a la presencia de colas de zorro son resumidos en el cuadro 4.1A.

CUADRO 4.1A.: Frecuencia media de colas de zorro en variedades y procedencias de Pinus caribaea de 4 años de edad. CATIE, Turrialba.

Variedad y procedencia	Porcentaje de árboles residuales afectados por colas de zorro
var. <u>caribaea</u> (de Cuba)	0 por ciento
var. <u>bahamensis</u> (de Bahamas)	2,9 por ciento
var. <u>hondurensis</u> (de Belize)	7,3 por ciento
var. <u>hondurensis</u> (de Nicaragua)	20,1 por ciento

En general las "colas de zorro" eran más frecuentes en Florencia Norte (10,2%) que en Florencia Sur (8,8%) y Bajo San Lucas (4,0%).

(\*) Op. cit. (48) pág. 118.

b) Crecimiento

La figura 4.1a. muestra la altura media y el crecimiento diamétrico de las cuatro procedencias en tres sitios del CATIE que no habían sido raleadas hasta la edad de 10 años. De la gráfica se puede ver que la procedencia de Belize de var. hondurensis ha sostenido una ventaja definida en crecimiento vertical durante el desarrollo de las plantaciones. La variedad caribaea de Cuba creció más lentamente en altura durante los primeros siete años, pero después ha emparejado a los árboles de Nicaragua y de las Bahamas.

Una tendencia diferente se presenta en el crecimiento diamétrico, en el cual las dos procedencias de la variedad hondurensis muestran un tasa de crecimiento promedio muy similar de 2,1 cm/año hasta los 10 años. Las variedades caribaea y bahamensis también muestran incrementos diamétricos similares pero marcadamente más lentos (1,8 cm/año) que la variedad hondurensis.

c) Forma

Con respecto a la forma del tallo, las variedades caribaea y bahamensis son muy rectas en todas las parcelas, con copas angostas y ramas pequeñas. La variedad hondurensis es menos recta y tiene copas más anchas y ramas más gruesas. De las dos procedencias de la variedad hondurensis probadas en este experimento, la de Belize muestra una forma del tallo preferible. El raleo a los 10 años removió la mayoría de los fustes mal formados de las parcelas y todas contienen ahora árboles vigorosos y bien desarrollados.

El cuadro 4.1B. representa los datos de crecimiento promedio por hectárea después de ralear a los 10 años de edad. Se puede ver claramente la ventaja en la producción en volumen de la variedad hondurensis y especialmente de la procedencia de Belize.

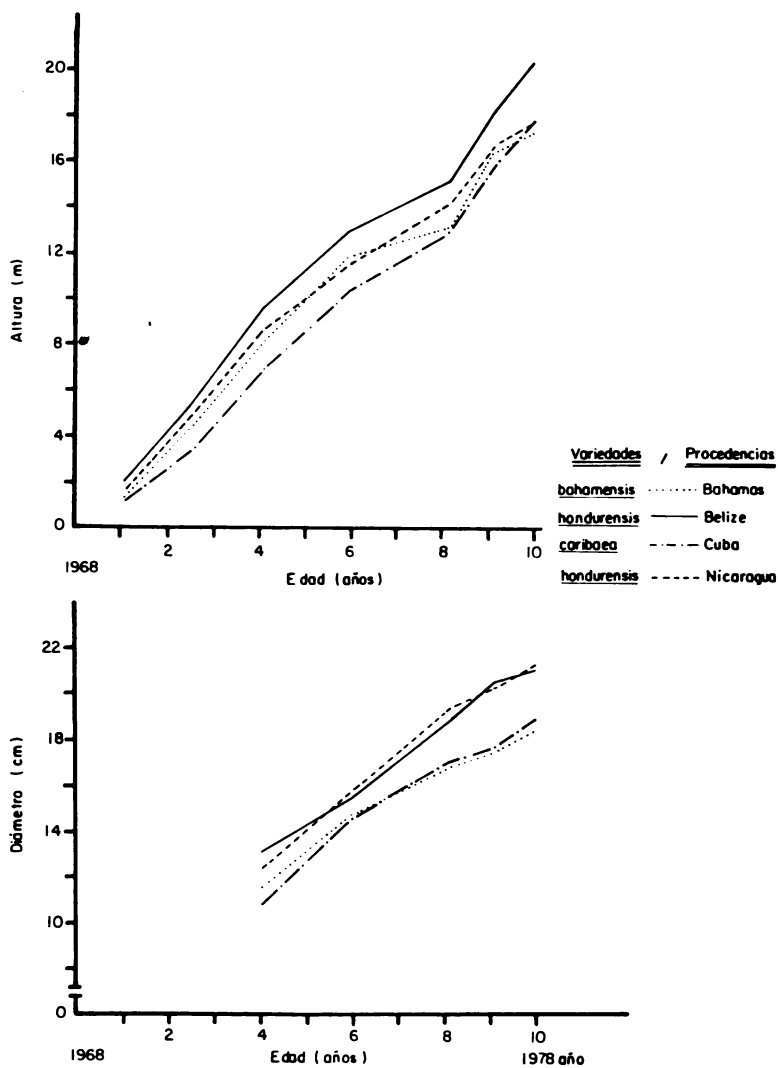


Fig. 4.1a Crecimiento promedio en altura y en diámetro de variedades y procedencias de *Pinus caribaea* durante los 10 primeros años (1968-1978) CATIE, Turrialba

CUADRO 4. 1B.: Datos de crecimiento promedio de 3 variedades de Pinus caribaea a los 10 años de edad. CAIIE (varios sitios)\*, Turrialba. (1978).

Variedad y procedencia	N (árboles/ hectárea)	h <sub>dom.</sub> (m)	$\bar{h}$ (m)	$\bar{d}$ (cm)	G (m <sup>2</sup> /ha)	V Volumen residual** (m <sup>3</sup> /ha)	V Volumen raleado (m <sup>3</sup> /ha)	I.M.A. (m <sup>3</sup> /ha/año)
<u>P. c.</u> var. <u>caribaea</u> (ex Cuba)	687	19,9	18,0	19,9	21,76	188,0	52,9	24,1
<u>P. c.</u> var. <u>bahamensis</u> (ex Bahamas)	658	20,9	18,4	20,5	23,12	204,2	60,2	26,4
<u>P. c.</u> var. <u>hondurensis</u> (ex Belize)	674	23,7	21,1	22,5	27,40	277,5	80,8	35,8
(ex Nicaragua)	695	21,1	18,5	23,3	29,50	262,0	67,4	32,9

(\*) Mediciones efectuadas en parcelas de 36 árboles cada una en Florencia Sur, Florencia Norte y Bajo San Lucas.

(\*\*)  $f = 0,48$

#### 4.2. ENSAYOS DE PROCEDENCIAS DE 1973 Y 1977/78

El crecimiento superior de la variedad hondurensis en el CATIE fue aparente a juzgar por los resultados preliminares de los ensayos de variedades de P. caribaea, pero parece posible obtener mejores incrementos seleccionando fuentes de semillas dentro de la variedad. Se obtuvieron semillas de muchas partes de la dispersión natural de P. caribaea a través del Commonwealth Forestry Institute, Oxford, y se establecieron ensayos adicionales en 1973. En estos ensayos se compararon árboles cultivados de semillas de 10 procedencias diferentes, enumeradas en el cuadro 4.2A.

CUADRO 4.2A.: Procedencias de semillas de Pinus caribaea var. hondurensis utilizadas en los ensayos de 1973.

Procedencia	Origen	Lat. N.	Long. O.	Altitud (m)	Precip. (mm)
TI	Turrialba (plantación)	9°53'	83°38'	602	2 674
K20	Alamicamba, Nicaragua	13°34'	84°17'	25	2 900
K24	Isla Guanaja, Honduras	16°28'	85°54'	75	2 300
K57	Culmi, Honduras	15°06'	85°37'	550	1 500
K58	Brus Laguna, Honduras	15°45'	84°40'	10	2 800
K60	Potosi, Honduras	15°20'	88°25'	650	1 200
K61	Santa Clara, Nicaragua	13°48'	86°12'	700	1 500
K64	Santos, Belize	17°34'	88°33'	80	2 000
"Belize"	Mountain Pine Ridge Belize	17°00'	88°55'	400	1 780
K29	Poptún, Guatemala	16°21'	89°25'	500	1 690

Los ensayos se establecieron con parcelas de 49 árboles con un espaciamiento de 2,5 m. x 2,5 m. en cada uno de los cinco sitios en el CATIE. Por razón de escasez de material de transplante de las dos últimas procedencias, de los cinco sitios plantados, sólo cuatro tienen árboles todavía: dos en Puente Cajón (fig. 3.6a., parcela 7; y fig. 4.2b.), uno en San Juan Sur y uno en Noche Buena (ver figuras 1.2a., 4.2a. y sub-

SAN JUAN SUR:

NOCHE BUENA:

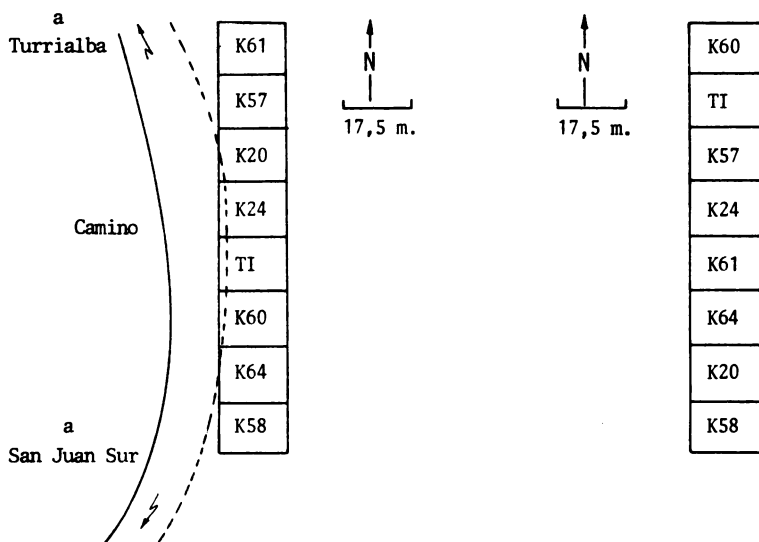


FIGURA 4.2a.: Ubicación de las parcelas en el ensayo de procedencias de Pinus caribaea var. hondurensis de 1973, en San Juan Sur y Noche Buena, CATIE, Turrialba (ver también subcapítulo 3.10.).

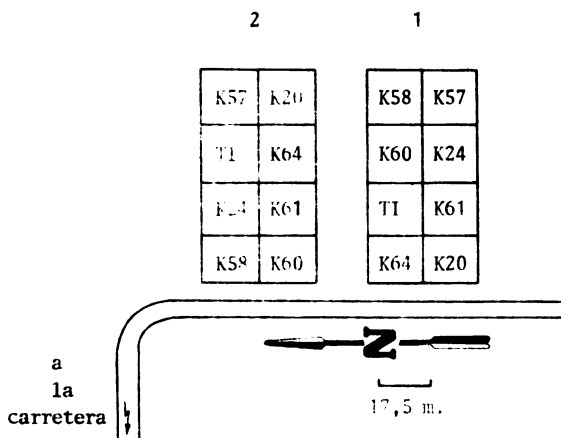


FIGURA 4.2b.: Ubicación de las parcelas en el ensayo de procedencias de *Pinus caribaea* var. *hondurensis* de 1973, en Puente Cajón, CATIE, Turrialba (ver también sub-capítulo 3.6.)



capítulo 3.10.). Todas las parcelas sufrieron mucho por la competencia de malezas pero las que quedaron fueron medidas en 1978 cuando tenían cinco años de edad. Los resultados (de ocho procedencias) se resumen en el cuadro 4.2B. Este cuadro muestra los resultados de San Juan Sur y Noche Buena (sitio 1), que tienen suelos bien drenados, separados de Puente Cajón (sitio 2) que tiene mal drenaje. Las líneas verticales juntan promedios que no difieren significativamente.

Este cuadro muestra una gran amplitud de valores de crecimiento vertical y diamétrico y de sobrevivencia, pero, a pesar de esto, pocas diferencias fueron significativas estadísticamente. Podemos concluir tentativamente, que en sitios bien drenados, las semillas recolectadas localmente darán tan buenos o mejores resultados como las semillas de cualquier fuente natural. En el sitio con peor drenaje, en Puente Cajón, la procedencia K57 de Culmi, Honduras, todavía ha dado los mejores resultados. La falta del análisis estadístico para mostrar diferencias entre fuentes de semillas se debe en parte a un diseño experimental incorrecto y principalmente a sobrevivencias bajas y la competencia de malezas que falseó los datos.

Por esta razón se establecieron nuevos ensayos con repeticiones mejores en 1977 y 1978. En 1977, se plantaron 10 procedencias (+ dos procedencias de P. oocarpa) con cinco repeticiones de parcelas de siete árboles en cinco sitios en Costa Rica, de las cuales una está en Florencia Norte (fig. 3.9.; parcela 2). En 1978, un ensayo adicional fue hecho en Puente Cajón, (fig. 3.6a.; parcela 9) usando tres repeticiones de parcelas de 49 árboles. Las procedencias probadas, que incluyen repeticiones de seis procedencias ya probadas en 1973, son enumeradas en el cuadro 4.2C.

CUADRO 4.2B.: Datos de crecimiento promedio de 8 procedencias de Pinus caribaea var. hondurensis a los 5 años en 2 sitios del CATIE, Turrialba.

Sitio	$\bar{h}$ (m)	$\bar{d}$ (cm)	Sobrevivencia (%)
1	K60 9,3	TI 15,9	K64 81
Sitios: San Juan Sur	TI 9,1	K60 15,2	TI 67
Noche Buena	K57 8,3	K57 14,5	K20 61
Bloques: 4 & 5	K20 7,8	K20 12,8	K60 59
Promedios del sitio:	K61 6,7	K64 11,4	K58 56
$\bar{h}$ 7,6 m.	K64 6,6	K58 10,6	K57 38
$\bar{d}$ 12,6 cm.	K58 6,5	K61 10,5	K61 38
Sobrevivencia 54%	K24 6,3	K24 9,7	K24 28
2	K61 4,4	K57 7,6	K58 89
Sitio: Puente Cajón	K57 4,2	K61 7,5	TI 86
	K58 4,2	K58 7,3	K60 85
Bloques 1 & 2	K60 4,1	K60 7,1	K24 84
Promedios del sitio:	K20 4,0	K20 6,6	K57 83
$\bar{h}$ 3,8 m.	TI 3,7	TI 6,3	K64 82
$\bar{d}$ 6,7 cm.	K24 3,1	K24 6,2	K20 79
Sobrevivencia 80%	K64 2,9	K64 5,0	K61 45
Promedios del ensayo	5,7 m.	9,6 cm.	67%

Las líneas verticales unen los promedios de procedencias que no tienen una diferencia significativa al nivel de 0,05 de probabilidad.

Los promedios del sitio tienen diferencia al nivel de 0,01 de probabilidad para altura y diámetro y al nivel de 0,05 para sobrevivencia.

CUADRO 4.2C.: Procedencias de semillas de Pinus caribaea var. hondurensis utilizadas en los ensayos de 1977 y 1978.

Procedencias	Origen	Lat. N.	Long. O.
K106	Alamicamba, Nicaragua	13°34'N	84°17'O
K22	Río Coco, Nicaragua	14°45'	83°55'
K24	Isla Guanaja, Honduras	16°28'	85°54'
K25	Poptún, Guatemala	16°21'	89°25'
K57	Culmi, Honduras	15°06'	85°37'
K58	Brus Laguna, Honduras	15°45'	84°40'
K124	Los Limones, Honduras	14°03'	86°42'
30/73	Mountain Pine Ridge, Belize	17°00'	88°55'
K107	Melinda, Belize	17°01'	88°20'
9/76	Pinar del Río, Cuba (var. <u>caribaea</u> )	22°50'	83°20'

## 5. MANEJO DE BOSQUES SECUNDARIOS

### 5.1. INTRODUCCION

En América Central la disminución de los bosques tropicales alcanza aproximadamente 350 000 hectáreas anuales, de las cuales 60 000 solo en Costa Rica (60). Frente a un aumento progresivo de la población que exige mayor provisión de productos forestales, es indispensable preocuparse del manejo de los bosque tropicales. Entre estos bosques las formaciones llamadas "secundarias", resultantes de desmontes pasados que remontan a pocos decenios, están caracterizadas por una composición más simple, es decir con pocas especies de árboles en comparación con el bosque húmedo tropical primario. Estas especies se caracterizan por ser heliófitas y de rápido crecimiento, aún más cuando son manejadas. Se puede citar el ejemplo del laurel (Cordia alliodora), especie que se caracteriza por su alto valor, buena forma y rápido crecimiento. Por representar el bosque secundario una fase transitoria entre el rastrojo y el bosque climax, estas especies en su composición presentan maderas blancas y blandas, susceptibles de tratamientos tecnológicos. En el bosque secundario el agricultor puede aprovechar sus productos en pocos años, especialmente en forma de madera redonda y leña.

### 5.2. OBJETIVOS

La existencia de un bosque secundario en la finca del CATIE, estimado entre 50 y 70 años de edad y que anteriormente era un cafetal, ha permitido iniciar desde 1955 investigaciones tendientes a desarrollar tratamientos silviculturales para mejorar su rentabilidad mediante los estudios siguientes:

---

(60) SEMINARIO FAO/SIDA, SOBRE OCUPACION FORESTAL EN AMERICA LATINA; LIMA, PERU, 1976. Informe. Roma, FAO, 1976. 520 p.

a) Reconocer la composición del bosque secundario y el incremento de las especies en esta fase de la sucesión.

b) Determinar la respuesta del bosque secundario a varios niveles de raleo, en un período de 5 años, a través de mediciones del área basal.

c) Precisar la actual producción resultante de tratamientos anteriores.

d) Determinar los sistemas silviculturales posteriores a la explotación.

### 5.3. UBICACION Y CARACTERISTICAS GENERALES DEL BOSQUE SECUNDARIO

La ubicación del bosque secundario de Florencia Sur se aprecia en las figuras 1.2a. y 3.7a. Forma una faja de 2 Km. de longitud, y una anchura entre 30 y 350 m.

Está compuesto por 60 especies aproximadamente entre las cuales las más valiosas son: Cordia alliodora, Ocotea spp., Rollinia microsepala, Protium copal, Virola sebifera, V. koschnyi, Simarouba amara, Guarea sp. y otras.

La inclinación del terreno varía entre 10% y 20%. El suelo es arcillo-arenoso, con profundidad de hasta 6 m. y estructura granular y consecuentemente presenta una alta permeabilidad. El contenido de materia orgánica es alto y el pH promedio es de 4,6. Unos datos de textura de un perfil típico del suelo de Florencia Sur se encuentran en el cuadro 5.3.A.

CUADRO 5.3A.: Textura típica de los suelos del bosque Florencia Sur. CATIE, Turrialba.

Hori- zonte	Prof. cm	Arena %	Limo %	Arcilla %	Textura
A <sub>11</sub>	5-20	10	16	74	Arcilloso
A <sub>12</sub>	20-40	6	9	85	Arcilloso
A <sub>3</sub>	40-55	5	7	88	Arcilloso
B <sub>1</sub>	55-70	4	5	91	Arcilloso
B <sub>2</sub>	+ 70	3	3	94	Arcilloso

#### 5.4. PARCELAS PERMANENTES

Para llevar a cabo las investigaciones dentro del bosque, se instalaron entre 1955 y 1966 ocho parcelas de observación permanente, cuya ubicación se aprecia en la figura 5.4a. Todas tienen forma rectangular de 25 x 40 m. (1/10 hectárea).

#### 5.5. RESULTADOS Y DISCUSION

Se formuló un plan de manejo en 1955 (28), con base en un inventario del bosque secundario de Florencia. Un muestreo de producción determinó una posibilidad de ingreso anual (base: 1955) de ₡3 270 (\$483,80) en madera aserrable y de ₡700 (\$105,60) en leña. Esto corresponde a una posibilidad de corte anual de las especies comerciales en una área de 8,5 hectáreas bajo un ciclo de 5 años. Se indicó que, mediante la aplicación de técnicas silviculturales, se podía mejorar esta producción, de acuerdo al avance del ciclo de cortas.

En 1967 (65) se aplicaron tres intensidades de raleo, de 20, 40 y 60% del área basal, y un testigo en los 8 lotes de observación (ver figura 5.5a.).

(28) GONZALEZ DE MOYA, M. Ordenación de un bosque subtropical de crecimiento secundario en Costa Rica. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1955. 140 p.

(65) VEILLON, J.P. Documentos de trabajo no publicados. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1967.

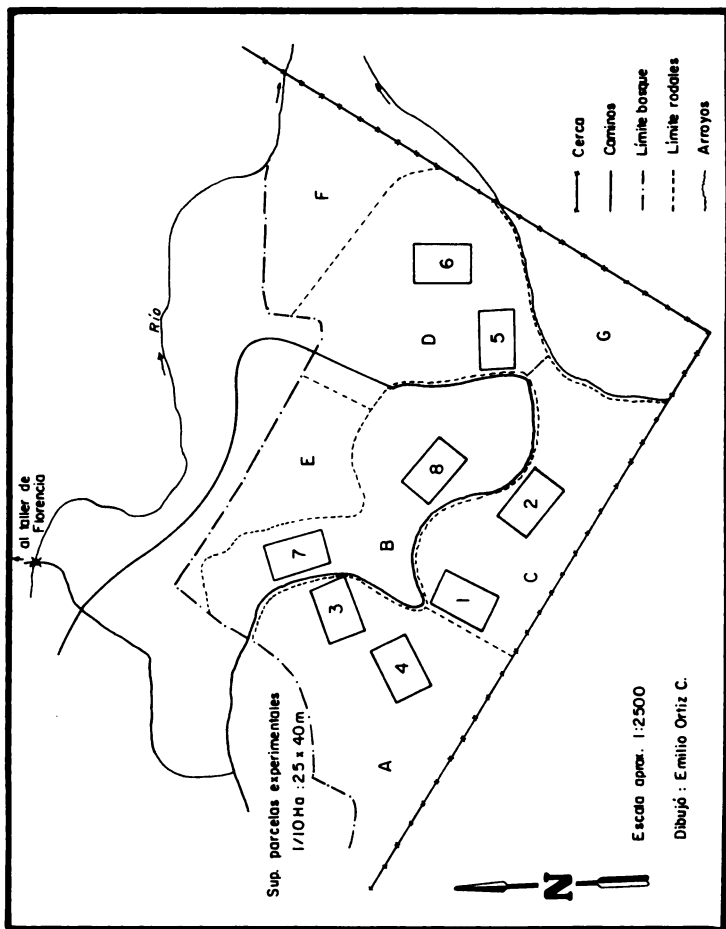


Fig. 5.4a.: Ubicación de las parcelas de observación permanente en Florencia Sur, CATIE, Turrialba



Figura 5.5a.: Parcela experimental con intensidad definida de raleo, en el bosque secundario de Florencia Sur, CATIE, Turrialba.



Cabe aclarar que no fue posible alcanzar exactamente la reducción del área basal en 20, 40 y 60%, o sea valores de 24, 18 y 12 m<sup>2</sup>/ha. respectivamente con base en el testigo de 30 m<sup>2</sup>/ha., en el año 1966. Los valores realmente obtenidos al iniciar el experimento en 1967 fueron de 25,69, 17,28 y 13,54 m<sup>2</sup>/ha y de 39,66 m<sup>2</sup>/ha para el testigo (ver cuadros 5.5A. y 5.5B.).

En 1967 (59) se aprovecharon estos lotes para estudiar su estructura, mortalidad, crecimiento y correlacionar estos factores con el área basal por tratamiento. Los resultados de este primer año de observación se presentan en el cuadro 5.5A. (47). Con base en los incrementos obtenidos, se calculó un turno tentativo de corta de 50 años para las 11 especies valiosas, definiendo 40 cm. como diámetro mínimo comercial. Las especies Casearia sylvestris, Hasseltia floribunda, Trophis racemosa y Cupania cinerea, presentaron bajos incrementos, quizás por ser dominadas. Las especies que ofrecieron mejor respuesta al manejo fueron Virola sebifera y Rollinia microsepala. Simarouba amara en cambio, presentó bajos crecimientos, tal vez por la poca disponibilidad de luz.

En 1972, se concluyó el análisis del efecto de raleos iniciado en 1967, obteniéndose los incrementos precisados en el cuadro 5.5B. La comparación del área basal inicial 1967 y final 1972 y el incremento promedio para cada tratamiento se ilustra en el cuadro N<sup>o</sup> 5.5C.

- 
- (59) ROJAS, A. Efecto del raleo sobre el crecimiento en área basal de un bosque secundario en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1970. 77 p.
- (47) MUSALEM, M. Resultados de tratamientos silviculturales en un bosque tropical en Turrialba. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1972. 38 p.
- (7) BECERRA, J. Algunas consideraciones para la ordenación de un bosque heterogéneo natural en la zona húmeda tropical. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1971. 135 p.

CUADRO 5.5A.: Condiciones de las parcelas de observación antes de efectuar los raleos. Bosque secundario de Florencia Sur, CATTI, Turrialba.

Parcela N°	Tratamiento planeado. (Disminución en % de G)	G (m <sup>2</sup> /ha) planeado	G 1966 (m <sup>2</sup> /ha)	G 1967 (m <sup>2</sup> /ha)	Incremento anual de G (m <sup>2</sup> /ha/año)	Incremento anual de G (m <sup>2</sup> /ha/año)	Incremento anual de G en %
1	0%	30	33,11	34,98	1,87	1,97	5,2
2	0%	30	42,27	44,35	2,08		
3	20%	24	28,23	29,89	1,66	1,54	4,8
4	20%	24	37,25	38,67	1,42		
5	40%	18	25,94	26,99	1,05	1,07	4,0
6	40%	18	26,88	27,98	1,10		
7	60%	12	31,77	33,21	1,44	1,27	5,0
8	60%	12	19,63	20,74	1,11		

Tomado de: Op. cit. (47) pág. 222.

CUADRO 5.5B.: Mediciones sucesivas de área basal de las parcelas experimentales durante el período 1967-1972 después de efectuar los raleos. Bosque secundario de Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

Nº Parc.	Intensidad de raleo en % de G		Área basal (m <sup>2</sup> /ha)				
	planeado	realizado	1967	1968	1969	1970	1972
1	0%	0 %	34,98	36,81	38,52	39,50	42,50
2	0%	0 %	44,35	49,84	51,23	52,01	57,21
$\bar{x}$	0%	0 %	39,66	43,32	44,87	45,75	49,85
3	20%	15,7%	25,20	25,59	27,30	28,63	32,03
4	20%	32,3%	26,18	27,31	28,37	29,54	30,93
$\bar{x}$	20%	24 %	25,69	26,45	27,84	29,08	31,48
5	40%	38,3%	16,64	17,58	18,96	20,99	23,80
6	40%	35,9%	17,93	19,17	20,46	22,38	24,27
$\bar{x}$	40%	37,1%	17,28	18,37	19,71	21,68	24,03
7	60%	54,0%	15,28	16,19	18,18	19,67	23,20
8	60%	43,1%	11,81	12,67	13,54	14,04	17,33
$\bar{x}$	60%	48,6%	13,54	14,43	15,86	16,85	20,26

Tomado de: Op. cit. (47) pág. 222.

Los incrementos absolutos bajo todos los tratamientos son menores que el testigo. El incremento relativo, es decir expresado en % del área basal inicial en 1967, fue mayor en las parcelas con el tratamiento de 40% y 60%, con incrementos anuales de 7,8 y 9,9% respectivamente, mientras que el testigo incrementó con 5,1%. Además, estos incrementos se concentran en las 11 especies valiosas mencionadas a continuación: Virola sebifera, Simarouba amara, Rollinia microsepala, Cordia alliodora, Cordia bicolor, Amyris sp., Protium copal, Ocotea cooperi, Ocotea dendrodaphne, Guarea sp. y "Quizarrá manteco" (Ocotea sp.). Estas especies presentaron entre el 53 y el 75% del área basal de los 6 lotes. De esta investigación se deduce que el éxito del manejo de un bosque secundario mediante un refinamiento depende en gran parte de las especies valiosas que lo constituyen. Al ser especies heliófitas debe de aplicarse un tratamiento enfocado en una apertura severa del dosel. En el caso de que no exista una densidad adecuada de especies comerciales puede aplicarse un sistema de enriquecimiento con otras especies valiosas de rápido crecimiento.

CUADRO 5.5C.: Area basal Inicial y final del periodo 1967 - 1972. Promedios por tratamiento. Bosque secundario de Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

Parcelas N°s	Intensidad de raleo en % de G plan.   real.	Incremento de G (m <sup>2</sup> /ha)	G (m <sup>2</sup> /ha)		Incremento Total 67-72 (m <sup>2</sup> /ha)	Incremento Medio Anual (m <sup>2</sup> /ha/año)	Incremento Relativo de G en %
			Original 1967	Actual 1972			
1 y 2	0%   0 %	1,97	39,66	49,85	10,19	2,04	5,11
3 y 4	20%   24,0%	1,54	25,69	31,48	5,79	1,16	4,47
5 y 6	40%   37,1%	1,07	17,28	24,05	6,75	1,35	7,81
7 y 8	60%   48,6%	1,07	15,04	20,26	6,72	1,34	9,89

### 5.6. PARCELAS DE ENRIQUECIMIENTO EN FLORENCIA NORTE.

Con base en los resultados de los ensayos de Florencia Sur, se establecieron 3 parcelas experimentales de enriquecimiento en el bosque secundario de Florencia Norte en 1972 (fig. 3.9a; parcela 14).

De acuerdo a la evaluación anterior de incrementos y hábitos de competencia de las especies del bosque secundario, se incluyeron las especies siguientes: Virola sebifera, Cordia alliodora, Simarouba amara, Ocotea cooperi y Swietenia macrophylla, esta última especialmente por su alto valor comercial. Se plantó una hectárea en cada una de las 3 replicaciones, establecidas bajo las tres condiciones siguientes:

1. Bosque secundario cortado: plantación inmediata
2. Regeneración natural de 2 años de edad después de cortado; apertura de franjas
3. Regeneración natural de 3 años de edad; apertura de franjas.

Se aprovechó la vegetación natural como material de defensa lateral de las plantitas en las condiciones 2 y 3, pero cuidando siempre que el dosel superior nunca cierre las plantaciones. Las franjas, de 2,0 m. de ancho, fueron espaciadas una cada 5 metros y se plantaron los árboles a intervalos de 5 metros dentro de las franjas.

Los datos de crecimiento en altura al término de los primeros 2 años se representan en el cuadro 5.6A.

CUADRO 5.6A.: Altura a los 2 años de edad (1974) de las especies plantadas en líneas de enriquecimiento. Bosque secundario de Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

Especie	Altura (m)
<u>Simarouba amara</u>	2,9
<u>Ocotea cooperi</u> *	2,2
<u>Cordia alliodora</u>	2,0
<u>Swietenia macrophylla</u>	1,9
<u>Virola sebifera</u>	0,9

\*Ocotea cooperi fue plantada de 1 m. de alto en promedio a 1,5 años de edad en vivero.

En 1976, la primera replicación que correspondió a la sucesión vegetal inicial (plantación inmediata al corte del bosque secundario) fue prácticamente eliminada por la competencia de la regeneración natural. No así las replicaciones con regeneración natural de 2 y 3 años de edad, ya que tenían especies arbustivas no competitivas con las especies forestales plantadas. Al término de 1978 la única especie bien establecida fue Cordia alliodora.

#### 5.7. INVESTIGACIONES ACTUALES

Para la continuación del manejo del bosque secundario de Florencia Sur se está efectuando un nuevo proyecto sobre el análisis de la producción de especies comerciales en cada tratamiento (44). Además de la producción maderera, se está evaluando la biomasa. Se complementa el estudio con el muestreo de regeneración natural antes y después de la explotación, con el fin de determinar nuevos tratamientos.

Además, en los terrenos de Florencia Norte (fig. 3.9a.; parcela 25) se inició en 1978 un estudio ecológico de potencial agro-forestal, sobre sucesión vegetal de un bosque secundario (21). La investigación está a cargo del Departamento de Botánica de la Universidad de Florida y persigue el objetivo principal siguiente:

Llevar a cabo las investigaciones básicas que son necesarias para facilitar el diseño de agroecosistemas complejos que se asemejen, en el sentido estructural y funcional, a los ecosistemas tropicales de vegetación sucesional natural.

Para este fin se han establecido 6 bloques cuadrados de 900 m<sup>2</sup> en un bosque secundario, cada uno dividido en 4 parcelas que corresponden a los tratamientos siguientes:

---

(44) MARTINEZ, H. Producción de un bosque secundario en Turrialba, sometido a diferentes intensidades de raleo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 101 p.

(21) EWELL, J. et.al. Natural succession as a model for the design of new tropical agroecosystems. Washington, D.C., National Science Foundation, 1978. 54 p.

Tratamiento 1: Vegetación sucesional natural como testigo establecida por regeneración natural.

Tratamiento 2: Vegetación sencilla. Monocultivos de maíz o frijol en secuencias variables según el cultivo.

Tratamiento 3: Simulación de la vegetación natural. Reemplazo de las especies de regeneración natural por una combinación de cultivos y especies silvestres, para imitar la complejidad de la vegetación natural. Las especies introducidas serán elegidas con base en la similitud de su forma con las plantas de regeneración natural.

Tratamiento 4: Ecosistema de auto-diseño. Enriquecimiento de la regeneración natural por medio de la introducción de material genético nuevo en forma de cultivos y plantas silvestres provenientes de otras regiones. Este tratamiento tiene como objetivo de probar la eliminación de los límites biogeográficos que inciden sobre la distribución de las especies en una sucesión natural.

Un esquema del diseño experimental se encuentra en la figura 5.7a. Todos los tratamientos se iniciaron con una quema de la vegetación natural en febrero/marzo de 1979. Para los tratamientos 2 y 3, se sembraron las parcelas a principios de abril de 1979. El reemplazo de las especies naturales en el tratamiento 3, se hará a un ritmo que imite la sucesión natural. El primer enriquecimiento en el tratamiento 4 se efectuó hacia fines de abril de 1979. Los enriquecimientos siguientes dependerán de la disponibilidad de semillas de especies adecuadas.

En todas las parcelas se efectuarán mediciones de la productividad y arquitectura de la vegetación, de la composición florística, del consumo por los herbívoros, de las raíces y de la lixiviación.



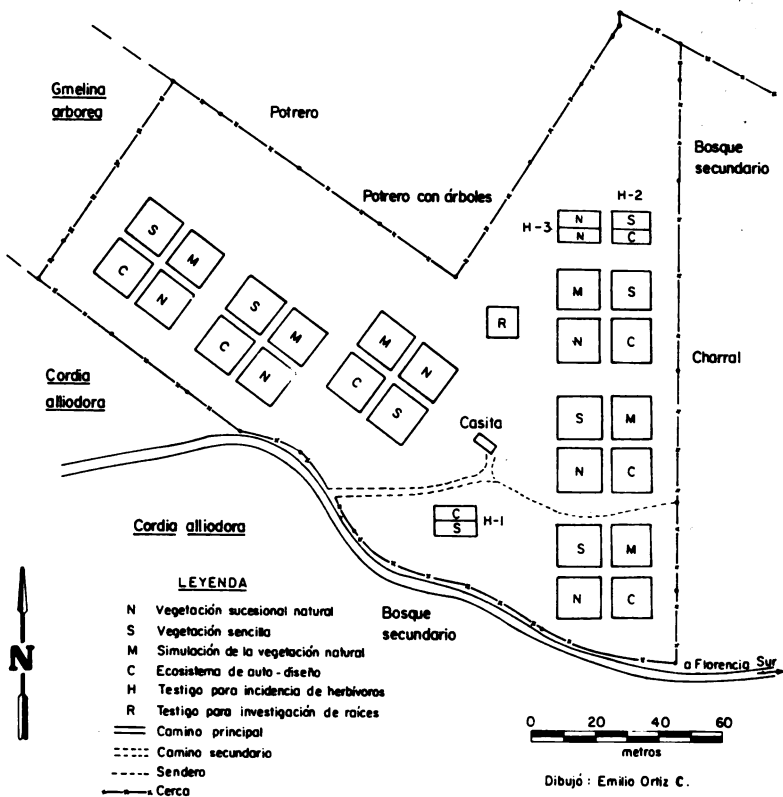


Fig. 5.7a.: Ubicación y diseño experimental de la investigación sobre sucesión natural en Florencia Norte, CATIE, Turrialba

## 6. TECNICAS AGRO-FORESTALES

### 6.1. CONSIDERACIONES GENERALES

Bajo el término de "técnicas agro-forestales" se entiende el conjunto de técnicas de manejo de tierras que impliquen la combinación de árboles forestales con cultivos, con ganadería, o una combinación de ambos. Tal asociación puede ser simultánea o escalonada en el tiempo y en el espacio. Tiene como objetivo optimizar la producción por unidad de superficie, respetando siempre el principio del rendimiento sostenido.

Según esta definición, las técnicas agro-forestales identificadas en el área de actividad del CATIE, constituyen siempre, o por lo menos temporalmente, parte de los sistemas de finca. Conciernen más particularmente al componente forestal de ciertos sistemas de finca.

Las investigaciones de carácter más conceptual, hechas hasta la fecha en el CATIE, han permitido la elaboración de una clasificación de estas técnicas (15) y la definición de las hipótesis de estudio (14), para las condiciones típicas de América Central. En cuanto a su clasificación se han propuesto tres niveles:

- 1º Según los tipos de cultivos que se combinen (figura 6.1a.)
- 2º Según la función principal del componente forestal, dentro de la asociación (cuadro 6.1A.)
- 3º Según la repartición del componente forestal a través del tiempo y en el espacio (cuadro 6.1B.)

En vista de que normalmente las formaciones forestales tienen un efecto positivo y regulador sobre ciertos elementos del medio ambiente, tales como el suelo, el clima, los recursos hídricos, etc., se ha asignado también una posible función protectora a los

---

(15) COMBE, J. y BUDOWSKI, G. Classification des Techniques Agro-forestières. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 62 p. También en español.

(14) COMBE, J. Conceptos sobre la investigación de técnicas agro-forestales en el CATIE. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 20 p.

componentes forestales que son combinados con cultivos y/o pastos (ver cuadro 6.1A.). Durante las observaciones de campo, hechas en varias partes del país, y las encuestas realizadas en pequeñas fincas del Valle de Turrialba, la función protectora del componente forestal fue muy a menudo confirmada, si bien no fué cuantificada. Por esta razón se ha asignado a las técnicas agro-forestales una incidencia muy amplia e interdisciplinaria sobre el uso de la tierra, como se desprende de la figura 6.1b.

Esta particularidad implica que la investigación de estas técnicas persigue varias hipótesis muy complejas e interrelacionadas. Básicamente se han identificado tres campos principales de hipótesis: la economía, la ecología y la silvicultura.

- Hipótesis económica:

Se presume que, a largo plazo, las combinaciones agro-forestales permiten obtener ingresos netos superiores por unidad de superficie, a los ingresos posibles con cada componente aislado.

- Hipótesis ecológica:

Se presume que los árboles de una combinación agro-forestal contribuyen a la conservación del medio ambiente y particularmente del suelo, especialmente cuando la combinación inducida representa una simulación de los tipos de vegetación, que ocurrirían en las sucesiones naturales. Además de los efectos sobre el suelo, se presumen impactos importantes sobre el microclima, sobre la fauna y sobre otros factores que afectan el equilibrio biológico.

- Hipótesis silvícola:

Se presume que los árboles de una combinación agro-forestal pueden y deben ser manejados según los principios de la silvicultura clásica, tomando siempre en cuenta las exigencias particulares de los cultivos, con los cuales son asociados. El tratamiento silvicultural adecuado constituye la condición sine qua non para lograr y optimizar los resultados positivos, tanto económicos como ecológicos, expuestos en las hipótesis anteriores.

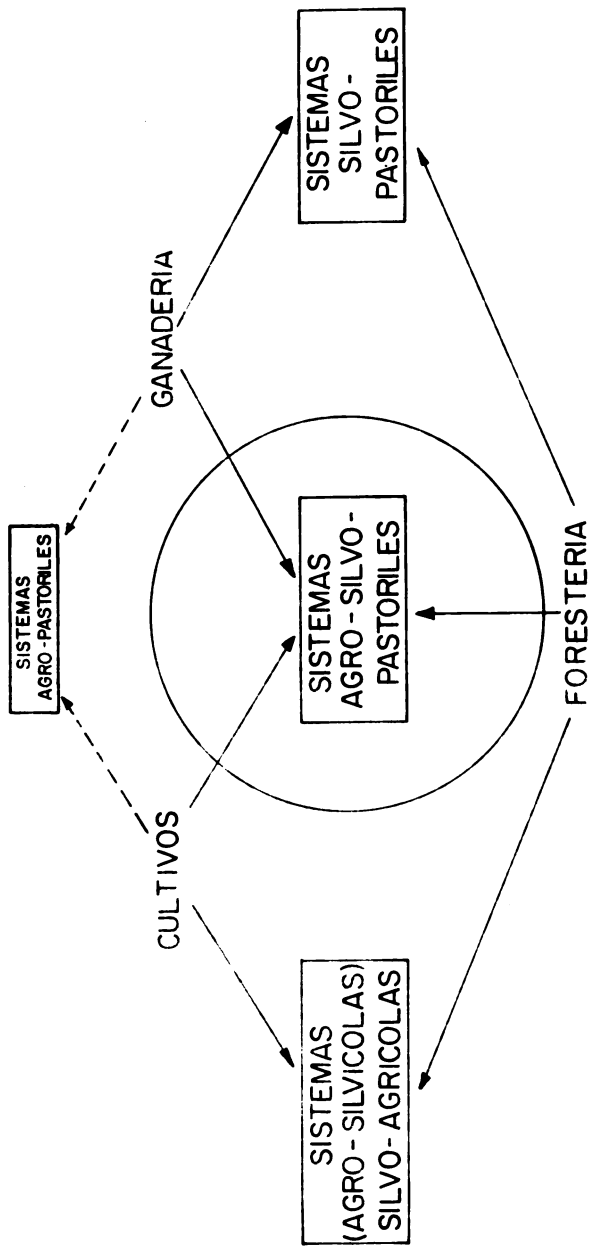


Fig. 6.1 a.: Técnicas agro-forestales : principales combinaciones posibles

CUADRO 6.1A.: Clasificación de las técnicas agro-forestales según la función principal del componente forestal dentro de la asociación.

Sistemas silvo-agrícolas		Sistemas silvo-pastoriles	
FUNCION PRINCIPAL		FUNCION PRINCIPAL	
PRODUCCION	Protección y Servicios	PRODUCCION	Protección y Servicios
Agro-silvicultura (Sistema Taungya)	Cercos vivos	Pastoreo en bosques	Cercos vivos
Arboles valiosos en cultivos	Rompevientos	Pastoreo en plantaciones	Rompevientos
Arboles frutales en cultivos	Arboles "de sombra" en cultivos	Arboles valiosos en potreros	Arboles "de sombra" en potreros
Piscicultura en manglares	Arboles "de mejoramiento" (del suelo, del agua, del microclima, etc.). Arboles sobre diques de piscicultura	Arboles frutales en potreros	Arboles "de mejoramiento" (del suelo, del agua, del microclima, etc.).
		Arboles forrajeros	

CUADRO 6.1B.: Clasificación de las técnicas agro-forestales según la repartición del componente forestal a través del tiempo y en el espacio.

		TIEMPO	
		COMBINACION TEMPORAL	COMBINACION PERMANENTE
ESPACIO	Distribución regular	<u>PRODUCCION</u> -Agrosilvicultura (Sistema Taungya de forestación)  -Pastoreo en plantaciones	<u>PRODUCCION</u> -Arboles valiosos en cultivos -Arboles frutales en cultivos -Pastoreo en el bosque -Arboles forrajeros -Arboles en piscicultura  <u>PROTECCION</u> -Arboles "de sombra" -Arboles "de mejoramiento" (del suelo, del agua, del microclima, etc.)
	Distribución irregular (Combinación contigua)		<u>PRODUCCION</u> -Arboles forrajeros en plantaciones  <u>PROTECCION</u> -Cercos vivos -Rompevientos -Arboles sobre diques de piscicultura

USO DE LA TIERRA		
Objetivo: <b>PRODUCCION BIOLÓGICA</b> (Beneficios directos)	Objetivo: <b>PROTECCION, CONSERVACION</b> (Beneficios indirectos)	
CON MANEJO (de intensivo hasta extensivo)	CON MANEJO	SIN MANEJO
<p>CULTIVOS ANUALES</p> <p>CULTIVOS PERENNES</p> <p>PRODUCCION ANIMAL</p> <p>PLANTACIONES FORESTALES</p> <p>Sistemas de fincas</p> <p>Técnicas agro-forestales</p>	<p>Cuencas manejadas</p> <p>Áreas de uso múltiple</p> <p>Reservas forestales</p> <p>Parques nacionales</p> <p>Reservas biológicas</p> <p>Áreas de monitoreo ambiental</p> <p>BOSQUES PRIMARIOS Y/O SECUNDARIOS MANEJADOS</p>	<p>Bosque natural primario (charral, monte bajo, etc.)</p> <p>Desiertos</p> <p>Suelos sin uso</p>

Dibujó: Emilio Ortiz C.



Sistemas de fincas



Técnicas agro-forestales

Fig. 6.1 b.: Esquema de clasificación del uso de la tierra

Se pretende por lo tanto, desarrollar una silvicultura específica para los árboles que crecen como parte de técnicas agro-forestales.

Varias de estas técnicas han sido identificadas en el Valle de Turrialba, Costa Rica, pero también en muchas regiones del país y de América Tropical. Aparentemente, en la mayoría de los casos, han sido aplicadas tradicionalmente y desarrolladas por los mismos agricultores, sin ninguna investigación preliminar. Pero se conocen también ciertas técnicas agro-forestales que fueron ya aplicadas desde hace más de un siglo en los trópicos, en gran escala, como por ejemplo el Sistema Taungya de forestación o el uso de cercos vivos. El Sistema Taungya fue estudiado en condiciones de Turrialba a través de cinco trabajos de investigación de estudiantes graduados del CATIE (ver sección 6.2.1). Los demás experimentos de campo y observaciones de técnicas agro-forestales se refieren más que todo a la combinación con cultivos perennes (ver secciones 6.2.2 y 6.3.1).

## 6.2. ENSAYOS DE CAMPO EN EL CATIE

### 6.2.1. Sistema Taungya de forestación

El Sistema Taungya, también conocido como agro-silvicultura, permite la combinación temporal de una plantación forestal durante su fase de establecimiento, con la producción de cultivos alimenticios, generalmente anuales. A base de técnicas ya practicadas desde siglos en regiones templadas, el sistema fué desarrollado desde el año 1868 en Birmania y sucesivamente aplicado en Asia, en Africa y también en ciertas partes de América Tropical. Las realizaciones exitosas todavía son muy pocas en América Central pero esta situación es debida más que todo a razones socio-económicas y políticas. Sin embargo, parece muy probable que el Sistema Taungya sea aplicado en forma más extensa especialmente donde la proliferación de las malezas causa problemas importantes de mantenimiento de las plantaciones forestales. Mientras que en el pasado el Sistema Taungya fué generalmente aplicado en programas auspiciados por los servicios forestales nacionales, la misma técnica es ahora también utilizada por pequeños agricultores en las regiones tropicales muy húmedas, donde la producción de madera



representa un ingreso adicional importante para los finqueros. Tales condiciones se encuentran en las tierras bajas de la Vertiente Atlántica de Costa Rica.

Todos los ensayos de Sistema Taungya del CATIE fueron establecidos como investigación de tesis por estudiantes graduados del Centro. Abarcan superficies entre 2 500 y 8 000 m<sup>2</sup> y están ubicados en los lugares siguientes:

- Bajo Chino (ver sub-capítulo 3.4.): Ensayo Taungya 1
- Bajo San Lucas (ver sub-capítulo 3.5.): Ensayo Taungya 2
- Florencia Norte (ver sub-capítulo 3.9.): Ensayos Taungya 3 y 4
- Campo Gamma (ver sub-capítulo 3.8.): Ensayo Taungya 5

Los datos técnicos sobre los cinco ensayos existentes actualmente se resumen en el cuadro 6.2A. Cada ensayo se comenta a continuación:

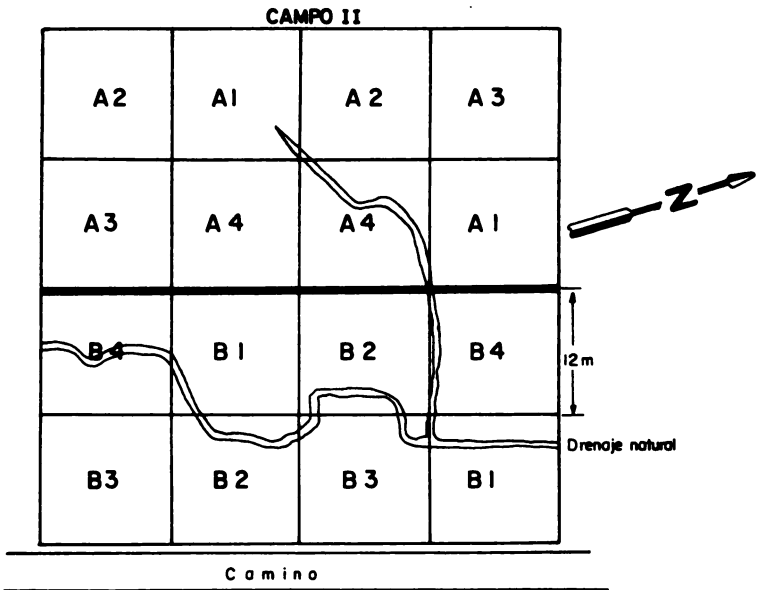
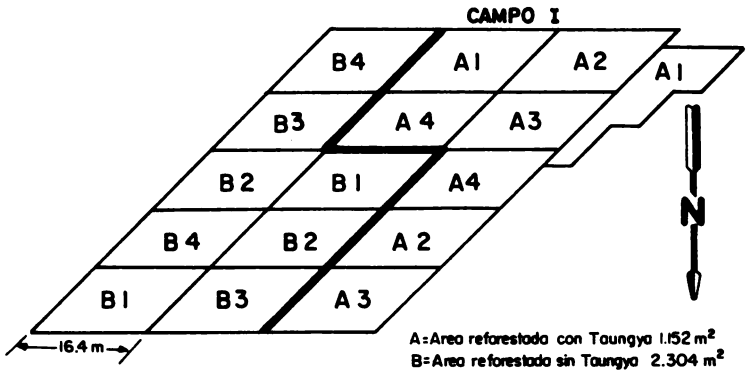
a) Ensayo Taungya 1 (1962): cuatro especies.

En 1962 se estudió la adaptación de Swietenia humilis, Cordia alliodora, Cupressus lusitanica y Tectona grandis combinados con un alto número de cultivos agrícolas típicos de la zona (3). Este trabajo se realizó en dos campos distintos en el sitio denominado Bajo Chino. El esquema del diseño experimental se aprecia en la fig. 6.2a. En ese ensayo se determinó una ganancia neta de  $\text{Q}1\ 410,00^*$  por hectárea durante el primer año, aplicando el sistema. Las especies que mejor respondieron fueron laurel (Cordia alliodora) y teca (Tectona grandis), aunque esta última especie está desubicada en cuanto a condiciones ecológicas en Turrialba. En la actualidad se observan ambas especies en las dos parcelas N<sup>o</sup> 11 de Bajo Chino (fig. 3.4a.)

---

(3) AGUIRRE CORRAL, A. Estudio silvicultural y económico del Sistema Taungya en condiciones de Turrialba, Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1963. 103 p.

(\*) 1\$=  $\text{Q}6,63$



- |                                       |                                       |
|---------------------------------------|---------------------------------------|
| <b>A : TRATAMIENTOS CON TAUNGYA</b>   | <b>B : TRATAMIENTOS SIN TAUNGYA</b>   |
| A1 <u><i>Cordia alliodora</i></u>     | B1 <u><i>Cordia alliodora</i></u>     |
| A2 <u><i>Tectona grandis</i></u>      | B2 <u><i>Tectona grandis</i></u>      |
| A3 <u><i>Swietenia humilis</i></u>    | B3 <u><i>Swietenia humilis</i></u>    |
| A4 <u><i>Cupressus lusitanica</i></u> | B4 <u><i>Cupressus lusitanica</i></u> |

Fig.6.2a.:Ensayo Taungya I (1962) : cuatro especies.  
 Esquema del diseño experimental en Bajo  
 Chino. CATIE, Turrialba

CUADRO 6.2A.: Resumen de experimentos bajo el Sistema Taungya en el CATIE.

Autor	Lugar y Superficie	Especies forestales y espaciamiento	Cultivo asociado
Ensayo Taungya 1 Avelino Aguirre	Bajo Chino 4 608 m <sup>2</sup>	<u>Swietenia humilis</u> <u>Tectona grandis</u> <u>Cordia alliodora</u> <u>Cupressus lusitanica</u> todos a raíz desnuda 3 x 3 m.	<u>Coriandrum sativum</u> <u>Cucumis sativum</u> <u>Cucurbita máxima</u> <u>Manihot utilisima</u> <u>Phaseolus vulgaris</u> <u>Setchium edule</u> <u>Zea mays</u>
Ensayo Taungya 2 Mauro Muñoz	Bajo San Lucas 2 500 m <sup>2</sup>	<u>Cordia alliodora</u> Pseudoestacas y plantas completas 2,5 x 2,5 m.	<u>Zea mays</u> var. Tuxpeño 1. 41 280 pl./ha. con y sin fertilizantes
Ensayo Taungya 3 Carlos Aguirre	Florencia Norte 7 794 m <sup>2</sup>	<u>Eucalyptus deglupta</u> 2,5 x 2,5 m. y 3 x 3 m.	<u>Zea mays</u> var. Tuxpeño 1. 40 000 y 50 000 pl./ha. con y sin fertilizantes
Ensayo Taungya 4 Silvestre Fernández + Aurelio Fierros	Florencia Norte 8 000 m <sup>2</sup>	<u>Gmelina arborea</u> Pseudoestacas 1 x 2 m. y 2 x 3 m.	<u>Zea mays</u> var. Tuxpeño 1. 40 000 pl./ha. <u>Phaseolus vulgaris</u> var. Extender (frijol-vainica) y <u>Phaseolus vulgaris</u> var. Turrialba 4 (frijol-común) 200 000 pl./ha.
Ensayo Taungya 5 Jaime Magne	Campo Gamma 6 480 m <sup>2</sup>	<u>Terminalia ivorensis</u> Pseudoestacas y plantas completas 3 x 3 m.	<u>Zea mays</u> var. Tuxpeño 1. 40 000 pl./ha. <u>Vigna unguiculata</u> var. V-5-MOH y <u>Phaseolus vulgaris</u> var. CATIE I alternando. 100 000 pl./ha.

Diseño y tratamiento	Período investigación	Resultado al final de la investigación	Situación Marzo 1979
Experimento factorial en parcelas divididas: 6 plantas por esp./2 trat./4 repeticiones	VI-XII-1962: 2 siembras de cultivos	<u>Cordia alliodora</u> y <u>Tectona grandis</u> particularmente indicados para Sistema Taungya	Solo sobrevive <u>Cordia alliodora</u> : d= 19,6 cm. G= 13,2 m <sup>2</sup> /ha.
Bloques completos al azar en parcelas divididas: pseudoestacas y planta completa con repeticiones	VIII-1974 - VII -1975 2 siembras de cultivos	Misma producción de maíz en los dos períodos, mayor economía con agrosilvicultura, mejor sobrevivencia y crecimiento inicial con pseudoestacas	G= 7,7 m <sup>2</sup> /ha d= 7,70 cm h= 6,46 m Raleado abril 1979
Bloques completos al azar con repeticiones	I-XII-1976 2 siembras de cultivos	Asocio de maíz sin abono disminuye costo de plantación entre 56 a 66%. Ninguna influencia negativa del maíz sobre <u>E. deglupta</u>	I-1977-XII- 1978: Incrementos corrientes anuales d= 3,1-3,7 cm/año h= 3,1-4,9 m/año
Bloques completos al azar con repeticiones	VI-1977 - IV-1978 2 siembras de cultivos	Ganancia neta con asocio dos cultivos: de £3 599 a £8 220/ha. según espaciamiento  1\$ = £ 8,54	I-XII-1977: Raleos en 1 x 2 m.: 50% sistemático y selectivo. Raleos en 2 x 3 m.: 0-30-40-50% selectivo. Evaluación de rebrotes.
Bloques completos al azar en parcelas divididas: planta completa y pseudoestaca, con repeticiones	VI-1978 - V-1979 2 siembras de cultivos	Mejor sobrevivencia y crecimiento inicial con pseudoestacas; mejor resultado dió asocio con maíz en rotación con frijol	III-1979: h= 85 cm. (pseudoestacas) h= 108 cm. (plantas completas) Se continúan los cultivos.

b) Ensayo Taungya 2 (1974): *Cordia alliodora*

El experimento (\*) se llevó a cabo de agosto de 1974 a julio de 1975 en el sector llamado Bajo San Lucas (fig. 3.5a.; parcela 11). En agosto de 1974 se plantó una superficie de 2 500 m<sup>2</sup> con laurel (*Cordia alliodora*), probando dos materiales de trasplante como sub-tratamientos:

- planta completa de 13 meses de edad, 40 cm de alto;
- pseudoestaca, o sea utilizando la raíz y todo el tallo de la planta podada, con una altura de aproximadamente 20 cm.

En los cuatro tratamientos principales se investigó el asocio de maíz y la aplicación de fertilizantes. El diseño fue en bloques completamente randomizados con parcelas divididas por los dos materiales utilizados para la plantación, con cinco repeticiones (fig. 6.2b.). Las densidades fueron de 1 600 plantas/hectárea para el laurel (2,5 x 2,5 m) y de 41 280 plantas/hectárea para el maíz. En las parcelas fertilizadas, la aplicación fue de 250 kg/hectárea: la mitad al momento de la siembra utilizando la fórmula comercial 15-30-8, la otra mitad 22 días después de la siembra utilizando la fórmula comercial 20-10-6-5 (NPK Mg).

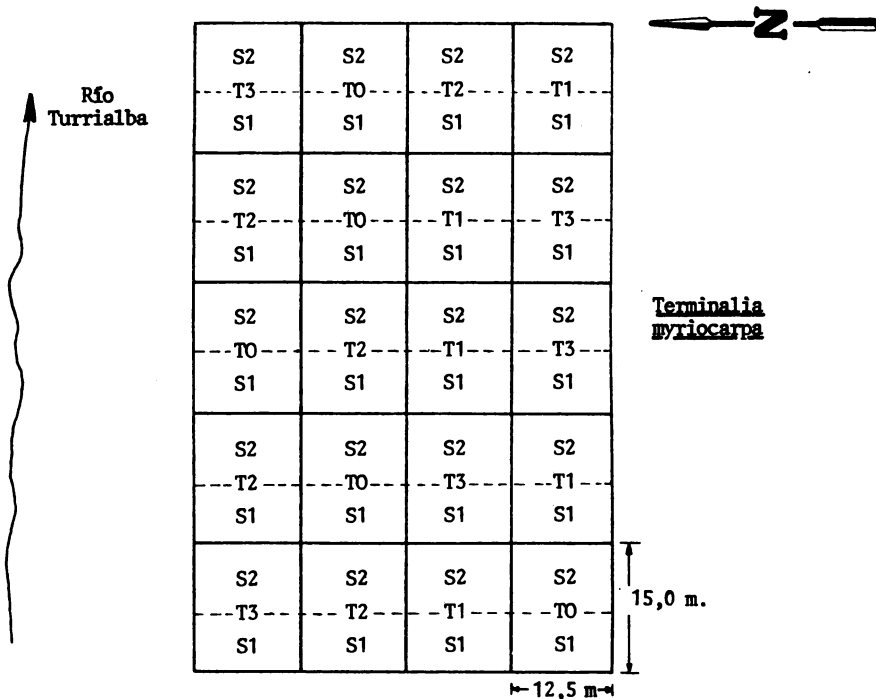
A los 12 meses de edad los resultados mostraron que las pseudoestacas de laurel eran superiores en supervivencia y crecimiento inicial de altura y diámetro a las plantas completas. El promedio de las variaciones en altura y diámetro de laurel no estuvo influenciado por la asociación con maíz y el efecto del fertilizante. En el maíz, la época de cultivo y la fertilización no influyeron en la producción de biomasa y grano.

Se desprende del cuadro 6.2B. que los menores costos de plantación de laurel se consiguieron con la asociación de maíz sin fertilización, seguido por el sistema de asocio con maíz fertilizado. Las plantaciones sin asocio resultan 5 y 8 veces más caras que la plantación asociada con maíz sin fertilizante.

---

(\*) Op. cit. (46) pag. 83.

Bosque natural



Procedencias/  
variedades de  
Pinus caribaea

Figura 6.2b.: Ensayo Tamgya 2 (1974): Cordia alliodora. Esquema del diseño experimental en Bajo San Lucas, CATIE, Turrialba.

- Leyenda:
- T0 C. alliodora sin asocio y sin fertilizante
  - T1 C. alliodora con asocio y sin fertilizante
  - T2 C. alliodora sin asocio y con fertilizante
  - T3 C. alliodora con asocio y con fertilizante
  - S1 Pseudoestaca
  - S2 Planta completa

Cuadro 6.2B.: Costos netos de plantación de *Cordia alliodora*, relacionados con los tratamientos analizados, en orden de importancia.

Bajo San Lucas, CATIE, Turrialba.

Sistema	Costo neto de plantación (¢ / hectárea)*	Porcentaje
Agrosilvicultural	641,16	100
Agrosilvicultural con fertilizante	3 715,92	479
Silvicultural sin fertilizante	4 090,37	538
Silvicultural con fertilizante	5 849,77	812

\* 1\$ = ¢ 8,54

Posteriormente al ensayo agro-forestal se prosiguió el manejo de la plantación mediante limpiezas y una poda, registrando periódicamente los diámetros y las alturas de los árboles. En abril de 1979, a la edad de 4,6 años, se efectuó un raleo en 14 de las 20 parcelas y se realizó una poda hasta 3 metros en todos los árboles residuales. La distribución en el campo de las parcelas raleadas se desprende de la figura 6.2c. Las mediciones efectuadas en las parcelas al momento del raleo están resumidas en el cuadro 6.2C.

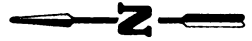
Cuadro 6.2C.: Resumen de mediciones de diámetros y alturas en una plantación de *Cordia alliodora* de 4,6 años de edad, antes y después de raleos. Plantación: 1974  
Bajo San Lucas, CATIE, Turrialba. Raleado: 1979

Tratamiento	Antes del raleo				Después del raleo			
	$\bar{d}$ (cm)	$\bar{h}$ (m)	N	G (m <sup>2</sup> /ha)	$\bar{d}$ (cm)	$\bar{h}$ (m)	N	G (m <sup>2</sup> /ha)
R <sub>0</sub> (no raleado)	7,74	6,5	1 477	7,86	7,74	6,5	1 477	7,86
R <sub>1</sub> (raleo corriente, 24% eliminado)	8,21	6,9	1 397	8,03	9,15	9,0	1 067	7,01
R <sub>2</sub> (raleo selectivo, 40% eliminado)	7,88	6,7	1 520	8,52	9,37	9,1	960	6,59

Bosque natural

Río  
Turrialba

RO	RO	R2	R1
(R1)	RO	RO	R2
(R1)	R2	R1	R1
RO	R2	R2	R1
R1	R2	RO	R1



Terminalia  
myriocarpa

15,0 m.

12,5 m.

Procedencias/  
variedades de  
Pinus caribaea

Figura 6.2c.: Ensayo Taungya 2(1974):  
Ubicación de las parcelas raleadas en abril de 1979  
en la plantación de Cordia alliodora plantada en 1974.  
Bajo San Lucas, CATIE, Turrialba.

- Leyenda:
- RO No raleado
  - R1 Raleo corriente (cosmético)
  - R2 Raleo selectivo, eliminando 40% de los árboles originales
  - (R1) Raleo corriente, parcela excluida del análisis



El producto del raleo no fue aprovechado por ser de dimensiones pequeñas. Los troncos de los árboles raleados mostraron alta capacidad de rebrote.

c) Ensayo Taungya 3 (1976): *Eucalyptus deglupta*

Este experimento (\*) se llevó a cabo de enero de 1976 a diciembre del mismo año, en Florencia Norte (fig. 3.9a.; parcela 9). Se investigó el comportamiento de *Eucalyptus deglupta* bajo 6 tratamientos, en cinco bloques completamente randomizados. Tres sistemas de plantación fueron combinados con dos espaciamientos; como se aprecia en el diseño experimental en la figura 6.2d. En los tratamientos que comprenden el asocio de maíz fertilizado (tratamientos 1C y 2C), el cultivo recibió 300 kg/hectárea de abono al momento de la siembra, utilizando la fórmula comercial 15-30-8. Treinta días más tarde se incorporó una mezcla de 89,6 kg/ha de nitrato de amonio y 9,8 kg/ha de muriato de potasio. A los árboles de eucalipto del mismo tratamiento se les aplicó individualmente unos 500 g de fertilizante en cuatro aplicaciones, utilizando la fórmula comercial 20-10-6-5 (N-P-K-Mg) y la cuarta parte de esa cantidad con superfosfato triple.

Los resultados principales obtenidos a los 11 meses de edad se resumen a continuación:

- El crecimiento de *E. deglupta* no presentó diferencia significativa entre los dos espaciamientos utilizados, 2,5 x 2,5 y 3,0 x 3,0.
- La especie forestal presentó el mejor crecimiento en el Sistema Taungya con fertilizante (tratamientos 1C y 2C). Sin embargo, los altos precios de los insumos hacen anti-económico el sistema.
- En el Sistema Taungya sin fertilizante, el eucalipto mostró un buen crecimiento y el maíz no provocó ninguna influencia negativa.
- Los costos netos de plantación por hectárea fueron de ₡2 095,00\*\* y ₡ 1 744,00 respectivamente para los dos espaciamientos con el asocio de maíz (1B y 2B), mientras que la plantación sin asocio (1A y 2A) costó ₡ 4 730,00 y ₡ 4 361,00. El asocio de maíz fertilizado (1C y 2C)

---

(\*) Op. cit. (1) pág. 159.

(\*\*) 1\$= ₡8,54

resultó ser antieconómico en las condiciones de Florencia Norte, con costos correspondientes de ¢ 5 680,00 y ¢ 5 217,00.

- En síntesis, en las condiciones del experimento, es económico plantar E. deglupta asociado con maíz, pero sin fertilizante. En el ensayo, esta práctica disminuyó los costos de plantación en un 55,7 a 66,0 por ciento en comparación con la plantación sola.
- Finalmente, haciendo abstracción del valor de la mano de obra, todos los tratamientos con Sistema Taungya permitieron calcular un ingreso familiar positivo de entre ¢ 442,00 y ¢ 3 137,00 por hectárea, mientras que la plantación sola resulta en un ingreso familiar negativo.

Posteriormente al ensayo agro-forestal, se prosiguió manejando la plantación, registrando bimestralmente diámetros y alturas en 1977 y 1978. En 1978, en el tercer año de la plantación, se hizo un raleo selectivo eliminando 40% de los árboles en la mitad de las parcelas de los bloques I - IV. En enero de 1978 se hizo también un raleo sistemático en tres parcelas del bloque V. La distribución de las parcelas raleadas se aprecia en la figura 6.2e. Las mediciones efectuadas en los bloques I - IV se resumen a continuación, en el cuadro 6.2.D.

Se observa de estos datos, que el raleo tuvo una incidencia mucho más fuerte sobre el crecimiento de los eucaliptos plantados a pequeño espaciamiento (tratamientos 1A, 1B y 1C).

Es alentador mencionar que los productos del raleo efectuado durante el tercer año ya produjeron ingresos netos, siendo comercializados como postes para cercos.

El desarrollo de los diámetros promedio en los tratamientos contemplados está representado gráficamente en las figuras 6.2f y 6.2g.

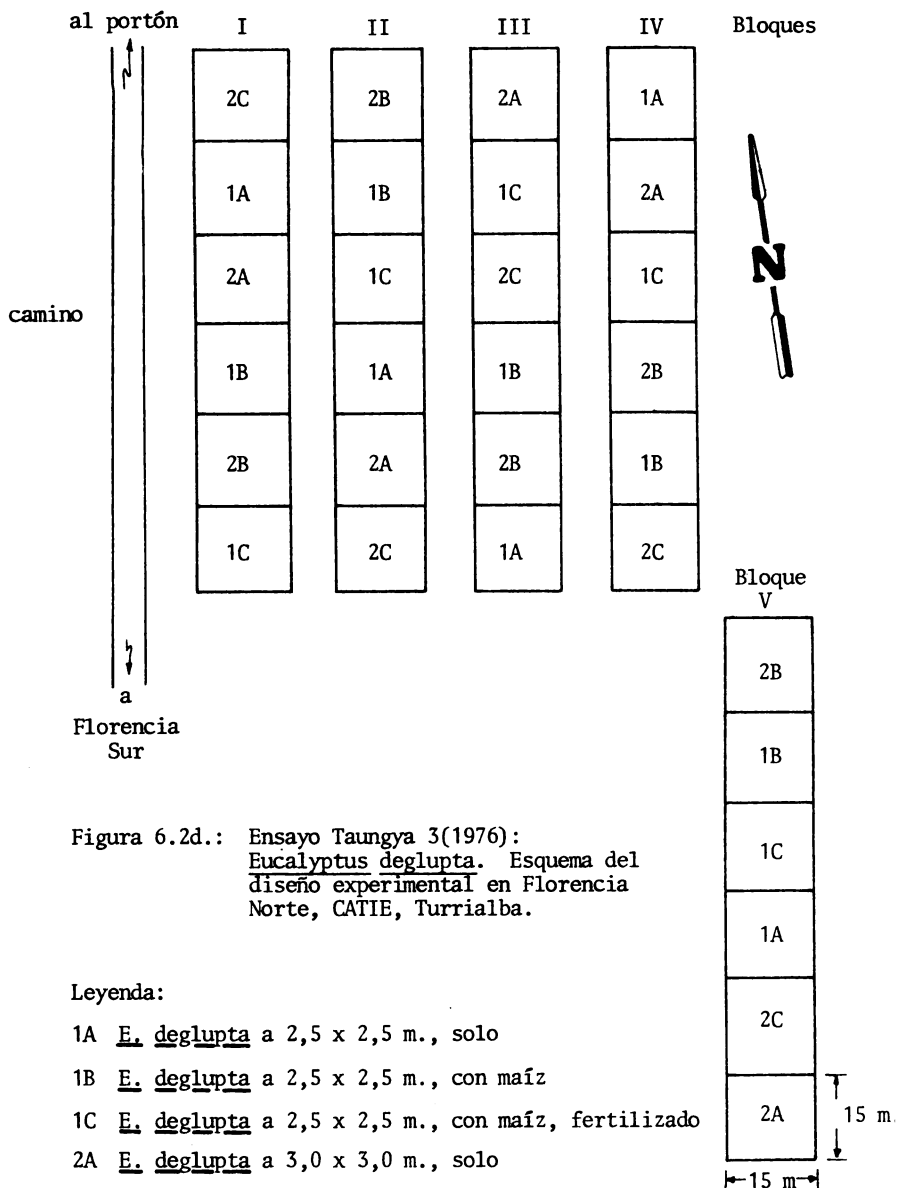


Figura 6.2d.: Ensayo Taungya 3(1976): Eucalyptus deglupta. Esquema del diseño experimental en Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

Leyenda:

- 1A E. deglupta a 2,5 x 2,5 m., solo
- 1B E. deglupta a 2,5 x 2,5 m., con maíz
- 1C E. deglupta a 2,5 x 2,5 m., con maíz, fertilizado
- 2A E. deglupta a 3,0 x 3,0 m., solo
- 2B E. deglupta a 3,0 x 3,0 m., con maíz
- 2C E. deglupta a 3,0 x 3,0 m., con maíz, fertilizado

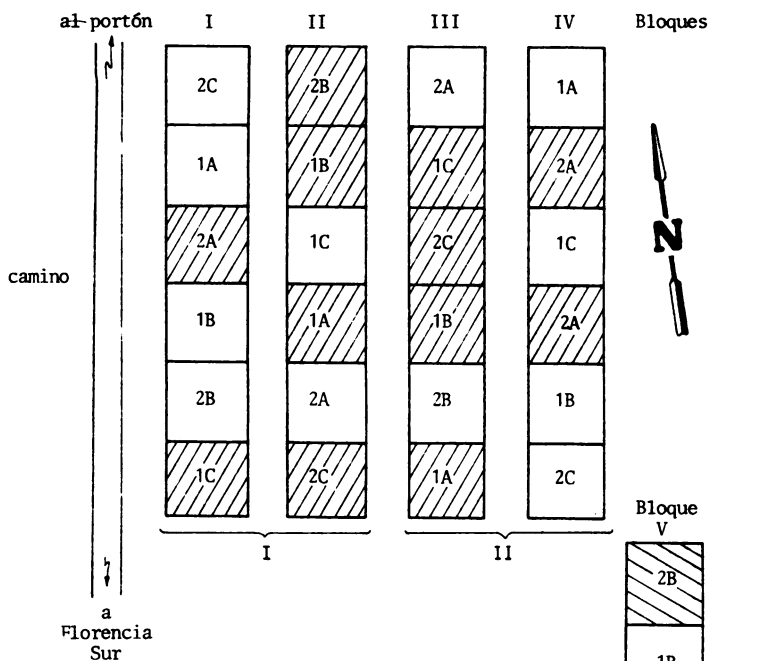


Figura 6.2e.: Ensayo Taungya 3(1976): Ubicación de las parcelas raleadas en 1978 en la plantación de *Eucalyptus deglupta*, plantada en 1976. Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

Leyenda:

1.- Espaciamiento 2,5 x 2,5 m.

2.- Espaciamiento 3,0 x 3,0 m.

A.- Plantación sola

B.- Plantación asociada con maíz

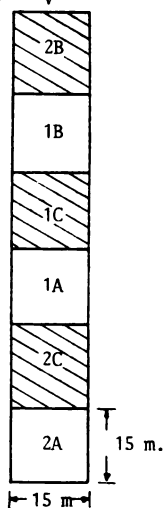
C.- Plantación asociada con maíz, fertilizado

I y II.- Repeticiones

□ Parcela sin raleo

▨ Parcela con raleo selectivo de 40%

▩ Parcela con raleo sistemático de 38-40%



Cuadro 6.2D.: Resumen del registro de mediciones periódicas de incrementos de alturas y diámetros en una plantación\* de Eucalyptus deglupta, plantada en 1976.

Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

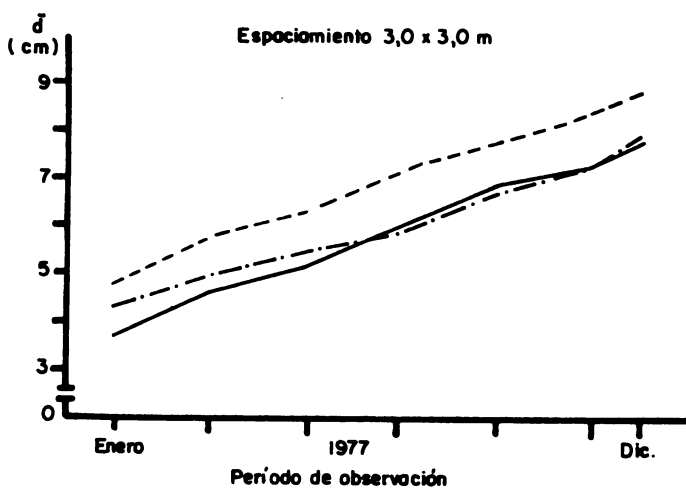
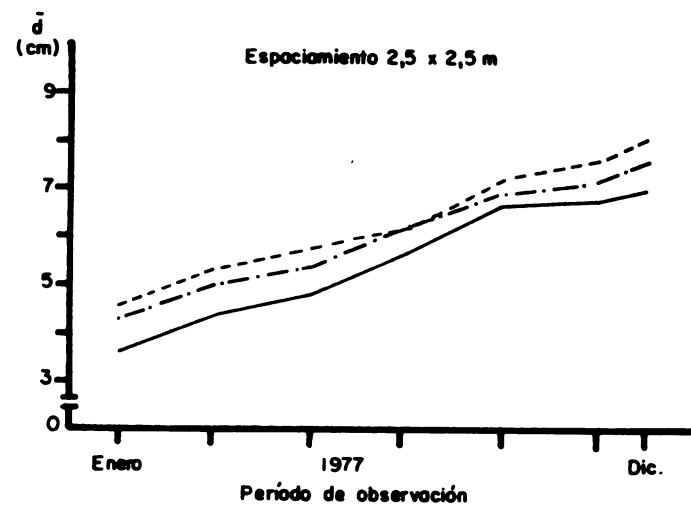
Año de edad	2°		3°			
Período de observación	Enero-diciembre de 1977		Enero 1978-enero 1979			
Raleos	Sin raleo		Sin raleo		Con raleo	
Incrementos corrientes anuales	$\bar{i}_d$ (cm/año)	$\bar{i}_h$ (m/año)	$\bar{i}_d$ (cm/año)	$\bar{i}_h$ (m/año)	$\bar{i}_d$ (cm/año)	$\bar{i}_h$ (m/año)
Tratamiento 1:** 2,5 x 2,5 m						
1 A	3,4	4,1	2,2	2,5	3,2	3,1
1 B	3,3	4,0	2,3	3,5	3,1	3,1
1 C	3,5	4,3	2,5	3,2	3,7	3,5
Tratamiento 2:** 3,0 x 3,0 m						
2 A	4,1	4,4	2,9	3,3	3,3	3,7
2 B	3,6	3,7	3,0	4,9	3,6	4,9
2 C	4,1	4,2	3,0	2,6	3,6	3,5

\* Se trata únicamente de los bloques I - IV

\*\* A = E. deglupta sin asocio

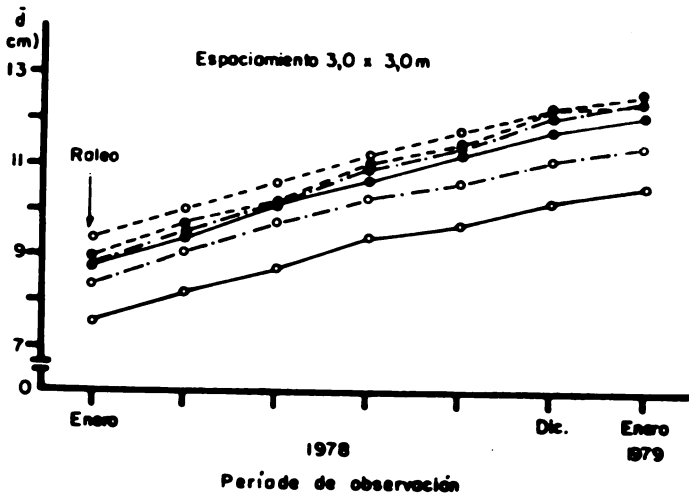
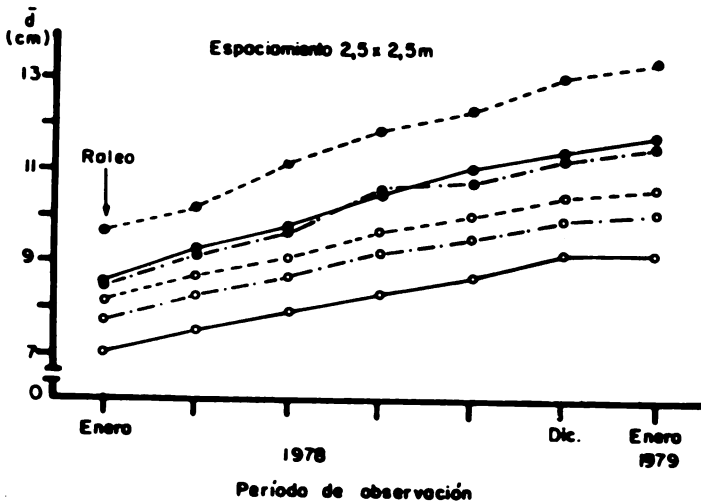
B = E. deglupta asociado con maíz 1er. año

C = E. deglupta asociado con maíz fertilizado 1er. año.



— Plantación sola    - · - Con maíz    - - - Con maíz fertilizado

Fig. 6.2 f.: Crecimiento en diámetro de Eucalyptus deglupta, plantado en enero de 1976 bajo 6 tratamientos, durante el segundo año. Florencia Norte, CATIE, Turrialba. I - XII-1977



<u>Raleados</u>		<u>No raleados</u>	
●—●	PI solo	●—●	PI solo
●- - -●	Con maíz	●- - -●	Con maíz
●- - -●	Con maíz fert.	●- - -●	Con maíz fert.

Fig. 6.2g.:Crecimiento en diámetro de Eucalyptus deglupta, plantado en enero de 1976 bajo 6 tratamientos, durante el tercer año, con y sin raleo. Florencia Norte, CATIE, Turrialba I 1978 — I 1979



d) Ensayo Taungya 4 (1977): *Gmelina arborea*

Este experimento (22) se llevó a cabo de mayo de 1977 a abril de 1978, en Florencia Norte (fig. 3.9a.; parcela 13). Por lo tanto se encuentra en condiciones ecológicas similares al ensayo Taungya 3, del cual está muy cercano. Se considera que tanto *Eucalyptus deglupta* como *Gmelina arborea* requieren suelos con buena permeabilidad. El terreno, abandonado desde 1973, estaba cubierto con charral (sucesión de vegetación rastrera y de arbustos). Bajo estas condiciones se decidió imitar al pequeño agricultor, quemando la vegetación previo a la preparación del sitio. La plantación de *Gmelina arborea* se efectuó bajo ocho tratamientos, en bloques completamente randomizados. Cuatro sistemas de asocio fueron combinados con dos espaciamientos: 2 x 1 m. y 2 x 3 m. El diseño experimental y la ubicación de las parcelas se presentan en la fig. 6.2h. Tomando en cuenta los resultados del ensayo Taungya 3, no se utilizaron fertilizantes. Al contrario, se dió la mayor carga de cultivos en el asocio al incluir simultáneamente maíz y frijol, en dos siembras consecutivas durante el año.

A los 10 meses de edad las conclusiones sobresalientes fueron las siguientes:

- Bajo las condiciones del ensayo, *Gmelina arborea* presenta excelente sobrevivencia por el método de pseudoestacas.
- Los espaciamientos estudiados 2 x 1 metros (5 000 árboles/ha) y 2 x 3 metros (1 650 árboles/ha) no mostraron diferencia significativa para altura, diámetro basal y diámetro de copa, a excepción del tratamiento N<sup>o</sup>5.
- No se detectaron efectos de importancia por parte de los cultivos agrícolas sobre el desarrollo de la especie forestal.
- *Gmelina arborea*, al crecer tan rápido en el espaciamiento de 2 x 1 m, no permitió un adecuado desarrollo del cultivo agrícola en el segundo turno, especialmente del maíz.

---

(22) FERNANDEZ, S. Comportamiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. asociada con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos espaciamientos, en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1978. 125 p.

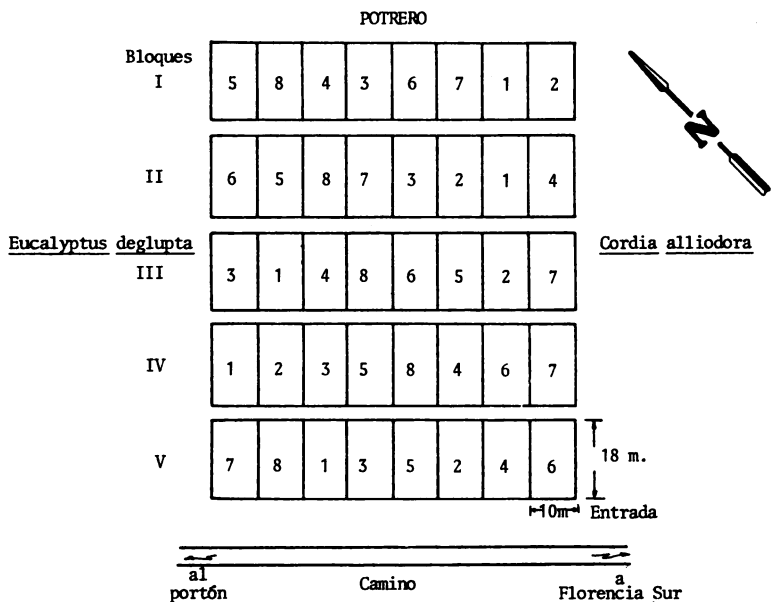


Figura 6.2h.: Ensayo Taungya 4(1977): Gmelina arborea. Esquema del diseño experimental en Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

- Leyenda:
- 1 Gmelina arborea a 2 x 1 m., sola
  - 2 Gmelina arborea a 2 x 1 m., con maíz
  - 3 Gmelina arborea a 2 x 1 m., con frijol
  - 4 Gmelina arborea a 2 x 1 m., con maíz y frijol
  - 5 Gmelina arborea a 2 x 3 m., sola
  - 6 Gmelina arborea a 2 x 3 m., con maíz
  - 7 Gmelina arborea a 2 x 3 m., con frijol
  - 8 Gmelina arborea a 2 x 3 m., con maíz y frijol



Figura 6.2i.: Plantación de Gmelina arborea de 1977, bajo Sistema Taungya en dos espaciamientos. Vista parcial a 18 meses de edad (1979). Florencia Norte, CATIE, Turrialba.

- Por esta razón fue necesario podar las cuatro ramas bajas de cada planta de Gmelina a los seis meses de edad, con el fin de permitir una mayor radiación solar para el cultivo.
- El tratamiento N°2 (Gmelina a 2 x 1 m, más maíz) es la única de las combinaciones agro-forestales que no permitió una ganancia neta. Sin embargo, la producción de los cultivos disminuyó el costo de la plantación en 70% aproximadamente en comparación con la plantación de Gmelina sola.
- En los demás tratamientos agro-forestales la producción de los cultivos durante los 10 meses del experimento permitió cubrir los gastos de establecimiento y mantenimiento de la plantación, dejando aún ganancias netas considerables que varían de \$ 825,00 a \$ 1 190,00/hectárea,\* correspondiendo esta última cifra al tratamiento 8, o sea de espaciamiento de 2 x 3 m asociado con maíz y frijol.

En el mes de octubre de 1978, 5 meses después de finalizarse la investigación, se efectuaron mediciones de los árboles residuales. El objetivo fue de determinar si el efecto del asocio con cultivos sobre el crecimiento de los árboles persiste después de haber cosechado los cultivos agrícolas. Los datos se presentan en el cuadro 6.2E.

Cuadro 6.2E.: Mediciones de Gmelina arborea plantado bajo Sistema Taungya en 1977, 5 meses después de la última cosecha (octubre de 1978), a los 15 meses de edad.

Florencia Norte, CATIE, Turrialba

Tratamiento	$\bar{d}$ (cm)	$\bar{h}$ (m)
1: plantación sola	5,41*	6,04*
2: + maíz	5,30	5,74
3: + frijol	5,55	5,84
4: + maíz y frijol	5,70	6,03
} 1 x 2 m		
5: plantación sola	8,80*	6,12
6: + maíz	7,52	5,55
7: + frijol	7,31	5,34
8: + maíz y frijol	7,27	5,38
} 2 x 3 m		

(\*) 1\$= \$8,54

\* Las líneas unen datos que no difieren significativamente entre sí.

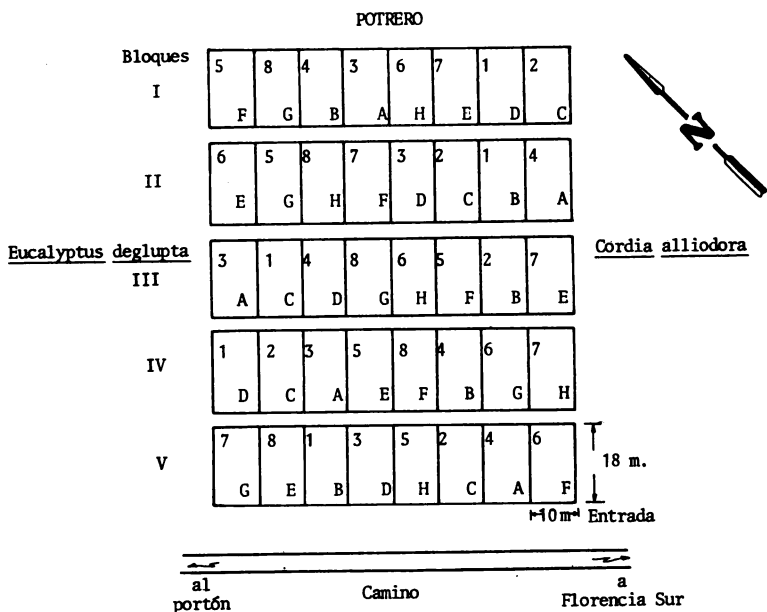


Figura 6.2k.: Ensayo Taungya 4(1977):  
Ubicación de las parcelas raleadas en 1978 y 1979 en la  
plantación de Gmelina arborea, plantada en 1977. Florencia  
Norte, CATIE, Turrialba.

- Leyenda:
- A Raleo selectivo 50% + rebrotes
  - B Raleo selectivo 50% sin rebrotes
  - C Raleo sistemático 50% + rebrotes
  - D Raleo sistemático 50% sin rebrotes
  - E 0% de raleo selectivo
  - F 30% de raleo selectivo
  - G 40% de raleo selectivo
  - H 50% de raleo selectivo

Tratamiento en "Taungya"  tratamientos de raleos  
(ver fig. 6.2h.)

En este cuadro se puede observar que los datos diamétricos no difieren de manera significativa entre los tratamientos de un mismo espaciamiento, pero sí entre los dos espaciamientos. Los valores de altura no difieren de manera significativa ni entre tratamientos, ni entre espaciamientos. Lo anterior sugirió la conveniencia de efectuar raleos diferentes para cada espaciamiento, iniciándose en enero de 1979, a la edad de 18 meses (ver fig. 6.2i.). Los tratamientos presentados en la figura 6.2k., son los siguientes (23):

Parcelas con espaciamiento 2 x 1 m:

Raleos de 50% de los árboles, sistemáticos y selectivos.

Observación de los rebrotes (característica importante de esta especie).

Parcelas con espaciamiento 2 x 3 m:

Raleos selectivos de 0, 30, 40 y 50% de los árboles.

Evaluación de la calidad de la plantación según los raleos efectuados.

Estimación de la producción.

---

(23) FIERROS G., A. Raleos iniciales en plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. Tesis en realización.

e) Ensayo Taungya 5 (1978): Terminalia ivorensis

Este experimento (42) se realizó de junio de 1978 a junio de 1979. Se encuentra al noreste del Campo Gamma (fig. 3.7a.; parcela 1), en un terreno rodeado por cafetales. La investigación se inició en junio de 1978 con la plantación de Terminalia ivorensis, especie africana de valor, utilizada en numerosos programas de reforestación, especialmente en Africa Occidental.

El ensayo está planeado en bloques completos al azar con parcelas divididas, en cinco repeticiones. Se comparan cuatro tratamientos principales relacionados con el asocio de tres tipos de cultivos agrícolas en la plantación, y dos subtratamientos en cuanto al material utilizado. La ubicación del ensayo y el diseño experimental están presentados en la figura 6.21. Se observa además que los cultivos se alternan entre ellos en el transcurso del año de observación.

Se espera que el espaciamiento de 3 x 3 metros, junto con las características de la especie (autopoda y copa de forma verticilada, ver fig. 6.2m.) dará oportunidad a los cultivos agrícolas asociados de ser productivos durante más de un año. La primera etapa de investigación se terminó en junio de 1979.

Hasta setiembre de 1979 se realizó una tercera siembra de cultivos anuales, en las tres asociaciones siguientes:

- Terminalia ivorensis con maíz
- Terminalia ivorensis con caupí
- Terminalia ivorensis con caupí y maíz.

Con el fin de seguir investigando posibles combinaciones a largo plazo, se proyectó, a partir del mes de octubre de 1979, establecer cultivos perennes en asocio con Terminalia. Los tratamientos diseñados dentro de la plantación forestal son:

- T. ivorensis + café (Coffea arabica)
- T. ivorensis + cacao (Theobroma cacao)
- T. ivorensis + naranja (Citrus sinensis)
- T. ivorensis, plantación sola (testigo)

Además se planearon parcelas testigo (no asociadas con Terminalia) de café, cacao y naranja, con las técnicas de plantación y manejo tradicionales en la región.

---

(42) MAGNE O., J. Comportamiento de Terminalia ivorensis A. Chev. en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupí y frijol, utilizando pseudoestaca y planton en el trasplante. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR/CATIE, 1979. 90 p.

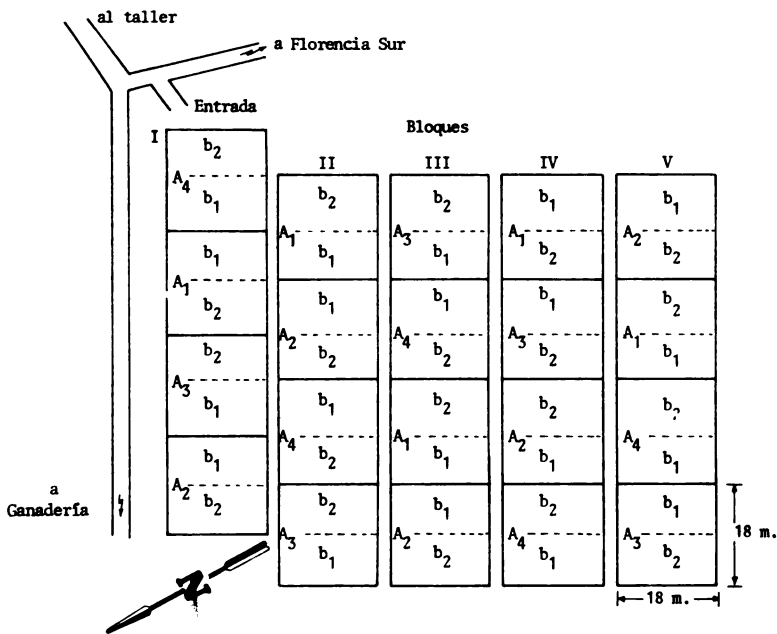


Figura 6.21.: Ensayo Taungya 5 (1978): Terminalia ivorensis. Esquema del diseño experimental al noreste de Campo Gamma, CATIE, Turrialba.

Leyenda: Parcelas principales:

A<sub>1</sub> T. ivorensis en plantación sola

A<sub>2</sub> T. ivorensis asociado: primer período con maíz, segundo período con frijol

A<sub>3</sub> T. ivorensis asociado: primer período con caupí, segundo período con maíz

A<sub>4</sub> T. ivorensis asociado: primer período con maíz y caupí, segundo período con maíz y frijol

Subparcelas: b<sub>1</sub> Plantón para trasplante

b<sub>2</sub> Pseudoestaca para trasplante



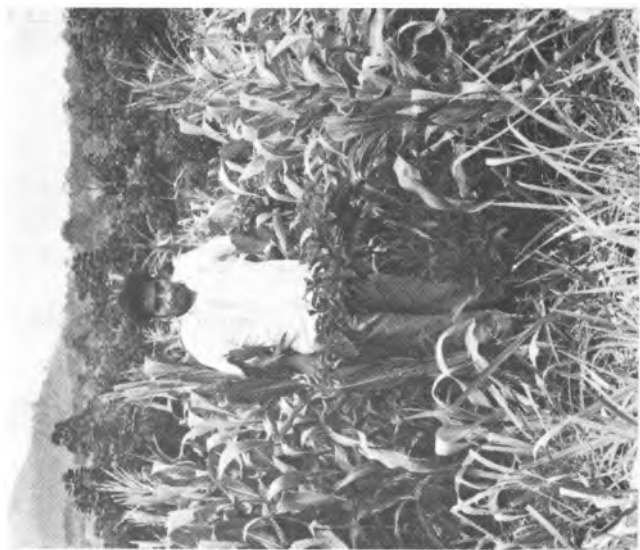


Figura 6.2m.: Plantación de *Terminalia ivorensis* de 1978 bajo Sistema Taungya. Vista parcial del asocio con maíz a 7 meses de edad (izquierda) y la misma parcela en asocio con frijol a 12 meses de edad (derecha). (1979). Campo Gamma, CATIE, Turrialba.

## 6.2.2. Ensayo Central de Cultivos Pérennes

### a) Antecedentes

Este ensayo, ubicado en "La Montaña" (fig. 1.2a.) está a cargo del Programa de Plantas Perennes del CATIE y cuenta con la cooperación del Programa de Cultivos Anuales y del Programa de Recursos Naturales Renovables. Fue iniciado en el mes de agosto de 1977, para una duración de 8 años (1985).

Desde hace algunos años atrás el CATIE ha venido haciendo investigación para pequeños agricultores. Muchas de las áreas tropicales húmedas, no son aptas para producir cultivos alimenticios de ciclo corto, en cambio lo son para cultivos perennes o de ciclos largos como pastos y forrajes, cacao, café, maderas, etc.

En el presente experimento se pretende comparar algunos de los sistemas más comúnmente usados en el área con la finalidad de tener más experiencia acerca de los problemas propios de los agricultores y tratar de encontrar alternativas viables y más acordes con sus condiciones socio-económicas.

### b) Objetivos

1. Comparar, por varios métodos, los sistemas agrícolas de plantas perennes más comunes en la zona, incluyendo cultivos de ciclo corto y medio.
2. Estudiar en forma detallada el medio ambiente (ecosistema) de cada uno de los sistemas agrícolas en comparación, en su evolución y transformación durante el tiempo que dure el experimento.

### c) Materiales y Métodos

Los cultivos que se han incluido en los diferentes sistemas son:

1. Frijol (Phaseolus vulgaris), cultivar 'Turrialba-4'.
2. Caupí (Vigna unguiculata), cultivar 'V-5-Moh'.
3. Gandul (Cajanus cajan), variedad local.
4. Mafz (Zea mays), cultivar 'Tuxpeño' planta baja.
5. Camote (Ipomoea batatas), cultivar 'C-15'.
6. Yuca (Manihot esculenta), cultivar 'Valencia'.

7. Plátano (Musa sp.), cultivar 'Pelipita'.
8. Cacao (Theobroma cacao), híbridos 'Catongo x Pound-12'.  
'EET-400 x SCA-12' y 'UF-29 x IMC-67'.
9. Café (Coffea arabica) cultivar 'Híbrido de Timor'.
10. Laurel (Cordia alliodora), variedad local.
11. Poró gigante (Erythrina poeppigiana), variedad local.
12. Pasto Estrella (Cynodon plectostachyus).
13. Caña de azúcar (Sacharum officinarum), cultivar 'Pindar'.

Los siete primeros cultivos se consideran como representativos de los componentes básicos de la dieta alimenticia de la población rural. Cacao y café son dos cultivos perennes, cultivados por un gran número de pequeños y medianos productores. Las dos especies forestales serán usadas con la finalidad primordial de dar sombra al cacao, al café y a los pastos. En el laurel además se mide la producción de madera, y en el poró, una leguminosa, se mide el recirculamiento del nitrógeno y otros elementos en el suelo.

Los tratamientos se describen en el cuadro 6.2 F.

Los parámetros de evaluación son los siguientes:

1. Análisis completo del suelo por cada parcela
2. Estudios de biomasa
3. Eficiencia fotosintética
4. Estudios agronómicos
  - a. Ciclo del cultivo
  - b. Tasa de desarrollo
  - c. Arquitectura general de las plantas
  - d. Rendimiento de cosecha
  - e. Rendimiento de materia seca
    - i. Índice de cosecha
    - ii. Eficiencia de producción
    - iii. Índice de cultivo
5. Estudios fitosanitarios
  - a. Enfermedades, evaluación del daño
  - b. Plagas, evaluación del daño
6. Estudios económicos
7. Evaluación completa de los pastos
8. Evaluación completa del laurel

La mayoría de los tratamientos tienen casi todos los estudios, otros solamente sirven como comparadores.



Figura 6.2n.: Experimento central de plantas perennes establecido en 1977. Vista parcial de las parcelas 41 y 33 (fondo izquierda) a 24 meses de edad. (1979). La Montaña, CATIE, Turrialba.

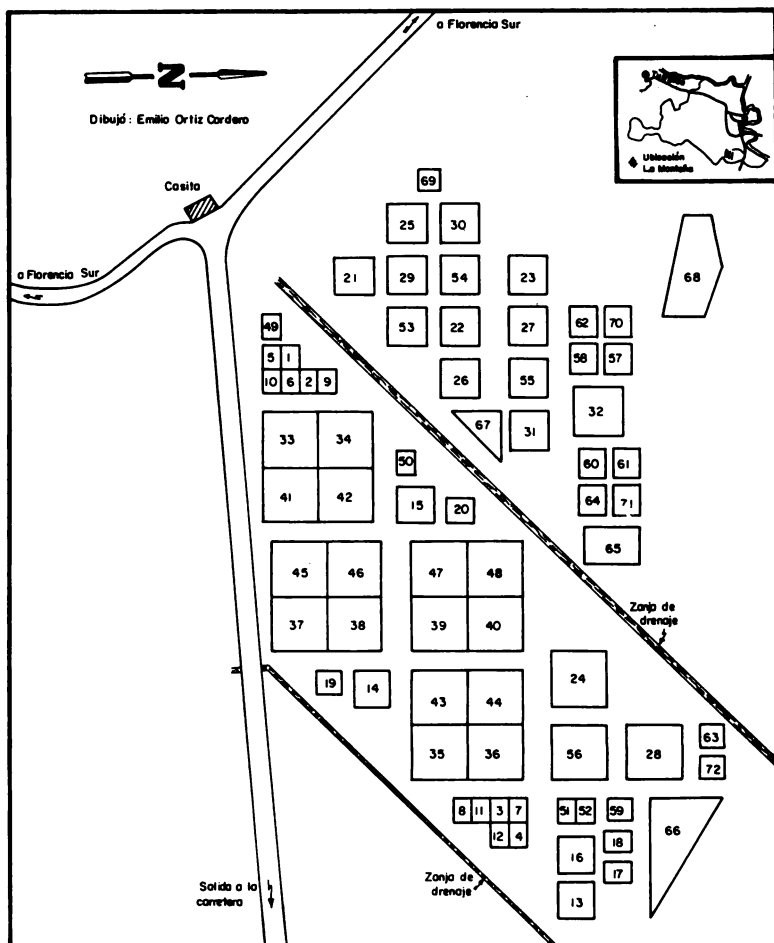


Fig. 6.2a: Plano general (sin escala) del experimento central de plantas perennes. 1977  
La Montaña, CATIE, Turrialba

Quadro 6.2F.: Experimento Central de Plantas Perennes: descripción de tratamientos.

Parcelas*	Primera época (mayo)	Postrera (nov.)
1, 2, 3 y 4	Maíz	Maíz+frijol
5, 6, 7 y 8	Maíz	Frijol+camote
9, 10, 11 y 12	Maíz+camote	Frijol+camote
13, 14, 15 y 16	Plátano+(Yuca-maíz)	
17, 18, 19 y 20	Caña	Caña+maíz
21, 22, 23 y 24	Pasto+(Laurel)	
25, 26, 27 y 28	Pasto+(Poró)	
29, 30, 31 y 32	Pasto	
33, 34, 35 y 36	Café+(Laurel-plátano-frijol)	
37, 38, 39 y 40	Café+(Poró-frijol)	
41, 42, 43 y 44	Cacao+(Laurel-plátano-gandul-maíz)	
45, 46, 47 y 48	Cacao+(Poró-plátano-gandul-maíz)	
49, 50, 51 y 52	Yuca	Yuca+maíz
53, 54, 55 y 56	Laurel (Maíz-frijol)	
57, 58, 59 y 60	Maíz	Maíz (dos labores para cada cultivo)
61, 62, 63 y 64	Maíz	Maíz (herbicidas las veces necesarias, no laboreo)
65, 66, 67 y 68	Vegetación natural	Libre crecimiento
69, 70, 71 y 72	Maíz	Maíz (Mulch, no laboreo)

\*La ubicación de las parcelas se desprende de la fig. 6.2o.

d) Diseño

Los tratamientos están ubicados como parcelas al azar parcialmente bloqueados, con cuatro repeticiones. El tamaño de la parcela varía de acuerdo al cultivo. La parcela más pequeña (tratamiento 1 al 4) tiene 8 x 10 m. Las más grandes (cacao, café, etc.) tienen 18 x 18 m (ver fig. 6.2 o.). Las parcelas están orientadas de norte a sur para evitar diferencias en la influencia de la luz durante el año.

### 6.3 COMBINACIONES AGROFORESTALES TRADICIONALES

Aún si las demás técnicas agro-forestales todavía no fueron estudiadas en parcelas experimentales en los terrenos del CATIE, hay varias que sí se pueden observar porque fueron aplicadas tradicionalmente en la parte comercial de la finca.

#### 6.3.1 Arboles en plantaciones de café

La técnica agro-forestal más importante en superficie es la combinación de poró (Erythrina poeppigiana) con café (Coffea arabica) en una mezcla homogénea con espaciamientos de 6 x 12 m hasta 3 x 6 m para el poró y 3 x 3 m hasta 1,5 x 1,5 m para el café. Las variaciones de los espaciamientos son debidas a resiembras efectuadas durante los últimos años. La función primordial del componente forestal en esta asociación es la de producir sombra durante el cultivo del café. Además sirve de protección eficaz para el suelo y la producción de cantidades apreciables de material orgánico de rápida descomposición contribuye a la fertilidad del suelo, incorporando N del aire a través de nódulos producidos por bacterias en las raicillas.

El poró se poda dos veces al año: la primera vez en enero/febrero, durante la floración del café; la segunda vez en julio/agosto, cuando se trata de favorecer la maduración del café. Los períodos exactos de poda varían según la elevación sobre el nivel del mar, y según el manejo que recibe el cafetal (61). Además, se ha observado que los agricultores practican podas de intensidad variable según dejan 2, 1 ó ninguna rama sobre el fuste del poró. Así la intercepción de la luz por las copas del poró varía entre 0% hasta 55%. Después de las podas, las ramas y las hojas son dejadas en el mismo cafetal como un "mulch", lo que aumenta la cantidad de material orgánico en el suelo e impide en un cierto grado el desarrollo de las malezas. Las hojas tienen un 4% de nitrógeno.

En un ensayo bajo condiciones similares (69) fue comprobado que unos 50 árboles de Erythrina glauca que sirven como sombra en un

---

(61) SYLVAIN, P.G. Innovaciones agrotécnicas en caficultura. San José, IICA, Z.N., 1979. 35 p. (Publicación Miscelánea N° 302).

(69) CADIMA, Z.A. y ALVIM, P. de T. Influencia del árbol de sombra Erythrina glauca sobre algunos factores edafológicos con la producción del cacaotero. Turrialba (Costa Rica) 17(3): 330-336. 1967.

acre de tierra contribuyen con más o menos 20 libras (o sea: 9 kg) de nitrógeno, resultante de las flores que caen y posiblemente, de la cantidad adicional de hojas que se desprenden. Esto equivale a 112 kg/ha (100 libras/acre) de sulfato de amonio. Esta producción aumenta con espaciamientos menores de poró.

Siendo una leguminosa, esta especie tiene además la capacidad de fijar el nitrógeno del aire, mediante los nódulos nitrificantes de Rhizobium en las raíces. Parece probable que esta función depende de la edad de los árboles, del tamaño de las raíces, de la intensidad de la poda, de la aeración del suelo, del espaciamiento entre los árboles y de otros factores sobre los cuales un trabajo de investigación está previsto. Se supone también que la poda bianual favorece este proceso, porque se muere una parte del sistema radicular cuando no hay actividad de fotosíntesis. Pues sería durante este período que se mejora la aeración del suelo y que se puede transferir el nitrógeno contenido en los nódulos del poró hacia las raíces del café, o integrarlo en el suelo. Todavía no hay investigación sobre los posibles flujos del nitrógeno que está fijado en los nódulos del poró.

Finalmente y a largo plazo, la presencia de los porós permite mantener el cafetal en buenas condiciones sanitarias, especialmente en suelos de baja fertilidad, sin recurrir a un tratamiento intensivo. Esta función fue particularmente importante cuando los precios del café eran bajos y que las plantaciones estaban temporalmente descuidadas. Los cafetales donde se ve la asociación con Erythrina poeppigiana en la finca del CATIE son los siguientes: Bajo Chino, al sur de las casas "109", Florencia Sur y al este del Campo Gamma.

En tres lugares distintos, donde la plantación de café ya está mezclada con poró, se encuentra un tercer estrato, formado por Cordia alliodora (laurel). Los cafetales que llevan poró y laurel son Bajo Chino (ver fig. 6.3a), "109" (a la izquierda del camino hacia Florencia) y Florencia Sur (entre el taller y la quebrada La Molina). En Bajo Chino hay además varias plantas altas de pejibaye (Bactris gasipaes syn. Guilielma gasipaes), una palmera con frutos comestibles, como tercer estrato sobre café, lo que se encuentra a menudo dentro de las pequeñas fincas del Valle de Turrialba.

Todo el laurel que crece bajo estas condiciones se ha establecido por regeneración natural hasta este momento. Se supone que se



estableció con facilidad durante un período, cuando las malezas dentro de los cafetales todavía se controlaban a mano y no con herbicidas.

La silvicultura de estos árboles dentro del cafetal es compleja y siempre debe evitar de perjudicar al cultivo principal que es el café. Recomendaciones específicas sobre los espaciamientos, las podas y las técnicas de explotación están al estudio. Sin embargo, las mediciones hechas en Bajo Chino presentan un incremento que corresponde a unos US\$ 650,00/ha/año de valor (véase cuadro 6.3A.). En condiciones similares y si los precios de la madera siguen subiendo, el manejo de árboles valiosos como tercer estrato en cafetales puede representar un ingreso adicional muy importante para los productores interesados en la diversificación de sus cultivos.

Para completar la información sobre esta técnica cabe mencionar que el laurel se encuentra igualmente mezclado dentro de plantaciones de cacao en las llanuras de la Vertiente Atlántica de Costa Rica, en combinaciones donde la sombra está provista principalmente por árboles de Inga spp. Allí se trata también de regeneración natural de laurel.

NOTA: Al entrar en prensa esta publicación, se nos comunicaron los resultados preliminares de una investigación realizada por un estudiante graduado del CATIE (\*). Utilizando un diseño estrictamente al azar, cuya unidad experimental es el árbol de poró, se analizaron (entre otros factores) los bioelementos recirculados bajo dos tratamientos por el poró y por el laurel dentro de un cafetal, en dos sitios del CATIE. La cantidad de nitrógeno recirculado por las hojas y ramas de poró a través de una poda semestral es del siguiente orden:

- tratamiento 1 (café + poró) : 79,8 kg N/ha\*\*

- tratamiento 2 (café + poró + laurel): 56,9 kg N/ha\*\*

(\*\*) datos del semestre diciembre 1978 - mayo 1979.

Por efecto de la caída de las hojas del laurel y del poró (ambas especies caducifolias), el aporte en el recirculamiento del nitrógeno es considerable. Se midieron concentraciones foliares de N variando entre 3,1% y 3,9% para el laurel y entre 4,2% y 4,6% para el poró.

---

(\*) MOLLEAPAZA A., J.E. Producción de biomasa de poró (Erythrina poeppigiana (Walpers) O.F. Cook) y del laurel (Cordia alliodora (Ruiz & Pavon) Oken), asociados con café. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. En prensa.



Figura 6.3a.: Cafetal sombreado por poró (Erythrina poeppigiana), bajo un estrato de laurel (Cordia alliodora). Bajo Chino, CATIE, Turrialba (1979).

Cuadro 6.3A.: Datos dendrométricos y económicos de un rodal de Cordia alliodora de regeneración natural en un cafetal sombreado por Erythrina poeppigiana.

Bajo Chino, CATIE, Turrialba.

Fechas: Junio 1977 y Marzo 1979.

	1977	1979
Edad estimada (regeneración natural)	15 años	17 años
N Número de árboles/hectárea	228	228
$\bar{d}$ Diámetro promedio (cm)	28,9	30,7
$\bar{h}$ Altura árbol promedio (m)	22,5	22,9
v Volumen árbol promedio (m <sup>3</sup> )*	0,712	0,829
V Volumen total con corteza (m <sup>3</sup> /ha)	162,3	189,0
I Incremento corriente anual, con corteza (m <sup>3</sup> /ha/año)	13,35	
I.M.A. Incremento medio anual, con corteza (m <sup>3</sup> /ha/año)	10,82	11,12
Valor del incremento medio anual, a base de un precio de ¢ 1,40/pulgada maderera tica (¢ 508,00/m <sup>3</sup> cc).	US\$ 655/ha/año	

\* Factor de forma  $f = 0,48$

Base: 1 US\$ = 8,54 ¢

1 m<sup>3</sup> cc = 363 pulgadas madereras ticas

### 6.3.2. Arboles como postes vivos para cercas

En el trópico americano es muy frecuente el uso de postes vivos para cercas, los cuales usualmente se emplean para clavar alambre de púas con grapas, sea para cercar pastos o áreas de cultivos que necesitan ser protegidos. Numerosos aspectos de esta interesante práctica necesitan investigarse como, por ejemplo, la mejor selección de especies en relación con el clima y el suelo, las técnicas para evitar que el alambre sea "tragado" o "repelido" por el poste vivo y el tamaño y acondicionamiento de las estacas antes de plantarlas. Además, es necesario conocer mucho más acerca de los múltiples usos y servicios proporcionados por los postes vivos:

Como ventajas directas caben esperarse, por ejemplo:

- leña y carbón,
- postes,
- madera con fines ornamentales,
- estacas para nuevos postes,
- frutos y flores para el consumo humano, miel,
- forraje para el ganado,
- semillas, colorantes, gomas, productos medicinales y otros productos secundarios.

Al mismo tiempo se esperan ventajas indirectas, tales como:

- el control de la erosión,
- la mejora del suelo por la producción de materia orgánica,
- la fijación de nitrógeno por ciertas especies,
- la disminución de los vientos,
- la sombra para ciertos cultivos, pastos o animales,
- refugio, vivienda y alimento para animales deseados,
- habitat para insectos deseados.

Desde luego, el uso de cercas vivas puede también presentar serias desventajas, según los cultivos con los cuales están combinados y dependiendo de las condiciones locales.

Por ejemplo:

- competencia exagerada con los cultivos,
- daños causados por el gotéo,
- refugio, vivienda y alimento para animales dañinos,

- habitat para insectos dafinos,
- acciones microclimáticas propicias para enfermedades y ataque de insectos.

La mayor parte de los conocimientos de este tipo fue adquirida hasta la fecha a través de encuestas en pequeñas fincas de la región húmeda de Costa Rica, particularmente del Valle de Turrialba. Las especies más utilizadas en esta región se presentan en el cuadro 6.3B. Sin embargo, se puede también observar el uso de postes vivos para cercas en los terrenos del CATIE. Por ejemplo, al lado del camino que entra a la finca ganadera y especialmente en la parte sur de este camino, donde entra en los potreros de Florencia Norte. La especie utilizada es Erythrina berteroana.

La fijación de nitrógeno por los nódulos de Rhizobium y el alto contenido de proteína en las hojas son características de ciertas especies leguminosas que ya han suscitado nuevos programas de investigación en su uso como cercas vivas. Así por ejemplo Erythrina poeppigiana y Gliricidia sepium son estudiados en un proyecto del Programa de Bovinos y Especies Menores del CATIE, en el uso doble como cercas vivas y especies de forraje.

Cuadro 6.3B.: Especies más utilizadas como cercas vivas en la zona de Turrialba y alrededores.

Nombre científico	Nombre vulgar	Familia
<u>Acnistus arborescens</u>	Güitite	Solanaceae
<u>Bursera simaruba</u>	Indio desnudo	Burseraceae
<u>Cordyline terminalis</u>	Caña de indio	Liliaceae
<u>Croton niveus</u>	Copalchí	Euphorbiaceae
<u>Erythrina berteroana</u>	Poró	Papilionaceae
<u>Erythrina costaricensis</u>	Poró	Papilionaceae
<u>Erythrina poeppigiana</u>	Poró gigante, extranjero	Papilionaceae
<u>Ficus spp.</u>	Chilamate	Moraceae
<u>Gliricidia sepium</u>	Madero negro	Papilionaceae
<u>Spondias purpurea</u>	Jocote	Anacardiaceae
<u>Yucca elephantipes</u>	Itabo	Liliaceae

### 6.3.3. Estudio de prácticas agroforestales tradicionales

En enero de 1979 se inició una investigación sistemática de prácticas agroforestales en una cuenca piloto del Valle de Turrialba, al norte de La Suiza. El estudio en su fase inicial involucró la recopilación de informaciones socio-económicas y ecológicas a través de encuestas. Luego se establecieron parcelas permanentes de observación para proveer datos sobre las técnicas agroforestales tradicionalmente utilizadas en las pequeñas fincas y poder correlacionar tales prácticas con la protección del suelo y el manejo de la cuenca.

Esta actividad se describe en detalle en el subcapítulo 7.3. (ver especialmente fig. 7.3f.).

## 7. MANEJO DE AREAS SILVESTRES Y CUENCAS HIDROGRAFICAS

### 7.1. EL PROYECTO DE AREAS SILVESTRES Y CUENCAS

#### 7.1.1. Introducción

El Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE, a través de este proyecto, inició en enero de 1977 una serie de actividades para apoyar a los países del Istmo Centroamericano en el buen manejo, el desarrollo integral y el uso racional de los recursos naturales y culturales. El principio central del proyecto reconocido a nivel mundial es el siguiente:

La base vital para el desarrollo integral ("ecodesarrollo") y la producción sostenida es la conservación y utilización racional de los recursos naturales.

Sin embargo, las tasas crecientes de deforestación y erosión, los períodos largos de sequía, las inundaciones, las pérdidas de productividad de la tierra y una larga lista adicional de problemas medioambientales del Istmo ilustran claramente que en general ese principio ha sido y todavía sigue ignorado. Esta problemática es especialmente notable en las áreas rurales de la región. El objetivo de buscar soluciones para mejorar las condiciones de vida de las grandes poblaciones rurales del Istmo, especialmente de los pequeños y medianos productores, dependerá específicamente de la capacidad de los países de la región para planear e implementar políticas fundamentales y programas amplios basados en ese principio. Por lo tanto este proyecto está enfocado específicamente en las poblaciones rurales y las áreas silvestres (reservas forestales, zonas de uso múltiple, áreas de producción hídrica, cuencas protectoras, parques nacionales, reservas equivalentes, etc.). Su énfasis está dirigido a apoyar a los países en establecer, planear y ejecutar el manejo y desarrollo apropiado de tales áreas para la producción sostenida de bienes y servicios, principalmente en beneficio directo de las poblaciones rurales e indirecto de las poblaciones urbanas.

El proyecto, primordialmente financiado por el Fondo de los Hermanos Rockefeller (Rockefeller Brothers Fund - RBF) en su primera

fase, fue formulado basado en las recomendaciones hechas en la Primera Reunión Centroamericana sobre Manejo de los Recursos Naturales y Culturales, celebrada en San José, Costa Rica, en diciembre de 1974, y organizada por la UICN (55)\*. Asimismo ha contado con las experiencias y la metodología establecida entre los años 1970 y 1975 por el programa cooperativo entre la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y el RBF.

El proyecto colabora estrechamente con todos los organismos gubernamentales encargados de la planeación y del manejo de los recursos naturales y culturales, así como las organizaciones conservacionistas no gubernamentales y las universidades de todos los países del Istmo. Además, coopera estrechamente con muchas instituciones internacionales, regionales y bilaterales, que tienen programas relacionados con la región (como p.e.: FAO, UNESCO, PNUMA, UICN y WWF). El apoyo decidido que brindan los organismos mencionados a estas actividades puede considerarse como una respuesta prometedora al creciente esfuerzo dedicado por los países de Centro América. De hecho, desde 1977 ha habido un notable aumento dentro de la región en cuanto al número de las realizaciones y los éxitos logrados por las organizaciones gubernamentales y privadas, vinculadas con el manejo de estos recursos (37).

El proyecto se inició con cinco subproyectos, complementarios entre sí y con un enfoque común:

- 1) Creación de una red de Parques Nacionales Pilotos
- 2) Creación de áreas de conservación grandes que cubren dos o más países
- 3) Adiestramiento de personal a diferentes niveles
- 4) Organización de un comité regional coordinador
- 5) Investigación

---

(\*) Todas las referencias bibliográficas de este subcapítulo están presentadas en las páginas 286 y 287.



Basado en la experiencia ganada en la primera fase del proyecto (enero 1977 a junio 1979), las recomendaciones de los organismos gubernamentales y no gubernamentales y los objetivos del CATIE, el proyecto fue reorientado parcialmente para cumplir con su nuevo enfoque:

- 1) El subproyecto N° 1 dará mayor esfuerzo en la creación de áreas silvestres manejadas bajo el concepto de eco-desarrollo. Específicamente apoyará a los países en la creación de una red de áreas pilotos de los tipos áreas de producción hídrica, cuencas protectoras, áreas de uso múltiple, etc.
- 2) El subproyecto N° 2 buscará la creación de áreas silvestres protegidas de tamaño significativamente grandes, sean en uno, dos ó más países, para asegurar una mejor autoprotección de los recursos y un flujo significativo de productos y servicios para la población rural.
- 3) El subproyecto N°3 se reforzará con más tipos y mayor cantidad de oportunidades para entrenamiento, incluyendo la participación más activa de centroamericanos en asesorías técnicas y de entrenamiento en servicio en la región.
- 4) El subproyecto N° 4 continuará igual.
- 5) El subproyecto N° 5 tendrá más énfasis todavía en aspectos económicos y sociales de las áreas silvestres.

El objetivo general de los 5 subproyectos anteriores como el nuevo enfoque es de mejorar el uso de los recursos de las áreas silvestres en base a los beneficios económicos y sociales que pueden producir en forma sostenida. Se esperan particularmente beneficios a largo plazo. Para las poblaciones rurales por ejemplo, se pueden citar nuevas fuentes de trabajo, proteínas e ingresos monetarios directos derivados de la vida silvestre, ingresos directos e indirectos producidos por el turismo, la provisión de agua, madera y fibra, etc. Para el público centroamericano en general podrán generarse por ejemplo los varios beneficios de producción sostenida de agua, madera y fibra y, además, valores recreativos, educativos, científicos y espirituales. Asimismo en la selección de áreas que han de manejarse para estos fines

se está tomando muy en cuenta mantener la más alta diversidad de genotipos bajo condiciones que permitan la evolución natural, para el beneficio de generaciones futuras (medicinas, nuevos tipos y variedades de especies domesticables para el uso agropecuario, etc.).

### 7.1.2. Descripción de los subproyectos

#### Nº 1 Creación de una red de Parques Nacionales Pilotos y otras áreas silvestres pilotos en cada uno de los países:

El objetivo es de demostrar a los gobiernos y el público que existen alternativas válidas de uso de la tierra, particularmente en cuanto a los productos y servicios derivados para las poblaciones rurales y los beneficios sociales y económicos para la educación ambiental, la investigación científica, el turismo nacional e internacional y la conservación del patrimonio genético de plantas y animales.

Los países de América Central ya definieron sus parques nacionales pilotos, los cuales están en varias etapas de implementación. Para cinco de los seis países, ya existen los planes de manejo, en la elaboración y revisión de los cuales el proyecto contribuyó (63, 10, 33, 6, 38). Asimismo existen planes y estudios para varias otras categorías de áreas silvestres en cada uno de los países de la región y los países están seleccionando áreas silvestres pilotos de las otras categorías (p.e. véase 20, 41).

#### Nº 2 Creación de áreas grandes de conservación que cubren uno, dos ó más países, como instrumentos de desarrollo integral:

Por la extensión geográfica limitada que tienen varios de los países centroamericanos, es obvio que muchos problemas ambientales son comunes entre ellos. Por ejemplo, la presencia de cordilleras, ríos, playas y otros sistemas naturales que cruzan o afectan varios países de la región implica problemas comunes de contaminación, sedimentación, irregularidades en el régimen de las aguas, etc. Tales situaciones hacen deseable que se traten varios problemas del ambiente en forma regional o subregional.

Concretamente se trata de asistir a los gobiernos en el establecimiento de una o varias reservas de áreas silvestres de tamaño significativo que cubran uno, dos ó más países, cada una manejada con miras a solucionar los problemas de carácter regional. Por ejemplo la protección y utilización de especies faunísticas, la conservación de áreas de producción hídrica y de madera, etc. El proyecto también

asiste en la preparación de varios planes de manejo para tales áreas, utilizando equipos internacionales multidisciplinarios que trabajan en estrecha colaboración con varios organismos nacionales en estas tareas.

Cuatro áreas están en el momento siendo planeadas para cumplir con estos objetivos:

- La región Fronteriza de Darién, Panamá (con Colombia), por su importancia como barrera natural en el control de la fiebre aftosa y por su alto valor biológico y cultural. Cubre una área de aproximadamente 500 000 hectáreas con numerosas zonas de vida y una fauna y flora excepcionales, así como alto valor hídrico para el desarrollo de las provincias en esta región de ambos países. Están ya planificados parques nacionales y reservas forestales en ambos países en el Darién (17).
- La región de la Mosquitia en Honduras y Nicaragua, por su alto valor hídrico, su arqueología y las características de sus pocos habitantes autóctonos, su belleza escénica y sus recursos florísticos y faunísticos de alta diversidad genética. Están en proceso de planeamiento e implementación la propuesta Reserva de la Biosfera del Río Plátano en Honduras, con 180 000 hectáreas y la propuesta Reserva de Recursos Naturales de BOSANAS en Nicaragua con más de 1 100 000 hectáreas (19, 27, 45).
- Cerro Montecristo, una zona alta fronteriza que abarca secciones de El Salvador, Guatemala y Honduras. Incluye un bosque nuboso ("cloud forest"), nacimientos de varios ríos importantes y una fauna y flora características de altas montañas. Esta área solamente se puede conservar eficientemente con un esfuerzo común internacional.
- Parque Internacional La Amistad (Costa Rica con Panamá). Abarca una zona de más de 200 000 hectáreas, de 200 a 3 500 m. de altura, y con numerosas zonas de vida desde el bosque muy húmedo tropical hasta bosque enano. Tiene altísimo valor hídrico y de recursos bióticos y es el primero de su

género en el Istmo.

### Nº 3 Adiestramiento de Personal a Diferentes Niveles:

Existe una falta de personal capacitado en los países de la región para llevar a cabo las actividades programadas. El proyecto ofrece oportunidades de adiestramiento al personal responsable de la ejecución de los programas de manejo de áreas silvestres y cuencas. Facilita el intercambio de ideas y experiencias técnicas mediante conferencias, talleres y seminarios sobre problemas específicos de manejo de áreas silvestres y cuencas y también provee materiales y ayudas audiovisuales relacionadas. El adiestramiento en servicio y la participación de centroamericanos como asesores en la región complementan las actividades de capacitación.

Hasta la fecha las principales actividades de adiestramiento que se han realizado son un taller conjunto sobre manejo de cuencas y áreas silvestres habiéndose publicado las Actas (68), y dos seminarios móviles intensivos a través de Centro América (26). El primer seminario móvil fue llevado a cabo en noviembre de 1977, con 25 participantes, los que recorrieron y evaluaron diferentes lugares donde se están realizando programas de conservación en Nicaragua, Costa Rica, y Panamá. El segundo taller está planeado para 1979 y cubrirá los países restantes de la región centroamericana. Además, se han organizado varias reuniones técnicas en Panamá, Nicaragua y Guatemala (16, 56, 18).

### Nº 4 Comité Regional Coordinador:

Como respuesta a recomendaciones hechas durante la Conferencia Centroamericana sobre Manejo de los Recursos Naturales y Culturales efectuada en San José en diciembre de 1974, los países centroamericanos establecieron un Comité Regional para la Conservación de la Herencia Natural y Cultural del Istmo Centroamericano. Este Comité entró en función poco después y está integrado por representantes de cada país

centroamericano. Con relación a este Comité, el proyecto apoyó su funcionamiento inicial como Secretaría. Después, el proyecto fue nombrado como Comité Regional Coordinador. Como tal, sus actividades se han concentrado en coordinar, fortalecer y apoyar las labores de las agencias nacionales, así como mejorar la comunicación en la región. Con este fin, se publica periódicamente desde 1978 un Boletín (5). También sirve como intermediario para canalizar aportes externos de fondos y especialistas, según el deseo de los países involucrados.

Las dos primeras reuniones fueron celebradas respectivamente en San José en 1974 y en Managua en 1975, bajo el auspicio de FAO la primera, y de UICN la segunda. La tercera fue organizada por el proyecto y se realizó en Panamá en setiembre de 1977.

#### Nº 5 Investigación:

El proyecto desarrolla un programa de investigaciones para determinar actitudes, causas y perspectivas relacionadas al actual manejo de áreas silvestres, particularmente en cuanto a la destrucción del medio ambiente en la región. Se analizan las tendencias futuras, a fin de facilitar la aplicación de soluciones viables que promuevan la conservación y el uso racional de las áreas silvestres y cuencas. Los resultados de estudios científicos están siendo publicados a dos niveles distintos: para la comunidad científica y los organismos internacionales de cooperación técnica de un lado y para los decisores, la población rural y el público en general del otro lado. A través de estas publicaciones se indican los beneficios que pueden proveer las áreas silvestres, como una alternativa válida para el uso de la tierra. También se realizan investigaciones para desarrollar varias metodologías en la planeación y el manejo de áreas silvestres y cuencas, bajo condiciones tropicales, aportando inclusive fondos para investigadores locales.

Ya se han iniciado 11 trabajos en este sentido:

- 1) Una investigación sobre metodologías de planeación y manejo de áreas silvestres, en Costa Rica.

- 2) Un estudio y el desarrollo de una metodología para investigar la relación costos-beneficios de áreas silvestres, en Costa Rica.
- 3) Un estudio de los aspectos socio-económicos y culturales de grupos de indígenas y colonos rurales en relación con la planeación de una área silvestre, en Río Plátano, la Mosquitia, Honduras.
- 4) Una investigación sobre las actitudes de los campesinos y los aspectos socio-económicos de la conservación en una área de uso múltiple (Lago Yojoa, Honduras).
- 5) Desarrollo de un modelo computadorizado y generalizado sobre la planeación y manejo de una área silvestre (Lago Yojoa, Honduras).
- 6) Cinco investigaciones sobre la situación actual y la utilización de la fauna silvestre en Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá.
- 7) Una nueva investigación por ser comenzada en 1979 estudiará el papel de la interceptación horizontal en el régimen hídrico del bosque nuboso tropical. Será un proyecto conjunto del CATIE, la Universidad Nacional de Costa Rica, el Instituto Costarricense de Electricidad y el Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS DEL SUBCAPITULO 7.1.

- (55) REUNION CENTROAMERICANA sobre Manejo de Recursos Naturales y Culturales, San José, Costa Rica, 1974. Actas. Morges, Suiza, UICN, 1976. 154 p. (UICN Publicaciones Nueva Serie N° 36).
- (37) LA BASTILLE, A. Facetas de Conservación de Areas Silvestres en el Area Centroamericana. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, Unidad de Areas Silvestres y Cuencas Hidrográficas, 1978. 41 p.
- (63) LOVAR, D. et.al. Plan de Manejo y Desarrollo del Parque Nacional Altos de Campana. Panamá, Panamá. Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, 1975. 45 p.
- (10) BOZA, M. Plan de Manejo y Desarrollo para el Parque Nacional Volcán Poás, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CBI, 1968. 305 p.
- (33) INCER, J. y GUTIERREZ, H.C. Plan Maestro para el Establecimiento y Manejo del Area del Volcán Masaya como Parque Nacional. Managua, Nicaragua, Banco Central de Nicaragua, 1976. 145 p.
- (6) BARBORAK, J. et.al. Plan Maestro para la Protección y Desarrollo del Parque Nacional La Tigra. Tegucigalpa, Honduras, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, 1978. 45 p.
- (38) FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO Y INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Plan de Manejo para el Propuesto Monumento Natural Volcán de Pacaya, Guatemala. Guatemala, Guatemala, 1975. 52 p.
- (20) DULIN, P. y BETANCOURT, J., eds. Lago de Yojoa: Plan de Uso Múltiple, Segunda Fase. Tegucigalpa, Honduras, CÔNDEFOR, DIGERENARE, CATIE, FAO, PNUMA, 1978. 196 p.
- (41) MACFARLAND, C. et.al. Plan de Manejo del Parque Nacional Volcán Barú y Primera Fase del Plan de Uso Múltiple de la Cuenca Adyacente. Turrialba, Costa Rica, CATIE y RENARE. En preparación.
- (17) DALFELT, A. y MORALES, R. Plan Maestro para el Parque Nacional Darién, Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE, COPFA y RENARE, 1978. 213 p.
- (19) DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES y CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. La Cuenca del Río Plátano, La Mosquitia, Honduras; Estudio Preliminar de los Recursos Naturales y Culturales de la Cuenca y un Plan para el Desarrollo de una Reserva de la Biosfera en la Región del Río Plátano. Turrialba, Costa Rica, 1978. 133 p.



- (27) GLICK, D., ERAZO, M. y MACFARLAND, C. Plan de Manejo y Desarrollo de la Propuesta Reserva de la Biosfera del Río Plátano. Turrialba, Costa Rica, CATIE y DIGERENARE, 1979. 210 p. En imprenta.
- (45) MORALES, R., KLEIN, E. y INCER, J. Informe sobre el Primer Reconocimiento y Recomendaciones sobre el Manejo y Protección de la Reserva de Recursos Naturales y Reserva de la Biosfera Propuesta de Bocay-Saslaya-Waspuk (BOSAWAS), Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE y Banco Central de Nicaragua, 1979. 45 p.
- (68) ZADROGA, F. y MORALES, R. Taller Regional sobre Manejo de Cuencas Hidrográficas y Areas Silvestres: Conclusiones y Estrategias. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, 1978. 98 p.
- (26) GLICK, D. Seminario Móvil sobre Parques Nacionales. Parques 8(1): 12-13. 1978.
- (16) DALFELT, A. Informe sobre la Reunión sobre Cooperación Regional en el Manejo de las Areas Silvestres. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 25 p.
- (56) REUNION REGIONAL CENTROAMERICANA SOBRE VIDA SILVESTRE, 1a., MATAGALPA, NICARAGUA, 1978. Memoria. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 242 p.
- (18) DARY, M., GLICK, D., MACFARLAND, C. y SILBERMAN, M., eds. Memorias de la Reunión Regional Centroamericana de Asociaciones Conservacionistas No Gubernamentales. Guatemala, Guatemala, AGHN, ASCONA y CATIE, 1979.
- (5) AREAS SILVESTRES en Mesoamérica (Costa Rica) N° 1-5; 1977-1979. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, Proyecto de Areas Silvestres y Cuencas Hidrográficas.

## 7.2. EL SENDERO NATURAL "LOS ESPAVELES"

Como instrumento importante para la educación ambiental se ha creado un sendero para la interpretación de la naturaleza, ubicado entre el edificio principal del CATIE y el Río Reventazón (fig. 1.2a. y 7.2b.). El sendero tiene un recorrido de 1,5 km y pasa por varias etapas sucesionales del bosque muy húmedo premontano, el cual es la zona de vida predominante en el Valle de Turrialba (\*). Empieza en la parte alta de un cañón formado por el Río Reventazón, en una sección de bosque secundario joven (fig. 7.2a.) y luego va bajando en forma zigzagante por un bosque primario, uno de los muy pocos que quedan en la región. Finalmente el visitante llega cerca de la base del cañón donde el sendero bordea el bosque de galería que forma la orilla del río. Una área de picnic localizada en este lugar da al visitante la oportunidad de descansar y contemplar la complejidad de estos ecosistemas tropicales asombrosamente ricos. Varias especies de la fauna silvestre frecuentan el área y se pueden ver ocasionalmente, entre otros: tucanes (Ramphastos sulfuratus y Pteroglossus torquatus), perezosos (Bradypus tridactylus y Choloepus hoffmanni), pizote (Nasua narica), armadillo (Dasypus novemcinctus) y de vez en cuando algunos monos aulladores (Alouatta villosa).

El sendero ha sido desarrollado gracias a una donación del Fondo Mundial para la Vida Silvestre (WWF) y fue iniciado en 1978. No solamente provee buenas oportunidades educacionales; también sirve como laboratorio para estudiar varios métodos y materiales interpretativos. Debido a que los factores climatológicos en el sitio del sendero son similares en muchas áreas silvestres tropicales, se espera obtener experiencia práctica y aplicable en otros sitios con los materiales usados en las estructuras del sendero. También se están investigando varios enfoques de interpretación para obtener una mejor perspectiva de la eficiencia de diferentes técnicas de interpretación. Cinco métodos

---

(\*) Op. cit. (31) pág. 18.



Figura 7.2a.: "Los Espaveles", sendero natural para la interpretación del bosque húmedo tropical. Bajo Reventazón, CATIE, Turrialba.

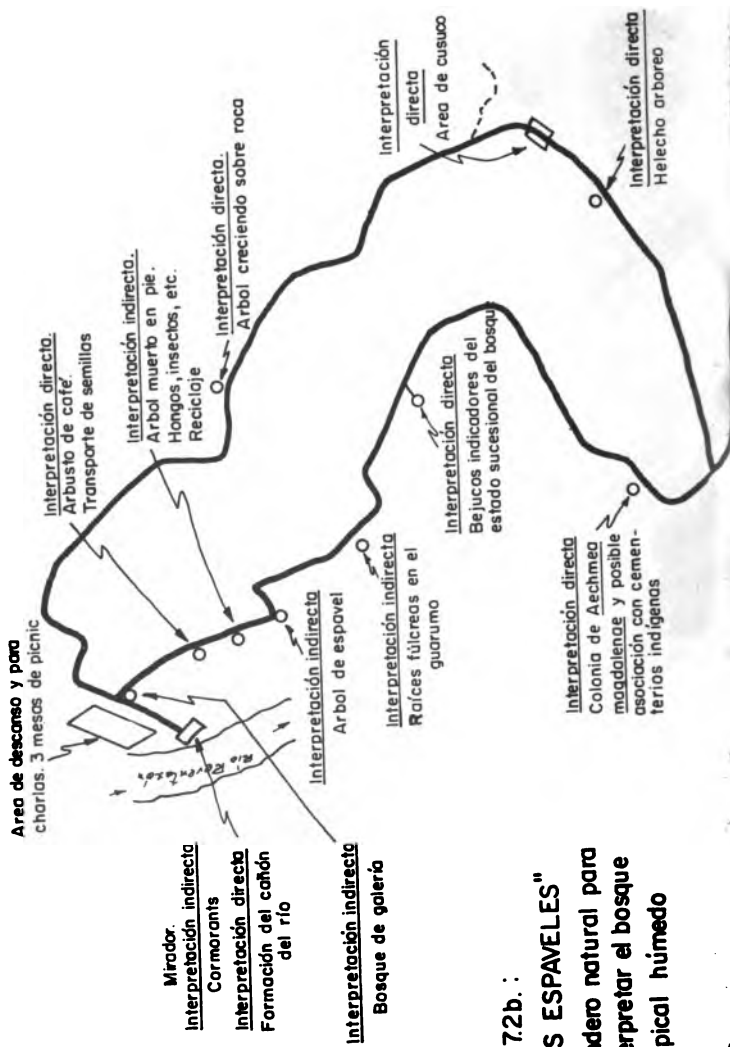
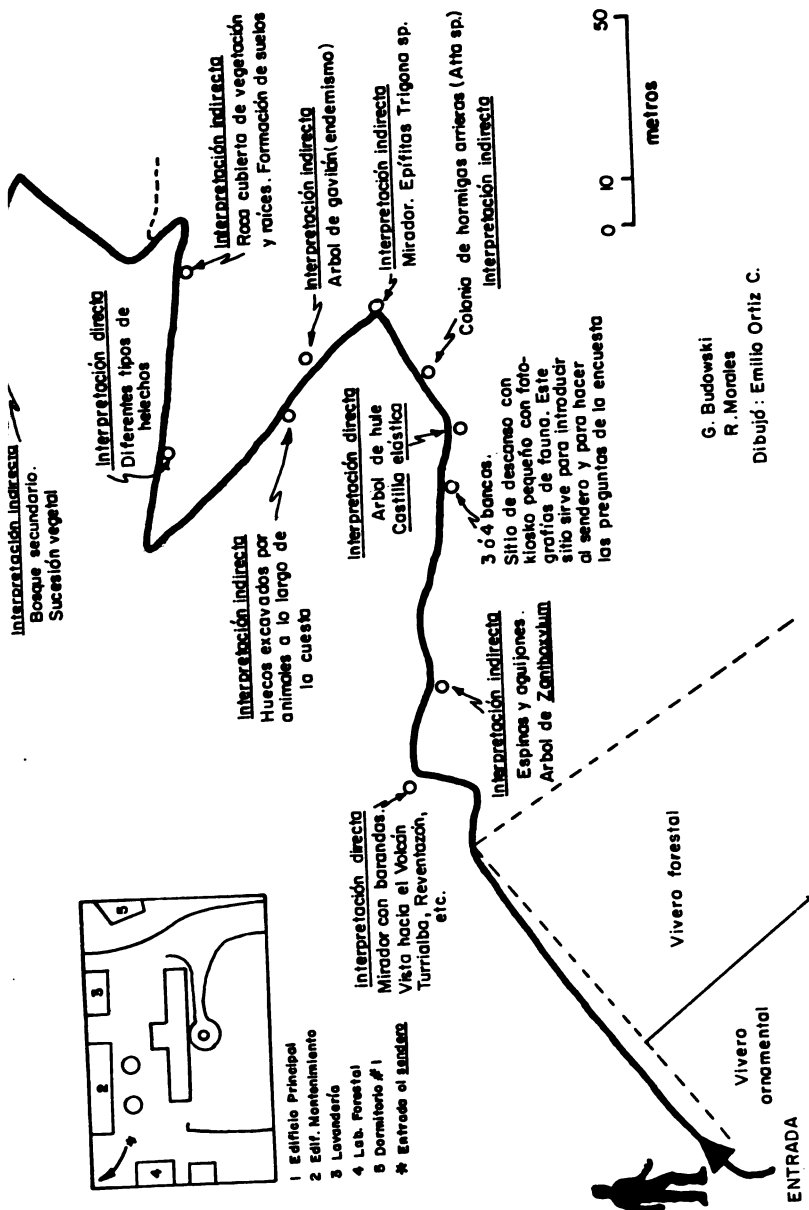


Fig. 7.2b. :  
**"LOS ESPAVELES"**  
**Sendero natural para interpretar el bosque tropical húmedo**



diferentes de interpretación (folletos y placas informativas in situ) han sido diseñados para el sendero. Estos incluyen:

- Un folleto de actividades de educación ambiental para uso de profesores y estudiantes principalmente a nivel de escuelas primarias (35).
- Un panfleto para el público en general que contiene información sobre varios rasgos naturales a lo largo del sendero. Los sitios interpretados están señalados con un poste poco conspicuo localizado cerca de ellos. Estará disponible en español y en inglés (50).
- Una guía de campo para identificar la vegetación del sendero, la cual está dirigida a los estudiantes de dendrología de nivel universitario y escuelas secundarias (9).
- Interpretación directa usando rótulos estacionarios y placas con descripciones de los rasgos más sobresalientes del sendero.
- Un "mini-centro" de la naturaleza con varias exhibiciones simples sobre la estructura de la comunidad del bosque y los habitantes florísticos y faunísticos de la zona.

También está elaborado un cuestionario que servirá para coleccionar información sobre las actividades e impresiones de los visitantes y otros datos pertinentes para propósitos de investigaciones analíticas.

- 
- (35) INTERPRETACION DE la naturaleza en el Sendero Natural Los Espaveles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 30 p.
  - (50) PANFLETO SOBRE el Sendero Natural Los Espaveles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979.
  - (9) BERMUDEZ, M. Las plantas del Sendero Natural Los Espaveles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 40 p.

Se espera que por medio de este breve encuentro con una muestra del bosque tropical húmedo, los visitantes obtendrán un mejor entendimiento de la estructura e importancia de este ecosistema frágil y de la necesidad de manejar y proteger las áreas silvestres que todavía quedan en América Central.

### 7.3. MANEJO DE CUENCAS HIDROGRAFICAS Y PLANIFICACION DE USO DE LA TIERRA: PROYECTO PILOTO EN LA SUIZA DE TURRIALBA

#### 7.3.1. Consideraciones generales

En vista de la degradación que rápidamente viene afectando a muchas regiones de Costa Rica y a otros países de la Región Centroamericana y del Caribe, se necesita urgentemente un acelerado acercamiento al manejo racional y a la conservación de los recursos suelo, agua y vegetación en una forma integral, involucrando a todos los sectores interesados: agrícola, ganadero y forestal. Las técnicas de manejo de cuencas constituyen un instrumento integrador muy efectivo para lograr tal enfoque interdisciplinario. Sin embargo, estas técnicas han sido relativamente poco usadas por las instituciones que se ocupan del desarrollo regional y de los programas en beneficio de las poblaciones rurales. Es frecuentemente el pequeño agricultor, quien por no contar con asesoramiento técnico adecuado, y por desconocer o no disponer de mejores alternativas para utilizar convenientemente la tierra, sobreexplota sus recursos y se origina perjuicios a sí mismo y al resto de la sociedad (ver fig. 7.3a.). La erosión del suelo y la pérdida de su productividad, el desequilibrio en el régimen hidrológico y la sedimentación de cauces y embalses, son apenas algunos de los resultados de un uso inapropiado de la tierra. Las repercusiones de estos problemas ambientales son bien conocidas e inciden negativamente tanto sobre el pequeño agricultor como sobre el desarrollo económico regional y nacional.

El Valle de Turrialba, en la cuenca media del Río Reventazón, constituye una importante zona hidrográfica de Costa Rica (ver fig. 7.3b.). Presas de inversiones multi-millonarias ya existen en la parte alta del Reventazón, que actualmente produce la mayor parte de la energía eléctrica del país (ver fig. 7.3c.). Otra presa, con ubicación cerca de Angostura, en el mismo Valle de Turrialba, está proyectada para construirse en un futuro muy cercano como uno de los proyectos hidroeléctricos prioritarios nacionales.

No obstante se registra un proceso alarmante de sedimentación en la cuenca e inundaciones fuertes y desastrosas para la





**Figura 7.3a.:** Sobrepastoreo en terrenos de laderas en La Suiza de Turrialba. Este uso extensivo-ganadero es común en toda la región del Valle de Turrialba y en Costa Rica en general y, a menudo, representa un sobreuso de la tierra que trae consigo desbalances hidrológicos.



**Figura 7.3b.:** El agua constituye un recurso imprescindible y afortunadamente abundante en casi todo el país. Los aprovechamientos para consumo humano, riego, energía hidroeléctrica, la industria y otros usos requieren la debida conservación de la cuenca para evitar problemas hidrológicos tales como escasez y contaminación del agua, inundaciones y la sedimentación de obras ingenieriles.

infraestructura de la baja cuenca se vienen notando con mayor frecuencia en los últimos años. Las tierras de la región de Turrialba son mayormente montañosas y en ellas se encuentran usos agrícolas, ganaderos y forestales muy importantes y típicos tanto para Costa Rica como para la región por ser practicados en su mayoría por pequeños agricultores. En algunos casos las tierras se encuentran utilizadas racionalmente, en otros no.



Figura 7.3c.: Las grandes obras hidráulicas, tales como en este caso el embalse hidroeléctrico de Cachí, en la cuenca media del Rfo Reventazón cerca de Paraíso, Costa Rica, fundamentan el desarrollo económico de una región o de todo un país. Estas obras dependen en su vida útil de una adecuada conservación de los recursos agua y suelo en sus zonas de captación.

### 7.3.2. Estudio de caso en La Suiza de Turrialba

La existencia de esta situación compleja y alarmante en varias subcuencas del Valle de Turrialba, combinada en varios sitios con prácticas tradicionales agro-forestales aparentemente exitosas, ha sugerido la implementación de un proyecto de investigación con los objetivos generales siguientes (12):

- A) Analizar las bases científicas de las técnicas tradicionales agro-forestales que han sido desarrolladas en algunas zonas del Trópico Húmedo, tomando como ejemplo el área de estudio localizada en La Suiza, Turrialba, Costa Rica. Las influencias benéficas y/o perjudiciales resultantes de estas prácticas, serán evaluadas en los aspectos ecológicos, económicos y sociales tales como estabilidad del suelo, producción y productividad, y aceptación por parte de los dueños de las fincas.
- B) Probar tecnologías practicadas en otras regiones y países, las cuales pueden ser transferidas y combinadas eventualmente con los métodos tradicionales de uso de la tierra, tal que la productividad del suelo pueda mantenerse y, si es posible, mejorarse.
- C) Utilizar varios estudios piloto, los cuales estarán situados en dos subcuencas bien definidas, como una área de demostración y enseñanza que facilitará el intercambio de conocimiento entre estudiantes de otras instituciones, estudiantes graduados, especialistas interesados y otras personas que busquen desarrollar sistemas estables de uso de suelo aplicables a regiones tropicales húmedas.

Con este fin se seleccionó una cuenca típica al norte del pueblo La Suiza, ubicado a 6 km. al sureste del CATIE. El área de

---

(12) CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. PROGRAMA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Traditional agro-forestry practices in the wet tropics; the "La Suiza", Costa Rica case study. (UNU-Proposal). Turrialba, Costa Rica, 1979. 26 p.

estudio comprende aproximadamente 650 has., con elevaciones que varían de 600 a 1 200 metros sobre el nivel del mar. La precipitación media anual (datos de 6 años) es de 2 488 mm., con un promedio de temperatura de 22,3°C (promedios máximos: 27°C.; mínimos: 17,6°C.) (8). La cobertura vegetal presente se compone de pastos y bosque secundario en las partes más inaccesibles y elevadas, pasando a un sistema de caña-pastos-café en las elevaciones medias. En la parte más baja del Valle predominan los cultivos de caña y de café. Algunos otros cultivos como maíz y frutales existen en pequeña escala para consumo familiar.

En torno al manejo de esta cuenca piloto y la conservación de los suelos, se llevan a cabo las actividades siguientes desde enero de 1979:

- Investigación sobre el control de la erosión y de la escorrenría superficial bajo varios tipos de cobertura vegetal; evaluación en particular de los beneficios hidrológicos de las prácticas agro-forestales de la zona (ver figs. 7.3d. y 7.3e.).
- Elaboración y ejecución de un plan de ordenación para el área hidrográfica.
- Estudio de las características del suelo en potreros degradados y medición de los cambios físicos que ocurren después de la reforestación.

Para 1979, primer año de investigación de este proyecto, se están realizando los trabajos siguientes:

- Reconocimiento general de la zona de investigación, mediante encuestas de fincas, ejecutadas por 5 estudiantes graduados del CATIE y publicadas como trabajos especiales.

---

(8) BEER, J. Proyecto UNU-CATIE "La Suiza"; estudio de caso agro-silvo-pastoril. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 14 p.



Figura 7.3d.: La cuantificación de la descarga y de la calidad del agua producto de las cuencas es necesario para conocer tanto los mecanismos de ciclaje del agua en el ecosistema, como también las alternativas de manejo y aprovechamiento del recurso hídrico.



**Figura 7.3e.: Parcela de medición de esorrentía en un potrero. La Suiza, Turrialba.**

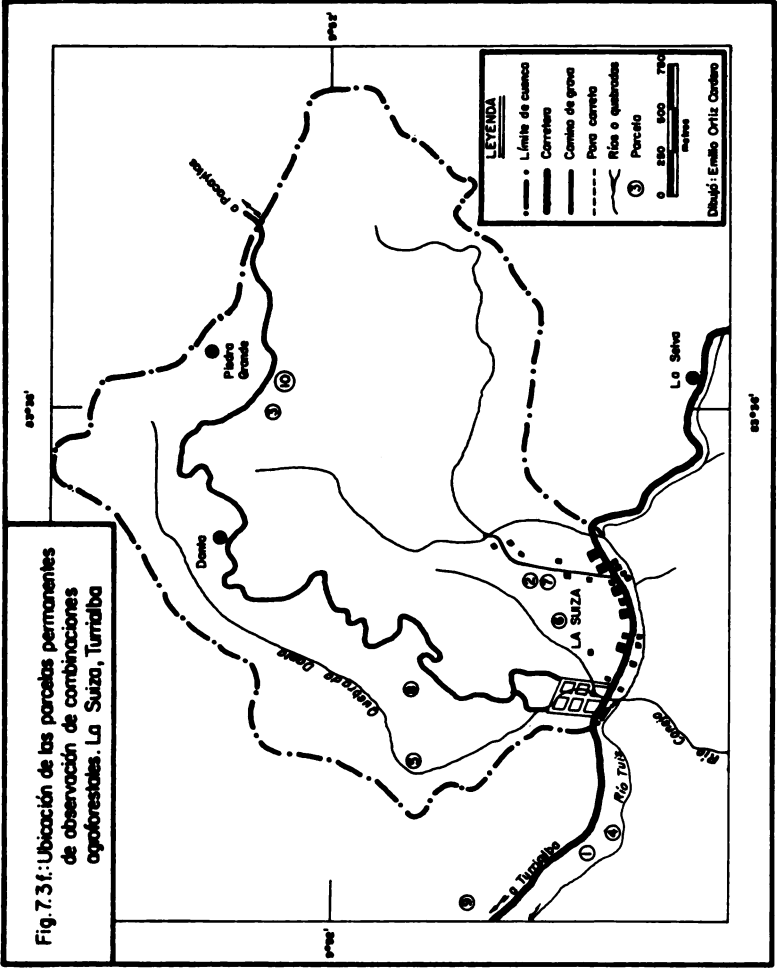


- Reconocimiento detallado para delimitar las áreas críticas de erosión.
- Establecimiento de parcelas permanentes de escorrentía y erosión (ver fig. 7.3e.), bajo condiciones variables en cuanto a vegetación y pendiente.
- Plantación experimental de especies para reforestación de pastizales degradados. Este experimento se aprovecha a la vez para establecer un ensayo con 14 procedencias de Pinus oocarpa, 2 procedencias de Pinus caribaea var. hondurensis y una procedencia de Cupressus lusitanica.
- Establecimiento de parcelas permanentes de observación, para proveer datos sobre las técnicas agroforestales tradicionalmente utilizadas en la cuenca.

Las parcelas permanentes establecidas hasta mayo de 1979 se indican en la figura 7.3f.

Figura 7.3f.: Leyenda de las parcelas permanentes de observación de combinaciones agroforestales.

Nº de Parcela	Combinación agroforestal
1	<u>Coffea arabica var. caturra</u> - <u>Erythrina poeppigiana</u> - <u>Cordia alliodora</u>
2	<u>Paspalum spp.</u> - <u>Psidium guajava</u>
3	<u>Paspalum spp.</u> - <u>Psidium guajava</u>
4	<u>Saccharum officinarum</u> - <u>Cordia alliodora</u>
5	<u>Saccharum officinarum</u> - <u>Cordia alliodora</u>
6	<u>Coffea arabica</u> - <u>Erythrina poeppigiana</u> - <u>Cordia alliodora</u>
7	<u>Coffea arabica</u> - <u>Citrus spp.</u> - <u>Cordia alliodora</u>
8	<u>Paspalum spp.</u> - <u>Cordia alliodora</u> y <u>Paspalum spp.</u> - <u>Erythrina poeppigiana</u>
9	<u>Paspalum spp.</u> - <u>Cordia alliodora</u>
10	Plantaciones experimentales de procedencias de <u>Pinus caribaea var. hondurensis</u> - <u>Pinus oocarpa</u> - <u>Cupressus lusitanica</u> en un potrero degradado.



## 8. PROTECCION FORESTAL; INSECTOS Y ENFERMEDADES

El concepto de protección forestal en las zonas tropicales cubre por definición numerosos y variados aspectos, tales como los incendios forestales, los insectos, las enfermedades, los roedores, varios fenómenos meteorológicos, las explotaciones irracionales, los desmontes, la agricultura migratoria destructiva y el pastoreo incontrolado en terrenos forestales. La investigación en Turrialba tuvo que concentrarse en algunos aspectos de impacto particular para las regiones húmedas de Centroamérica. Fue así que en los ensayos de introducción de especies, realizados desde 1946 en los terrenos del CATIE (antes IICA) hubo evidencia al poco tiempo de iniciarse, de un problema primordial en las condiciones de Turrialba: el violento ataque de los árboles de meliáceas por un insecto: el barrenador Hypsipyla grandella. Por esta razón, y aprovechando el material producido por los numerosos ensayos de especies establecidos durante la década de 1960-1969, se inició la investigación relacionada con este insecto y la silvicultura de las meliáceas, en cuanto al control del barrenador. Posteriormente esto llegó a ser una actividad tradicional y, en un tiempo, prioritaria del Programa Forestal en Turrialba, que alcanzó liderazgo mundial en esta temática. Otros problemas de plagas estudiados en el CATIE se relacionan con la hormiga arriera, los comejenes y varias enfermedades.

Por otra parte, el combate, control y manejo de incendios forestales, representan otro aspecto de la protección forestal que mereció un esfuerzo dentro de las actividades de investigación del CATIE. Por representar una problemática específica de las regiones de América Central donde ocurre una fuerte estación seca, y particularmente de los valiosos pinares de Nicaragua, Honduras y Guatemala, la investigación se concentró en los terrenos experimentales de la Escuela Nacional de Ciencias Forestales en Siguatepeque, Honduras, a través de un experto del CATIE, asignado a esta institución.

## 8.1. INVESTIGACION SOBRE *Hypsipyla grandella*

### 8.1.1. Importancia y problemática de la plaga

El impacto que tiene el barrenador de las meliáceas neotropicales, *Hypsipyla grandella*, sobre la silvicultura de los bosques naturales y de las plantaciones en América Central es impresionante por la magnitud del daño y el número elevado de especies muy valiosas, susceptibles al ataque. Los árboles más importantes afectados en las condiciones de Turrialba y en otras regiones neotropicales son todas las caobas (*Swietenia humilis*, *S. macrophylla* y *S. mahagoni*), así como varios cedros (*Cedrela odorata* y *C. angustifolia*). Sin embargo existen varias meliáceas nativas de los bosques naturales de la región (\*), tales como *Guarea* y *Trichilia*, que aparentemente no son atacados, o, como en el caso de *Carapa*, a menor escala.

La belleza de las caobas y cedros, sus excelentes propiedades estructurales y la resistencia a insectos y a la putrefacción, les han conferido un muy alto valor comercial. Esto condujo rápidamente a su explotación irracional a medida que se hicieron accesibles los bosques naturales, agotando gradualmente las existencias desde el período colonial. El resultado es que hoy se les encuentra solamente en lugares de topografía muy accidentada, en bosques inaccesibles y en otras áreas remotas. Las especies de *Swietenia* y *Cedrela* pertenecen a la fase tardía de la sucesión secundaria y en general se encuentran dispersas en el bosque natural o forman a veces pequeñas manchas de rodales con alta concentración.

---

(\*) Se refiere aquí particularmente a los bosques caracterizando las zonas de vida siguientes sensu Holdridge (\*\*): bosque seco tropical, bosque húmedo tropical, bosque muy húmedo tropical, bosque húmedo premontano y bosque muy húmedo premontano.

(\*\*) Op. cit. (31) pág. 18.

Los ensayos realizados en numerosos países para establecer plantaciones puras de Cedrela spp. y Swietenia spp. han fracasado desafortunadamente debido al Hypsipyla grandella con el resultado de que en los últimos 50 años, miles de hectáreas plantadas se encuentran abandonadas o sin valor, habiéndose dedicado generalmente a otros usos. De ser exitosa la investigación para encontrar un medio efectivo de controlar el barrenador, se abriría un campo muy promisorio para el cultivo de las valiosas meliaceas, con enormes repercusiones para los pequeños y medianos productores, que las prefieren para cultivar en terrenos inaptos para agricultura, o las mezclan con sus cultivos anuales y perennes.

La problemática de esta plaga se debe en gran parte a la gran proliferación del insecto cuyo corto ciclo de vida asegura la existencia de una población elevada en cualquier período del año. Además, los parásitos naturales del insecto solo se han observado durante parte del año y hasta la fecha no han tenido influencia significativa sobre la plaga.

Hypsipyla grandella es un lepidóptero de la familia Pyralidae. El adulto es una polilla gris con un largo de 15-20 mm. La larva tiene cinco o seis fases y casi toda la vida larval se encuentra dentro de la yema apical del árbol hospedero. La hembra adulta deposita unos 200 huevos dispersos en las yemas nuevas y vigorosas del hospedero durante la madrugada. Después de tres días de incubación, nace la fase primera, que excava dentro del tallo, donde la larva pasa 90% de su vida, alimentándose de la médula por un promedio de 30 días. La fase pupal dura 8-10 días y se encuentra generalmente en las galerías larvales, dentro de las ramas atacadas. Bajo condiciones favorables el barrenador puede regenerarse 13 veces por año. El ciclo de vida de Hypsipyla grandella, que dura hasta 51 días, se puede apreciar en la figura 8.1a.

El insecto casi nunca mata su hospedero, sino que ataca la yema apical, impidiendo el crecimiento vertical y causando bifurcación repetida del fuste. En plantaciones puras, casi siempre se encuentran hembras fecundadas para depositar sus huevos encima de yemas vigorosas. Se ha observado que en árboles aislados bajo

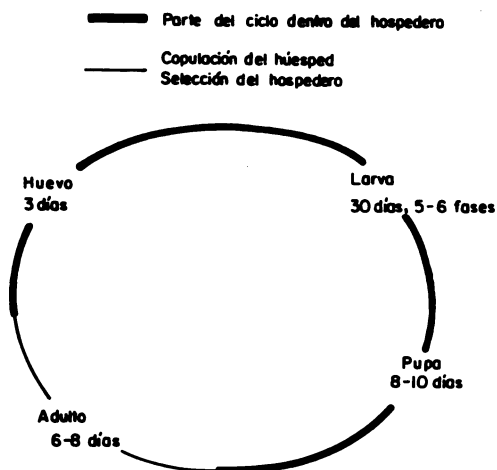


Fig. 8.1a Ciclo de vida de Hypsipyla grandella

condiciones naturales favorables, el hospedero pueda crecer sin impedimento debido a los ataques, por lo menos durante una parte del año. En estos casos, la característica de crecimiento rápido de estos árboles permite que compitan con éxito con otras especies en "la carrera hacia el dosel", a pesar de los ataques del barrenador. También debe tomarse en cuenta que el uso de sustancias químicas contra

Hypsipyla no resulta práctico, porque las larvas viven dentro del tallo donde los insecticidas no pueden envenenarlas. Además en muchos lugares donde las meliáceas crecen, las precipitaciones son tan altas que los insecticidas aplicados encima de los árboles, no se mantienen adheridos por suficiente tiempo para evitar la postura de los huevos y la entrada de las larvas en el talló.

#### 8.1.2. Coordinación de la investigación a nivel internacional

La importancia de esta plaga en el Trópico Americano, su ocurrencia bajo condiciones ecológicas variables y la complejidad de la investigación hicieron necesaria una mejor coordinación entre las instituciones dedicadas al estudio del barrenador en combinación con la silvicultura de las meliáceas. Con este fin, se fundó en setiembre de 1970 el Grupo Interamericano de Trabajo sobre Hypsipyla grandella, que incluyó más de 100 miembros de 28 países. Las actividades de este grupo condujeron a la celebración del primer simposio sobre el control integral de Hypsipyla grandella, que tuvo lugar en el CATIE del 5 al 12 de marzo de 1973, reuniendo 54 miembros del Grupo de Trabajo (62). Durante los años siguientes y con la ayuda financiera de la Asistencia Técnica Internacional del Gobierno de los Países Bajos, el Departamento de Ciencias Forestales del CATIE publicó una serie de tres volúmenes sobre las experiencias realizadas en el CATIE (30, 67).

Estas publicaciones incluyen asimismo la mayoría de los trabajos de investigación, presentados durante el simposio de 1973.

- 
- (62) SYMPOSIUM ON INTEGRATED CONTROL OF HYPSSIPYLA, 1<sup>o</sup> TURRIALBA, COSTA RICA, 1973. Proceedings. Turrialba, Costa Rica, IICA-CITEI, 1973. 1 v. p. irr.
- (30) GRLJFMA, P. ed. Studies on the Shootborer, Hypsipyla grandella (Zeller). (Lep. Pyralidae). Turrialba, Costa Rica, IICA, 1976. V. 1, 91 p. (Publicación Miscelánea N<sup>o</sup> 101).
- (67) WHITMORE, J.L. ed. Studies on the Shootborer, Hypsipyla grandella. Turrialba, Costa Rica, IICA-CATIE, 1976. 2 V. (Publicación Miscelánea N<sup>o</sup> 101).



El amplio intercambio de experiencias durante el simposio permitió identificar 5 campos prioritarios para la investigación a nivel internacional, tanto en la evaluación de la investigación anterior como para los estudios futuros:

1. Uso de insecticidas de liberación controlada para la protección de las meliáceas contra el barrenador.
2. Ensayos de introducción de meliáceas resistentes, tales como Khaya spp. (Africa) y Toona spp. (Asia); plantaciones con meliáceas nativas menos atacadas tales como Carapa spp., Guarea spp. y Trichilia spp.
3. Empleo de prácticas silviculturales utilizando meliáceas nativas en combinación con bosque natural u otras especies de plantación.
4. Estudio de la biología reproductiva de Hypsipyla grandella.
5. Desarrollo de métodos de control biológico, aprovechando en particular la incidencia de varios de sus parásitos naturales sobre el barrenador.

Tomando en cuenta estas recomendaciones así como las prioridades definidas durante el simposio y gracias al apoyo de varias instituciones dedicadas al mismo tema, el Programa de Recursos Naturales Renovables del CATIE ha continuado hasta la fecha la investigación sobre el barrenador y las meliáceas tropicales. Los principales resultados se comentan a continuación, resumidos para cuatro de los cinco campos prioritarios de investigación, seleccionados en función de las características de Turrialba y las necesidades de la región.

### 8.1.3. Logros de la investigación en el CATIE

#### 8.1.3.1. Uso de insecticidas de liberación controlada:

Los únicos experimentos realizados con este método en las plantaciones del CATIE se ubican en Florencia Sur. A la par

del ensayo de 77 especies, se encuentra una parcela de Swietenia macrophylla (fig. 3.7a.; parcela 4) que fue establecida en 1975, aplicando insecticida de liberación controlada. Este sistema protegió los árboles jóvenes durante el primer año, pero los ataques subsiguientes de Hypsipyla han achaparrado el crecimiento vertical y han causado la bifurcación de muchos arbolitos. La parcela de Swietenia humilis en el ensayo de 45 especies (fig. 3.7e.; parcela 3), también formó parte de los experimentos de insecticidas de liberación controlada. Estos insecticidas sirven para proteger árboles durante los primeros pocos años, pero el sistema sería antieconómico si habría que aplicarlo a árboles más grandes, porque las cantidades de insecticidas sistémicos serían demasiado grandes para pretender lograr una protección completa.

#### 8.1.3.2. Ensayos de introducción de meliáceas resistentes:

A través de plantaciones experimentales, tanto mono-específicas como en mezclas, se ha investigado el grado de ataque de Hypsipyla grandella en varios sitios del CATIE para 10 especies diferentes de meliáceas: 3 especies de Cedrela (de las cuales 2 son nativas de Costa Rica), 3 especies de Swietenia (dos de ellas nativas) y además Toona ciliata (de Asia Tropical) y 3 especies de Khaya (todas nativas de África). Estas parcelas de observación se comentan a continuación según el sitio:

a) Florencia Sur: Incluidos en el ensayo de 77 especies (fig. 3.7a.; parcela 4) se encuentran Cedrela odorata y Swietenia macrophylla. Estos árboles crecen tan mal como las parcelas mono-específicas en el mismo lugar, lo que indica que este sitio no es muy apropiado para estas dos especies.

Las dos parcelas de Swietenia macrophylla y la parcela de Cedrela odorata que están en el ensayo de 10 especies (fig. 3.7a.; parcela 3) también muestran el efecto de deformación y retardo en el crecimiento que causan los ataques repetidos de Hypsipyla.

Tal vez el ensayo más interesante se encuentra en la parcela donde se cultivan cinco especies de las meliaceas. (fig.3.7a.; parcela 2). Este ensayo incluye: el cedro amargo, Cedrela odorata, común en Costa Rica y países vecinos; Cedrela angustifolia, más común en Suramérica; Cedrela tonduzii, el cedro dulce más común en zonas altas en Costa Rica y países vecinos; Swietenia macrophylla, la caoba de hojas grandes, de amplia distribución en el continente; y Toona ciliata var. australis, el cedro australiano (fig. 8.1b.). Este ensayo fue iniciado en 1972, y unos 530 árboles fueron mezclados al azar para comparar su crecimiento. En 1975, fue reportado que Toona ciliata mostró el crecimiento más rápido de las cinco especies, pero también había sufrido una muerte regresiva después de unos tres años de crecimiento. Cedrela angustifolia mostró el crecimiento mejor en vigor y forma, sufriendo los ataques de Hypsipyla pero recobrándose con poca bifurcación. Estos resultados indican que vale la pena seguir con más intensidad las investigaciones con la especie Cedrela angustifolia.

Los ensayos preliminares con T. ciliata var. australis habfan sido favorables, porque si bien Hypsipyla deposita los huevos en esta especie, las larvas se mueren antes de dañar los árboles. Se establecieron entonces algunas plantaciones en mayor escala, antes que se supiera que una muerte regresiva afectara esta especie. Desgraciadamente estas plantaciones, que ocupaban una superficie importante de Florencia Sur, están muriendose (ver fig. 3.7a.; parcela T).

Una especie africana de las meliaceas, Khaya nyasica, ha crecido bien en el ensayo de 45 especies (fig. 3.7e.; parcela 41). El barrenador del viejo mundo, Hypsipyla robusta\*, ataca este árbol dentro de su área de distribución nativa, pero no así Hypsipyla grandella en condiciones de Turrialba. La investigación con esta y otras especies del género Khaya se dificulta por la limitada disponibilidad de semillas de las diversas especies (cf. K. ivorensis, parcela 32).

---

\* Hypsipyla robusta es la contraparte africana y asiática de H. grandella y fue asimismo objeto de trabajos de investigación.

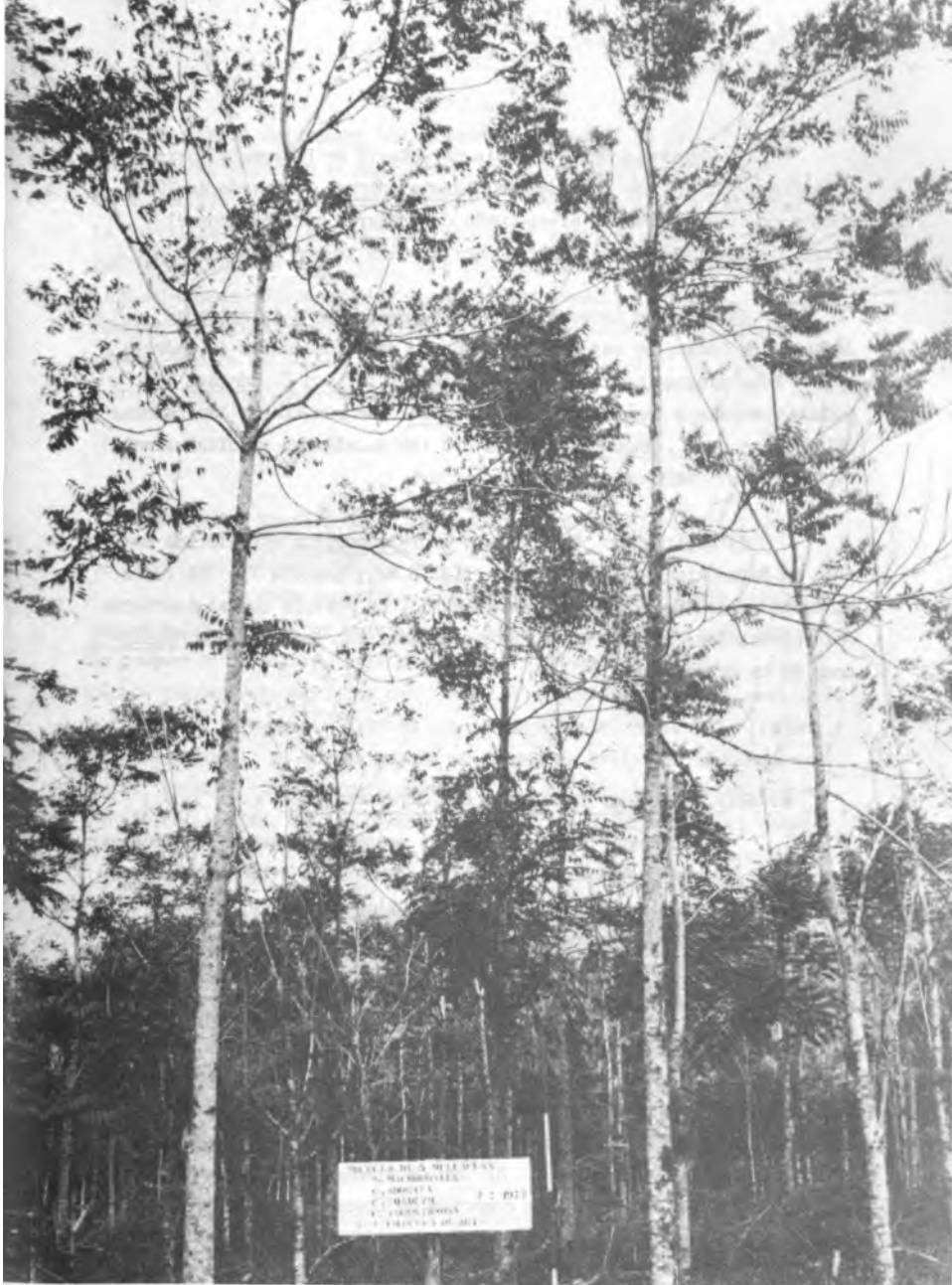


Figura 8.1b.: Ensayo de 5 especies de meliáceas de 1972. Se observa el crecimiento vigoroso de *Cedrela angustifolia* a 7 años de edad (1979). Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

b) Florencia Norte: En la parcela 15 de Florencia Norte (ver figura 3.9a.) hay un rodal de Cedrela odorata, plantado en 1961, que ha crecido arriba del nivel común del retardo motivado por el ataque de Hypsipyla. Sin embargo, los árboles tienen mala forma.

c) Bajo San Lucas: En un sitio pantanoso a la entrada de Bajo San Lucas, se estableció un ensayo de procedencias de Cedrela spp. Pero ninguna procedencia de C. angustifolia o C. odorata ha podido resistir a los ataques de Hypsipyla. No son claras las razones del fracaso con C. angustifolia que dió tan excelentes resultados en el ensayo de 5 meliáceas en Florencia Sur.

d) Bajo Chino: Un rodal de Cedrela odorata establecido en 1946 en Bajo Chino ha crecido bien (fig. 3.4a.; parcela 7). El fuste es recto y los árboles tienen buen tamaño. Es posible que al iniciarse esta plantación, el área no estuviese todavía tan infectada de Hypsipyla como en la actualidad.

#### 8.1.3.3. Meliáceas combinadas con otras especies:

Para probar si las meliáceas podrían escapar a los ataques severos de Hypsipyla cuando crecen bajo la sombra de otros árboles, se interplantaron árboles de Swietenia macrophylla en las parcelas de Gmelina arborea y Cassia siamea en el Arboretum de Puente Cajón (fig. 3.6e.; parcelas 9-3 y 9-5). Estos ensayos mostraron que Hypsipyla ataca con la misma frecuencia, tanto los árboles sombreados como los árboles a pleno sol.

Durante los últimos años se ha dado una interpretación mucho más amplia a este campo de investigación, incluyendo también las combinaciones de meliáceas con cultivos anuales y perennes dentro del concepto agro-forestal. El uso de árboles dentro de cultivos y/o pastos es una práctica bien conocida en Costa Rica. Generalmente se observa en suelos buenos o cuando se fertiliza. El crecimiento es muy rápido y los árboles se reponen más fácilmente de los ataques del barrenador. Por esta razón se ha iniciado la observación periódica de árboles de Cedrela odorata creciendo en tales condiciones, particularmente en asocio con plantaciones de café, cacao, caña y pasto. A

pesar de grados de ataques relativamente elevados, se observan a menudo diferencias en el crecimiento de cedros entre varios sitios. Si es posible establecer una correlación entre los factores del suelo, la fertilización de los cultivos asociados y la resistencia o tolerancia de cedros a Hypsipyla, será posible recomendar con más precisión en cuales suelos hay que sembrar esta especie valiosa. La investigación actual trata de correlacionar el ataque del barrenador con los suelos de estos lugares, analizando el drenaje, la textura, y los minerales y nutrimentos disponibles.

#### 8.1.3.4. Estudio de la biología reproductiva de Hypsipyla grandella:

Ha sido demostrado que las hembras de Hypsipyla grandella atraen a los machos con un atrayente sexual, la feromona. Se trata de un compuesto químico volátil exudado por las hembras vírgenes. Los machos pueden detectarlo en cantidades de nanogramos y a gran distancia. A través de un convenio firmado con la Universidad de Cornell (Ithaca, Estados Unidos), la que se empeña en tratar de aislar la feromona natural, conocer su estructura química a fin de sintetizar un atrayente sintético similar, el CATIE se ha comprometido de probar en el campo las feromonas artificiales. Cuatro compuestos han sido aislados hasta la fecha y la investigación en el CATIE consiste en probar varias mezclas de feromonas en el campo, con el fin de encontrar una fórmula que produce el efecto deseado como atrayente sexual sobre machos de Hypsipyla. Dentro de varias parcelas de meliáceas en Florencia Sur se encuentran pequeñas trampas blancas (ver fig. 8.1c.), que contienen muestras sintéticas de posibles feromonas. El producto está disuelto en un substrato y la trampa está cubierta de cola, de manera que los machos que responden al atrayente queden pegados. Otras trampas contienen hembras vírgenes y sirven de testigo para comparar la eficacia del atrayente sintético.

En caso de encontrar un atrayente sexual sintético activo, se investigarán los métodos más apropiados para controlar el barrenador mediante su aplicación en el campo. Ya fue comprobado con otras feromonas que su liberación tiene por efecto de confundir a los machos que ya no saben donde encontrar las hembras para copular. El control



Figura 8.1c.: Trampa de insectos para estudiar el efecto de una feromona sintética, atrayente sexual de la hembra de *Hypsipyla grandella*, en la parcela de 5 meliáceas. Florencia Sur, CATIE, Turrialba.

de Hypsipyla se obtendría con la distribución de un gran número de cápsulas que emiten continuamente el atrayente alrededor de una plantación de meliáceas. Sin embargo, estos compuestos son frágiles y hay que resolver satisfactoriamente el problema de trasladarlos desde el laboratorio que los sintetiza (ubicado en el extranjero) hasta las plantaciones de meliáceas.

El aislamiento de la feromona natural y su sintetización son operaciones muy complejas que requieren instalaciones de laboratorio sofisticadas y costosas que no existen en el CATIE. Para obtener suficiente material de laboratorio para el estudio de la biología del insecto en otros institutos, el CATIE ha desarrollado desde 1967 un método de cría de larvas de Hypsipyla. Esta actividad, basada en una dieta artificial, ha producido centenares de generaciones de insectos para la investigación en Turrialba y en universidades extranjeras. Las instalaciones de cría se encuentran en un pequeño anexo al norte del edificio principal del CATIE, donde se ubica el Laboratorio del Programa de Recursos Naturales Renovables.

Los adultos son colocados en jaulas de copulación a la intemperie por tres días, de donde son sacadas las hembras que han copulado para colocarlas en envases para la postura. En una primera fase, las larvas son colocadas en frascos pequeños, dos por frasco, con suficiente dieta artificial para que se desarrolle una larva hasta la fase pupal. Generalmente una de las larvas en el frasco se come a la otra, así que se obtiene solamente una pupa por frasco.

Para enviar material de Hypsipyla a laboratorios en el extranjero, se emplea la fase pupal, porque esta fase es la más resistente a los cambios de temperatura y a los percances durante el viaje. Generalmente unas 500 pupas se producen por semana para mantener una buena mezcla genética en el programa de cría.



## 8.2. OTROS PROBLEMAS FITOSANITARIOS

### 8.2.1. La hormiga arriera, Atta spp.

El problema entomológico más grave en las plantaciones forestales del CATIE y en muchas otras partes, es la hormiga arriera, Atta spp. Esta hormiga tiene una biología bien desarrollada como muchos miembros del orden de los Hymenoptera. Las trabajadoras de estas hormigas cortan las hojas de árboles o de cultivos en pedazos de aproximadamente un centímetro de diámetro y los llevan a su nido subterráneo. (ver fig. 8.2a.). Con los pedazos de hojas masticadas ellas cultivan un hongo que usan para su alimento. El hongo que usan las hormigas fue identificado como Agaricus gongylophora pero es posible que diferentes especies de hormigas tengan sus propias especies de hongos. El hongo se cuida muy bien por parte de las hormigas, gracias al medio ambiente favorable que se mantiene en los hormigueros. Cuando se empieza una colonia nueva, la reina lleva micelio del hongo para empezar los cultivos en el nuevo nido.

Estas hormigas trabajan más durante la estación seca, pero pueden ser observadas durante cualquier día seco. Ha sido demostrado que las hormigas cambian sus horas de actividad de vez en cuando, trabajando por la noche durante un período y después por el día. También de vez en cuando cambian de árbol o aún de especie donde cortan las hojas, probablemente para proveer los alimentos necesarios al hongo. Presentan también una plaga muy seria para árboles frutales. Las hormigas hacen un camino entre el nido y el árbol cuyas hojas están cortando y usan una feromona para marcar el camino. Esta feromona es un compuesto químico que las hormigas pueden detectar. Unas hormigas sirven como guías, y después de encontrar los árboles apetecibles, marcan los caminos. Siempre que estén cortando y acarrear hojas, se ve una fila de trabajadoras que regresan al árbol para luego cortar y acarrear más pedacitos de hojas.

El control de las hormigas arrieras se efectúa con un cebo envenenado que se coloca en el camino. Las hormigas llevan este cebo al nido, donde lo usan para cultivar el hongo. Después de comer este hongo envenenado, las hormigas se mueren. Es difícil eliminar todos los nidos de una área; sin embargo se puede debilitar los nidos para minimizar la pérdida de hojas. Las hormigas generalmente no matan los árboles atacados, solamente los defolían. Sin embargo, en plantaciones



Figura 8.2a.: Vista de cerca de una hormiga arriera, Atta cephalotus, llevando un pedacito de una hoja a su hormiguero.



Figura 8.Zb.: Caminos de termitas (Nasutitermes sp.) sobre el tronco de Acrocarpus fraxinifolius. Florencia Sur, CATIE, Turrialba (1979).

recientemente establecidas, la defoliación puede causar la muerte de los arbolitos. Parece que cualquier árbol puede ser atacado, pero los árboles más afectados en las plantaciones forestales del CATIE son los siguientes: Anthocephalus cadamba, Araucaria excelsa; Bombax malabaricum; Eucalyptus spp.; Gmelina arborea, Pinus spp. y Terminalia spp.

Se puede ver un hormiguero entre el ensayo de 77 especies y el ensayo de 45 especies en Florencia Sur. Es interesante que a la par de Bombax malabaricum, especie nativa de Asia, que es muy atacada, se encuentra una parcela de Bombacopsis quinatum, especie de la misma familia, nativa de Costa Rica, que es poco atacada.

#### 8.2.2. Termitas o Comejenes

En el ensayo de 45 especies de Florencia Sur (fig. 3.7a.; parcela 6), especialmente en Acrocarpus fraxinifolius, hay una infestación de termitas (Nasutitermes sp.). Parece que hay un centro de infección de un patógeno que ha matado varios eucaliptos y muchos árboles de Acrocarpus fraxinifolius y es posible que los termitas sean secundarios al ataque del hongo. Al igual se supone que el ataque de termitas en el duramen de Eucalyptus deglupta sea generalmente secundario. Se ven los caminos cubiertos sobre el fuste de los árboles que hacen los termitas para protegerse del sol y viento (ver figura 8.2b.). Actualmente (junio 1979) está en curso una investigación sobre la resistencia natural de la madera de 10 de las especies más promisorias en plantaciones en la región de Turrialba, al ataque de termitas (39).

---

(39) LOAIZA, M. Resistencia natural de maderas de diez especies forestales al ataque de termitas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 69 p.

### 8.2.3. Enfermedades

Se ha mencionado la enfermedad de Toona ciliata, que no ha sido identificada, así como un patógeno que mató unos eucaliptos y Acrocarpus fraxinifolius en Florencia Sur. Además, Anthocephalus cadamba, que había mostrado grandes promesas por su crecimiento rápido inicial, fue atacado por una enfermedad que todavía no fue posible identificar de manera positiva. Una investigación sobre esta enfermedad fue hecha en el CATIE de 1974 a 1975 y se identificó en las raíces del árbol el hongo Cylindrocladium parvum, pero su patogenicidad no fue establecida (\*). Los síntomas de la enfermedad de Anthocephalus cadamba son la muerte de las ramas y la necrosis del cambium cerca del cuello.

En las plantaciones de Pinus caribaea var. hondurensis se encontró una enfermedad del follaje, causada por el añublo de las agujas, Dothistroma pini. Este hongo, cuyo estado perfecto, Scirrhia pini pertenece a la clase de ascomicetos, causa la defoliación de los árboles, especialmente de los pinos.

Los síntomas de la enfermedad son un amarillamiento seguido de la muerte del follaje, empezando en la base de las ramas y en el interior del árbol y extendiéndose hacia el extremo de las ramas y la copa. Normalmente los síntomas se notan en un solo árbol ó en un grupo de algunos árboles, afectando paulatinamente los árboles vecinos. Se espera poder controlar la enfermedad mediante aplicaciones de fungicidas a base de cobre. Las áreas con mayor riesgo para P. caribaea var. hondurensis son aquellas que combinan una alta pluviosidad y humedad con temperaturas bajas.

---

(\*) Op. cit. (25) pág. 115.

## 9. PRODUCTOS FORESTALES

### 9.1. LABORATORIO DE PRODUCTOS FORESTALES

Con el objeto de lograr un uso más efectivo de los recursos forestales en el área y como resultado de un esfuerzo conjunto entre el Instituto Interamericano de Ciencias Agrícolas (IICA), el Fondo Especial de las Naciones Unidas (UNDP) en cooperación con la Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación (FAO) y la Universidad de Costa Rica (UCR), se instaló, en 1967, el Laboratorio de Productos Forestales en la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Costa Rica. Actualmente el Laboratorio de Productos Forestales funciona mediante un plan cooperativo entre la UCR, el CATIE y el Ministerio de Agricultura y Ganadería (MAG).

### 9.2. INVESTIGACION DE CAMPO EN EL CATIE:

#### EL CEMENTERIO DE MADERAS

En el año 1970 el Laboratorio de Productos Forestales instaló un "cementerio de maderas" localizado en la parte sureste del sitio "Puente Cajón" del CATIE, en Turrialba (fig. 3.6a.; parcela 12). El objetivo del ensayo es de evaluar la durabilidad natural de diversas maderas de especies tropicales en comparación con un tratamiento a base de aceite diesel con 5% de pentaclorofenol.

El ensayo se encuentra en un terreno plano caracterizado por mal drenaje, con una napa freática que fluctúa entre 0,20 y 1,20 m de profundidad. Siendo el terreno cálido y húmedo, las estacas de madera de 5 x 5 x 45 cm, enterradas en parte en el suelo (véase fig. 9.2a.), están sujetas a la acción de la intemperie, los hongos e insectos. Desde 1970 hasta la fecha, las malezas se controlaron regularmente de modo que el terreno estuviera limpio para inspecciones periódicas.

El número de estacas variaba entre 2 y 24 por especie, lo que no permitió una interpretación estadística de los resultados. El diseño inicial del experimento completo está representado en la fig. 9.2b. Actualmente se encuentran en el cementerio 146 especies maderables, de las cuales 113 proceden de Panamá, 15 de Nicaragua, 6 de



Figura 9.2a.: Vista parcial del "Cementerio de Maderas" (primer plano). En el fondo se halla la parcela N<sup>o</sup> 8-5 de Araucaria hunsteinii. (1979). Puente Cajón, CATIE, Turrialba.

Honduras y 7 de Costa Rica. Aunque el material experimental procede del extranjero, la mayoría de esas maderas son también nativas de Costa Rica y, en general, tienen amplia distribución. Periódicamente, cada año en el mes de marzo, se hace una inspección del estado en que se encuentran las estacas en el campo. En el año 1974 se hizo una publicación de los resultados (29).

En el Cuadro 9.2A se han resumido las especies que mostraron la mayor resistencia a ataques de hongos e insectos, sin haber recibido un tratamiento preservador, según la publicación antes mencionada. La mayoría de las especies tratadas lograron superar más de 4 años de exposición en el campo, sin ser destruidas y algunas aún sin ser atacadas.

Las especies con tratamiento, que demostraron una durabilidad completa, sin ningún ataque después de más de 4 años de exposición, son las siguientes: Beilschmiedia sp., Brosimum sp., Bumelia sp., Centrolobium yavizanum, Cordia sp., Coumarouna oleifera, Couratari panamensis, Dialyanthera sp., Dussia sp., Eschweilera sp., Guarea trichilioides, Hura crepitans, Jacaranda copaia, Manilkara achras, Ormosia sp., Persea veraguensis, Pouteria sp., Prioria copaifera, Sapium sp., Schizolobium parahybum, Spondias mombin, Symphonia globulifera, Tabebuia guayacan, Terminalia amazonia, Terminalia lucida, Ulmus mexicana, Vitex giganteum, Vochysia sp.

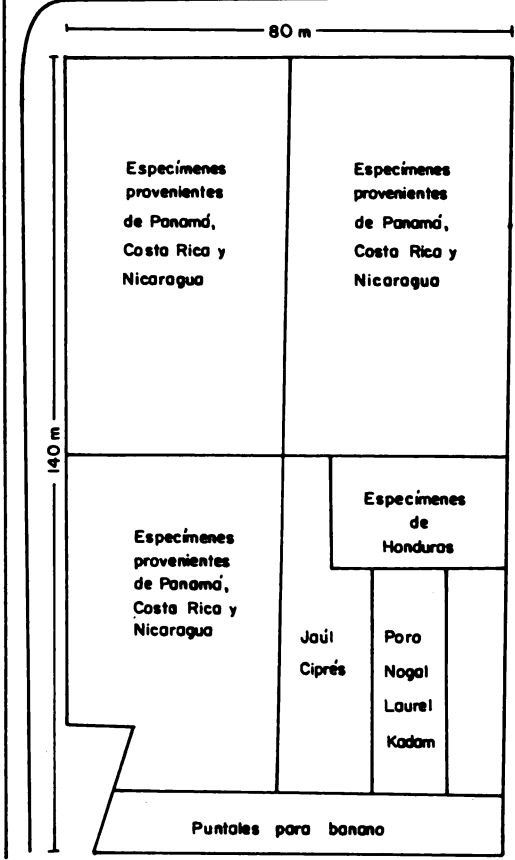
A pesar de los resultados alentadores con respecto a la durabilidad de ciertas especies indígenas, muy raras veces se observa la utilización de estas especies para postes de cercas. La dificultad de obtener cantidades suficientes y de forma satisfactoria en los bosques naturales, podría ser la razón principal. Pero en la actualidad otro producto forestal ya ha venido sustituyendo las especies indígenas para este uso particular: los postes tratados de Eucalyptus deglupta, tal como son preparados en cantidades comerciales por el Centro Agrícola Cantonal de Turrialba (fig. 9.2c.). Cabe mencionar que esta producción está en su totalidad basada en los productos de raleo de unas 100 hectáreas de plantaciones, de hasta 12 años de edad.

- (29) GONZALEZ T., G. y KRONES K., M. Evaluation of the natural durability of a hundred thirteen wood species from Panama and comparison of the durability of these same species with a preserving treatment. Progress report for the year 1974. San José, Costa Rica, Laboratorio de Maderas, CATIE-MAG-UCR, 1975. 20 p.



Salida al edificio principal del CATIE

Lote 8-5  
Arucario  
hunsteini



Dibujó : Emilio Ortiz C.



Fig. 9.2b.: Cementerio de maderas, Puente Cajón, CATIE, Turrialba  
Ubicación y diseño experimental ( ver además fig. 3.6a )

Cuadro 9.2A.: Lista de especies maderables con mayor resistencia a ataques de hongos e insectos sin tratamiento preservador.

Puente Cajón, CATIE, Turrialba.

Nombre científico	Número de estacas sin tratamiento	Situación de las estacas después de 4,3 años de exposición			Tiempo de exposición en el campo (años)
		Estacas sin ataque	Estacas atacadas por hongos (H) e insectos (I)	Estacas destruidas por hongos (H) e insectos (I)	
<u>Carapa</u> sp.	4	2	2 (H + I)		4,4
<u>Centrolobium yavizanum</u>	6	2	4 (H)		5,0
<u>Coumarouna oleifera</u>	6	2	4 (H)		4,3
<u>Dialium guianense</u>	6	3	1 (H), 1 (H+I)	1 (H + I)	4,0
<u>Eschweilera</u> sp.	4	1	2 (H)	1 (H + I)	4,0
<u>Hymenaea courbaril</u>	6	1	4 (H), 1 (H+I)		4,3
<u>Manilkara achras</u>	6	3	2 (H), 1 (H+I)		5,0
<u>Minquartia guianensis</u>	6	4	2 (H)		4,0
<u>Mora oleifera</u>	5	2	3 (H)		4,3
<u>Peltogyne mexicana</u>	4	2	1 (H), 1 (H+I)		4,3
<u>Pouteria</u> sp.	6	1	3 (H)	1 (H), 1 (H+I)	4,3
<u>Rhizophora mangle</u>	5	1	3 (H)	1 (H+I)	4,0
<u>Tabebuia guayacan</u>	6	4	1 (H)	1 (H)	4,3
<u>Terminalia amazonia</u>	5	1	2 (H)	2 (H)	4,3

Adaptado de Op. cit., (29) pág. 327.



Figura 9.2c.: Postes tratados de Eucalyptus deglupta en dimensiones variables. Planta de tratamiento de postes del Centro Agrícola Cantonal de Turrialba, Costa Rica. (1979).

## 10. INSTALACIONES E INFRAESTRUCTURA DE APOYO PARA LA INVESTIGACION FORESTAL

### 10.1. EL VIVERO FORESTAL

El vivero forestal del CATIE está localizado cerca de los talleres de ebanistería y mecánica que se encuentran detrás del edificio principal (ver fig. 1.2a.). Este sitio fue seleccionado en 1976, cuando fue necesario reemplazar a otro vivero que estaba situado al límite norte de los terrenos del CATIE, en La Hulera, hoy Centro Universitario del Atlántico. La ubicación actual tiene ventajas por la proximidad a las oficinas centrales, lo que facilita la supervisión, así como el abastecimiento de agua y flujo eléctrico. El vivero forestal también se encuentra contiguo a otro vivero que produce plantas ornamentales para uso de los jardines y terrenos del CATIE, lo que permite algunas economías en cuanto al abastecimiento de suelo, fertilizantes, herramientas, etc.

El vivero ocupa una superficie de aproximadamente 0,35 hectáreas, en una loma dominando el Río Reventazón, y tiene una suave inclinación hacia el noreste. Con el objeto de nivelar el terreno, fueron construidas dos terrazas separadas por el camino de acceso (ver fig. 10.1a). El suelo original era de muy baja fertilidad, pedregoso y con textura arcillosa, con una capa de limo más fértil en la parte elevada del sitio. Por esta razón se utiliza la terraza superior para producir árboles en bancales, platabandas ó eras, con el fin de obtener plantas completas a raíces desnudas o pseudo-estacas. En la terraza inferior se producen árboles en macetas ó envases de lámina galvanizada ó en bolsas de polietileno. Por la baja fertilidad del suelo local es necesario el acarreo de toda la tierra a fin de poder producir plantas vigorosas.

El vivero consta de cinco construcciones, ubicadas cerca de la entrada y descritas a continuación, del norte al sur.

1) Un grupo de cuatro compartimentos bajo techo para la preparación del abono orgánico (compost) de vivero. Se utilizan residuos vegetales del vivero mezclados con malezas acuáticas y barro que se obtienen cuando se limpia la laguna artificial del CATIE.



Figura 10.1a.: Vista general del vivero forestal. En primer plano la terraza inferior con plantas repicadas en latas. En el fondo se observa la bodega, el galerón y una parte del invernadero. CATIE, Turrialba. (1979).

2) Un cobertizo para el secado de la madera, usado para secar o tratar la madera que se necesita en el vivero ó en las plantaciones experimentales, para la preparación de postes, la delimitación de parcelas, etc., ó para acondicionar muestras de madera utilizadas en la investigación.

3) Un cobertizo para el trasplante, bajo el cual se ha incorporado hacia su lado norte, la oficina del vivero y la bodega de herramientas.

4) Un edificio de propagación, cubierto por un techo que mantiene un 50% de sombra en el interior. Tiene un equipo de nebulización automático Mac Penny.

5) Una pequeña bodega que contiene la bomba del sistema de riego por aspersión y la bomba del equipo de nebulización. Esta bomba está construida sobre un tanque con capacidad de 10 m<sup>3</sup> de agua y en el cual se recolectan las lluvias que caen sobre los edificios del vivero. En caso de necesidad puede ser llenado por la tubería conectada al CATIE y controlada por un flotador.

Todas estas construcciones fueron ejecutadas con materiales locales, parcialmente por los mismos obreros del vivero, bajo la supervisión del Departamento de Mantenimiento del CATIE.

En el vivero son usados tres sistemas de irrigación:

1) Riego por aspersión:

El sistema consta de una bomba eléctrica, una tubería madre, y los ramales laterales, los tubos elevadores y los aspersores giratorios. Se pone en funcionamiento según las necesidades.

2) Riego por nebulización:

Este sistema se usa únicamente en el edificio de propagación. Consta de una bomba automática que mantiene una pequeña cantidad de agua bajo una presión constante de 2,8 kg/cm<sup>2</sup> (40 lbs/p<sup>2</sup>). La nebulización es automática gracias a un detector de humedad, que se encuentra al nivel de las plantas, dentro del edificio de propagación (ver fig. 10.1b.).



Figura 10.1b.: Instalación de nebulización automática, con el sensor (ver flecha). Se estudia la capacidad rizogénica de estacas de Eucalyptus deglupta. Vivero forestal, CATIE, Turrialba. (1979).

### 3) Riego con manguera:

Existe un sistema de distribución de tubería de 2,5 centímetros, el cual consta de varias llaves o grifos, donde pueden conectarse mangueras para dar un riego manual. Este sistema es usado para el riego de plantitas recién transplantadas, ya que el riego por aspersión puede ocasionar daños.

Con este sistema y gracias al clima húmedo de Turrialba, la mayor parte del riego se hace con agua de lluvia que es preferible, y raramente se utiliza el agua del sistema general.

La capacidad total del vivero es de unas 150 000 plantas y para plantaciones comerciales podrían producirse 2 cosechas por año. Pero en la práctica y en vista de que se produce la mayor parte de las plantas con métodos especiales con fines experimentales y con numerosas especies poco comunes, la producción del vivero en ningún momento sobrepasa las 60 000 plantas. Normalmente se siembra la semilla en germinadores que consisten de cajas de madera, utilizando como substrato arena parcialmente esterilizada. Debido al régimen de lluvias de Turrialba, la germinación a campo abierto es difícil, motivo por el cual esta labor se hace en el edificio de propagación. El trasplante se hace cuando las plantitas tengan unos 2 cm. de alto. Algunas especies, como Cordia alliodora y Gmelina arborea, que se prestan a la plantación por pseudo-estacas, son producidas en bancales a una distancia de 15 X 15 cm.

Pero la mayor parte de las especies (incluyendo Pinus spp. y Eucalyptus spp.) son producidas en recipientes de polietileno o de hierro galvanizado, con una capacidad de 0,7 litros de suelo. El sistema con envases reutilizables de lámina galvanizada es usado principalmente para producir plántulas de pino. Para evitar la poda periódica de las raíces en el vivero, los recipientes son puestos sobre marcos de malla de 1 cm., colocados sobre bloques de concreto de 20 cm. de alto. Las raíces al atravesar la malla y no encontrar suelo se secan sin causar daño a las plantitas. A las plantitas cuidadas en recipientes al nivel del suelo, se podan las raíces una vez por mes, para remover aquellas raíces que penetran en el subsuelo.



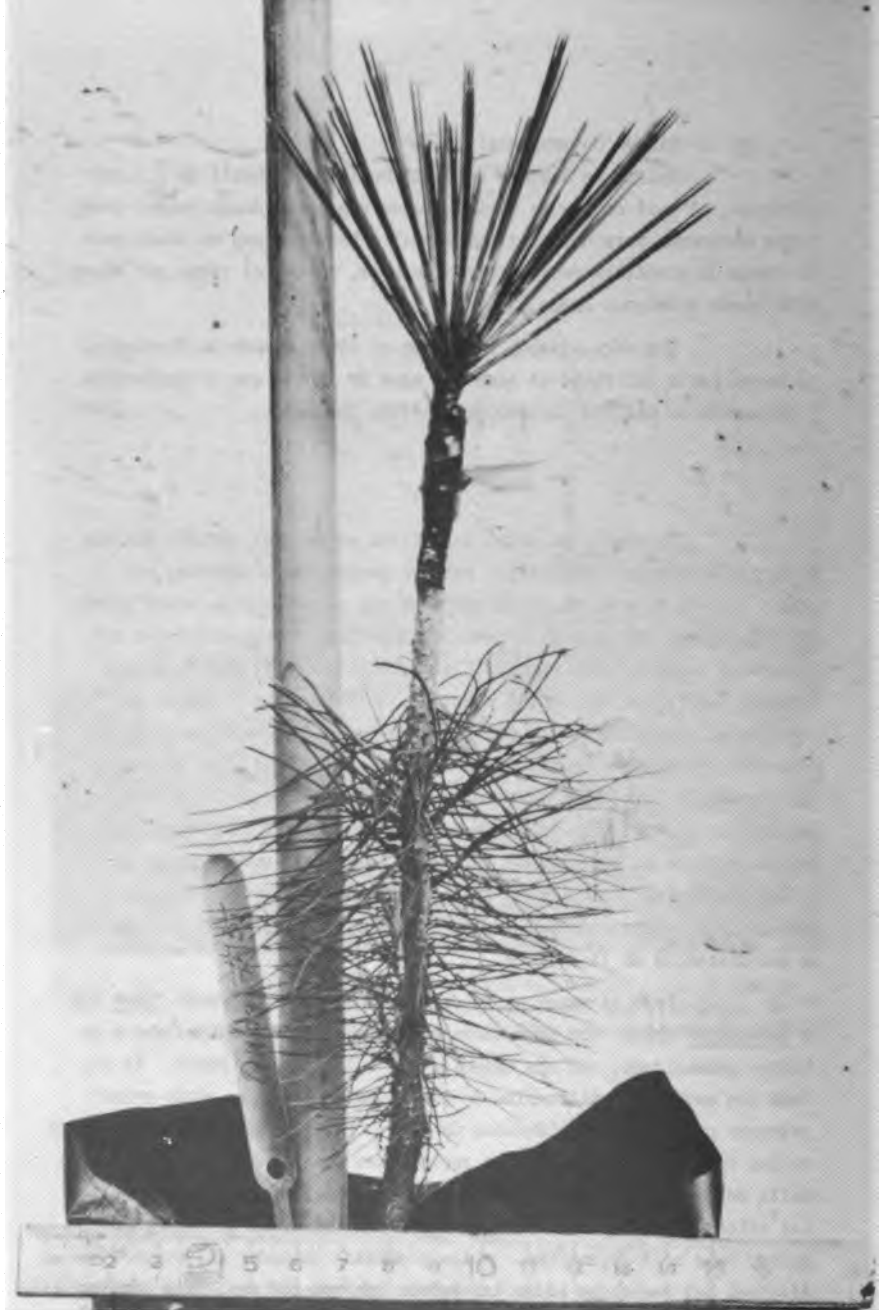


Figura 10.1c.: Injerto de Pinus caribaea var. hondurensis. Vivero forestal, CATIE, Turrialba. (1979).

La mezcla de suelo para los recipientes puede variar según la especie; la mezcla corriente que dió los mejores resultados es la siguiente (en proporciones de volumen):

- tierra superficial del bosque : 1 parte
- abono orgánico de vivero(compost): 1 parte
- arena de río : 1 parte

A esta mezcla, preparada de antemano, se le agrega fertilizante químico de fórmula comercial 15:15:15, en una proporción de 50 gr. por 20 litros de mezcla. A la mezcla destinada a la producción de pinos, se le agrega a la superficie algo de tierra proveniente de una plantación de pinos, para asegurar la inoculación de micorriza. La mezcla preparada se deja amontonada por unas dos semanas antes de llenar los recipientes y el transplante se efectúa después de otra semana adicional.

El edificio de propagación se usa actualmente para ensayos de enraizamiento de estacas de Eucalyptus deglupta y diversas latifoliadas locales; además allí se experimenta con injerto de Pinus caribaea. El tipo de injerto usado para esta especie es el de hendidura terminal y los resultados son particularmente buenos cuando se utilizan patrones jóvenes y vigorosos. Más de 20 especies han sido exitosamente enraizadas bajo el sistema de nebulización automático. En la propagación generalmente se emplea arena de cuarzo, con aditivos para producir mezclas particulares de acuerdo a la especie a propagar y según el juicio del investigador. Bajo las condiciones de Turrialba no es necesario el control de la temperatura del medio de enraizamiento.

## 10.2. BANCO LATINOAMERICANO DE SEMILLAS FORESTALES

### 10.2.1. Introducción y equipo

Cuando se iniciaron las actividades para llevar a cabo numerosos ensayos de introducción de especies forestales en Turrialba en los años 1965 y 1966, uno de los mayores problemas fue la obtención de semillas de origen conocido. Se hizo contacto con muchas personas e instituciones en el mundo para asegurar el suministro de las semillas y el resultado de estos contactos fue el siguiente:

- El 60% de instituciones o personas a quienes se escribió nunca contestó.
- El 10% contestó negativamente.
- El 10% contestó prometiendo las semillas solicitadas para el siguiente año.
- El 20% envió las semillas solicitadas.
- Además, el 30% de los lotes de semillas recibidas no germinó.

Con este problema de la disponibilidad de semilla en el momento necesario y con la meta de prestar un servicio a todos los países latinoamericanos para agilizar los ensayos de especies, se creó el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) en el año 1967, el que ha venido funcionando sin interrupción hasta la actualidad.

El BLSF dispone actualmente de una cámara fría (ver fig. 10.2a.) de cinco metros de ancho por seis metros de largo y 2,25 m de alto, resultando en una capacidad de 67,5 m<sup>3</sup>. Las paredes, el piso y el techo se construyeron de bloques de concreto de 10 cm de espesor, aislados con varias capas de polietileno, asfalto y styrofon (10 cm) al interior. El equipo de refrigeración mantiene la temperatura dentro de la cámara entre +4 y +6°C. Un deshumidificador baja la humedad relativa del aire a 40 - 50%. Este equipo funcionó por 10 años y fue reemplazado por equipo nuevo en el año 1977.



Figura 10.2a.: Vista parcial de la cámara fría del B.L.S.F., CATIE, Turrialba. (1979).

La mayoría de las semillas que ofrece el BLSF han sido recolectadas por el personal del Programa. Para tal fin se seleccionaron árboles semilleros en las tres regiones climáticas más importantes de Costa Rica:

- a) Zona Atlántica húmeda (0-600 m.s.n.m.) con pequeñas o ninguna estación seca.
- b) Zona del Pacífico seco (0-600 m.s.n.m.) con 4-6 meses de sequía.
- c) Zona de la Meseta Central y montañas vecinas (1 000-2 500 m.s.n.m.) con temperaturas más frías.

En cada zona se contactaron los dueños de los árboles semilleros y se logró fiel promesa de no tumar los árboles que habían sido seleccionados para producir semillas. Se presentan en el cuadro 10.2A. las especies identificadas para recolección de semillas en las tres regiones climáticas de Costa Rica.

#### 10.2.2. Método para la recolección de semillas

En base al conocimiento de la fenología de las especies más importantes, logrado durante 10 años de experiencia, se planea un primer viaje de reconocimiento para determinar la fecha aproximada de la recolección de semilla. Luego se efectúa el viaje de recolección con equipo y personal especializado. El equipo utilizado para la recolección de semillas forestales consiste en:

- 2 podadoras con mangos hasta 12 metros de alcance total;
- 1 escalera de duraluminio de 3 secciones de 3 metros c.u. (peso de 3 kg c.u.);
- 1 mecate de 50 metros y 1 faja de seguridad;
- 2 machetes y tijeras podadoras;
- 20 sacos de yute;
- 1 lona.

El personal que participa en la recolección consiste de un encargado del BLSF con buena preparación técnica; maneja el vehículo y toma las decisiones. Es asistido por un obrero sumamente hábil y cuidadoso para subir árboles, y un número variable de obreros para recoger las semillas.

### 10.2.3. Preparación, almacenamiento y envío de las semillas

La mayoría de las semillas se recogen de los árboles, subiendo el tronco y podando las ramitas con frutos. Sin embargo, las semillas grandes tales como de Gmelina arborea, Tectona grandis, Juglans olanchana y Carapa guianensis, se recogen del suelo previamente limpio. La extracción y el secado se lleva a cabo con métodos sencillos y poco costosos. La extracción se hace según la clase de fruto, principalmente por secamiento al sol (Cedrela spp., Swietenia spp., Eucalyptus spp.) o por pudrición de la pulpa en agua (Gmelina arborea, Juglans olanchana). El secado de la semilla se hace al sol o en una secadora construida en el CATIE. La limpieza de la semilla se hace manualmente con la ayuda de cedazos de diferentes diámetros para cernir la semilla y a veces con la ayuda de un ventilador. La gran variabilidad del tamaño de las diferentes semillas hace que sea sumamente difícil utilizar racionalmente una máquina limpiadora sencilla para pequeñas cantidades de todas las especies. Por lo tanto, se ha optado por dejar algunas especies sin una limpieza extremada (Cordia alliodora, Cedrela spp., Eucalyptus spp., Tectona grandis, Terminalia ivorensis, etc.).

Tan pronto la semilla está seca y limpia, se le envasa en frascos de vidrio con capacidad para 4 1/2 litros que se cierran herméticamente con tapa de rosca. Cada lote de semillas tiene su número que corresponde al número de un formulario. En este formulario se anotan los datos que caracterizan el lote, tales como:

- nombre científico y nombre común de la especie;
- fecha de colección y persona responsable de la colecta;
- datos geográficos y ambientales sobre el lugar de colección;

- datos sobre la semilla:

- . descripción de los árboles padres
- . número de semillas/kg.
- . porcentaje de germinación

El porcentaje de germinación de la semilla se determina cuando está fresca y luego se repite periódicamente a intervalos de 3-6 meses para determinar la influencia del almacenamiento sobre la viabilidad. El BLSF cuenta con el equipo de base para efectuar tales estudios aunque no pretende ser un laboratorio completo de semillas. Sin embargo, existen instalaciones más sofisticadas que están disponibles en el CATIE, bajo la jurisdicción del Proyecto de Recursos Genéticos.

De acuerdo a los objetivos del BLSF, se prefiere suministrar la semilla de especies exóticas en lotes pequeños, con los cuales se pueden producir de 500 a 1000 plantas. Esto es particularmente el caso para estaciones experimentales o para ensayos de pruebas, que preceden las introducciones a escala mayor. Sin embargo, para especies locales o especies exóticas que ya están produciendo semilla en parcelas experimentales, no existe límite de cantidad para despachar. A quienes se suministre semilla, se les pide que suministren datos de las características de las áreas plantadas y del crecimiento inicial.

Para tener una idea del volumen de operaciones del BLSF, se ha suministrado en el año 1978 una cantidad de más de 200 muestras de semillas de 45 especies, correspondiendo a 18 países, siendo la gran mayoría de éstos situados en América Latina. Económicamente hablando, el valor de todos los pedidos ascendió a U.S.\$10 000. Esta suma se invirtió en su totalidad en el fondo rotatorio del BLSF, ya que este servicio opera sin fines de lucro.

Cuadro 10.2A. Lista de especies forestales con semillas disponibles en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (B.L.S.F.) del C.A.T.I.E. (Noviembre 1978).

<p>Zona Atlántica: 0 - 600 m.s.n.m.</p> <p><u>Cordia alliodora</u> <u>Eucalyptus deglupta</u> <u>Gmelina arborea</u> <u>Leucaena leucocephala</u> <u>Ochroma lagopus</u> <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u></p> <p><u>Terminalia ivorensis</u> <u>T. myriocarpa</u> <u>Toona ciliata</u></p>	<p>Zona del Pacífico seco: 0 - 600 m.s.n.m.</p> <p><u>Bombacopsis quinatum</u></p> <p><u>Cedrela odorata</u> <u>Dalbergia retusa</u> <u>Enterolobium cyclocarpum</u> <u>Eucalyptus camaldulensis</u></p> <p><u>Gmelina arborea</u> <u>Leucaena leucocephala</u> <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u></p> <p><u>Swietenia macrophylla</u> <u>S. humilis</u> <u>Tabebuia chrysantha</u> <u>T. rosea</u> <u>Tectona grandis</u> <u>Pithecolobium saman</u></p>	<p>Zona de la Meseta Central: 1 000 - 2 800 m.s.n.m.</p> <p><u>Cedrela tonduzii</u> <u>Cupressus lusitanica</u> <u>Eucalyptus grandis</u> <u>E. saligna</u> <u>E. citriodora</u> <u>E. camaldulensis</u></p> <p><u>E. globulus</u> <u>Juglans olanchana</u> <u>Pinus oocarpa</u> <u>P. patula</u> <u>P. pseudostrabus</u> <u>P. radiata</u> <u>P. tenuifolia</u></p>
---	--	--



El origen de la semilla está mencionado en la lista de semillas del BLSF, disponible en las oficinas del Programa de Recursos Naturales Renovables, la que se publica periódicamente. El trámite normal para conseguir semillas es el siguiente:

- solicitar una factura proforma para las especies y cantidades escogidas;
- mandar un cheque en dólares (EE.UU.) conforme a la factura proforma.

El BLSF funciona sin fines de lucro y puede ofrecer semillas frescas bajo precios muy competitivos. Sin embargo, la capacidad económica no permite ofrecer muestras gratis ni semillas en cantidades comerciales.

## BIBLIOGRAFIA

- 1.- AGUIRRE, C. Comportamiento inicial de Eucalyptus deglupta Blume, asociado con maíz (Sistema Taungya) en dos espacimientos, con y sin fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 130 p.
- 2.- AGUIRRE A., V. Estudio de los suelos del Area del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA-Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1971. 138 p.
- 3.- AGUIRRE CORRAL, A. Estudio silvicultural y económico del Sistema Taungya en condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1963. 103 p.
- 4.- ALBERTY RODRIGUEZ, R.A. Evaluación de rendimientos y cambios físicos y químicos en suelos de ladera cultivados con maíz y frijol con diferente cobertura viva dentro de una plantación forestal. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 211 p.
- 5.- AREAS SILVESTRES en Mesoamérica (Costa Rica) N° 1-5; 1977-1979. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, Proyecto de Areas Silvestres y Cuencas Hidrográficas.
- 6.- BARBORAK, J. et.al. Plan Maestro para la Protección y Desarrollo del Parque Nacional La Tigra. Tegucigalpa, Honduras, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, 1978. 45 p.
- 7.- BECERRA, J. Algunas consideraciones para la ordenación de un bosque heterogéneo natural en la zona húmeda tropical. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1971. 135 p.
- 8.- BEER, J. Proyecto UNU-CATIE "La Suiza"; estudio de caso agro-silvo-pastoril. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 14 p.
- 9.- BERMUDEZ, M. Las plantas del Sendero Natural Los Espaveles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 40 p.
- 10.- BOZA, M. Plan de Manejo y Desarrollo para el Parque Nacional Volcán Poás, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1968. 305 p.
- 11.- BUDOWSKI, G. Siembra directa del laurel, Cordia alliodora, sobre montoncitos incinerados. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1960. 2 p. (Comunicaciones científicas de Turrialba N° 9).
- .- CADIMA Z., A. y ALVIM, P. de T. Influencia del árbol de sombra Erythrina glauca sobre algunos factores edafológicos con la producción del cacaotero. Turrialba, (Costa Rica) 17(3): 330-336. 1967.

- 12.- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. PROGRAMA DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES. Traditional agro-forestry practices in the wet tropics; the "La Suiza", Costa Rica case study. (UNU-Proposal). Turrialba, Costa Rica, 1979. 26 p.
- 13.- CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. Resumen de datos meteorológicos desde la iniciación de las observaciones hasta diciembre de 1977. Turrialba, Costa Rica, 1978. 1 p.
- 14.- COMBE, J. Conceptos sobre la investigación de técnicas agro-forestales en el CATIE. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 20 p.
- 15.- \_\_\_\_\_ y BUDOWSKI, G. Classification des Techniques Agro-forestières. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 62 p. También en español.
- 16.- DALFELT, A. Informe sobre la Reunión sobre Cooperación Regional en el Manejo de las Áreas Silvestres. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1977. 25 p.
- 17.- \_\_\_\_\_ y MORALES, R. Plan Maestro para el Parque Nacional Darién, Panamá. Turrialba, Costa Rica, CATIE, COPFA y RENARE, 1978. 213 p.
- 18.- DARY, M., GLICK, D., MACFARLAND, C. y SILBERMAN, M., eds. Memorias de la Reunión Regional Centroamericana de Asociaciones Conservacionistas No Gubernamentales. Guatemala, Guatemala, AGHN, ASCONA y CATIE, 1979.
- 19.- DIRECCION GENERAL DE RECURSOS NATURALES RENOVABLES y CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. La Cuenca del Río Plátano, La Mosquitia, Honduras; Estudio Preliminar de los Recursos Naturales y Culturales de la Cuenca y un Plan para el Desarrollo de una Reserva de la Biosfera en la Región del Río Plátano. Turrialba, Costa Rica, 1978. 133 p.
- 20.- DULIN, P. y BETANCOURT, J., eds. Lago de Yojoa: Plan de Uso Múltiple, Segunda Fase. Tegucigalpa, Honduras, COHDEFOR, DIGERENARE, CATIE, FAO, PNUMA, 1978. 196 p.
- 21.- EWELL, J. et al. Natural succession as a model for the design of new tropical agroecosystems. Washington, D.C., National Science Foundation, 1978. 54 p.
- 22.- FERNANDEZ, S. Comportamiento inicial de *Gmelina arborea* Roxb. asociada con maíz (*Zea mays* L.) y frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en dos espaciamientos, en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1978. 125 p.
- 23.- FIERROS G., A. Raleos iniciales en plantaciones de *Gmelina arborea* Roxb. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. Tesis en realización.
- 24.- FONSECA MARTINEZ, S. Informe del Director del CATIE a la 17a. Reunión Anual de la Junta Directiva del IICA. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 37 p.

- . FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. PROGRAMA DE LAS NACIONES UNIDAS PARA EL DESARROLLO y INSTITUTO NACIONAL FORESTAL. Plan de Manejo para el Propuesto Monumento Natural Volcán de Pacaya, Guatemala. Guatemala, Guatemala, 1975. 52 p.
- 25.- GIBSON, I.A.S. y NYLUND, J. Sudden death, a disease of Cadam (Anthocephalus cadamba (Roxb.) Miq.). Commonwealth Forestry Review 55(3): 219-227. 1976.
- 26.- GLICK, D. Seminario Móvil sobre Parques Nacionales. Parques 8(1): 12-13. 1978.
- 27.- \_\_\_\_\_, ERAZO, M. y MACFARLAND, C. Plan de Manejo y Desarrollo de la Propuesta Reserva de la Biosfera del Río Plátano. Turrialba, Costa Rica, CATIE y DIGERENARE, 1979. 210 p. En imprenta.
- 28.- GONZALEZ DE MOYA, M. Ordenación de un bosque subtropical de crecimiento secundario en Costa Rica. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1955. 140 p.
- 29.- GONZALEZ T., G. y KRONES K., M. Evaluation of the natural durability of a hundred thirteen wood species from Panama and comparison of the durability of these same species with a preserving treatment. Progress report for the year 1974. San José, Costa Rica, Laboratorio de Maderas, CATIE-MAG-UCR, 1975. 20 p.
- 30.- GRIJPM, P. ed. Studies on the Shootborer, Hypsipyla grandella (Zeller). (Lep. Pyralidae). Turrialba, Costa Rica, IICA, 1976. V. 1, 91 p. (Publicación Miscelánea N° 101).
- 31.- HOLDRIDGE, L.R. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA, 1978. 216 p. (Serie de Libros y Materiales Educativos N° 34).
- 32.- IBARRA, E. et.al. Inventario de Recursos del Cantón de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 115 p. (Publicación Miscelánea N° 67).
- 33.- INCER, J. y GUTIERREZ, H.C. Plan Maestro para el Establecimiento y Manejo del Area del Volcán Masaya como Parque Nacional. Managua, Nicaragua, Banco Central de Nicaragua, 1976. 145 p.
- 34.- INTERNATIONAL UNION OF FORESTRY RESEARCH ORGANIZATIONS. The standardization of symbols in forest mensuration. Maine, Agricultural Experiment Station, 1959. 32 p. (Technical Bulletin N° 15).
- 35.- INTERPRETACION DE la naturaleza en el Sendero Natural Los Espaveles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 30 p.
- 36.- ISOLAN, F. Estudio de qualidade de sitio para Pinus caribaea Morelet var. hondurensis no Cantao de Turrialba. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1972. 83 p.
- 37.- LA BASTILLE, A. Facetas de Conservación de Areas Silvestres en el Area Centroamericana. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, Unidad de Areas Silvestres y Cuencas Hidrográficas, 1978. 41 p.

- 38.- Véase FOOD AND AGRICULTURAL ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS
- 39.- LOAIZA, M. Resistencia natural de maderas de diez especies forestales al ataque de termitas. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 69 p.
- 40.- LOAIZA, V.H. El efecto del uso de herbicidas y fertilizantes y el crecimiento inicial de Pinus caribaea Morelet var. hondurensis Barr. et Golf. y Eucalyptus saligna Smith en plantaciones. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1967. 108 p.
- 41.- MACFARLAND, C. et.al. Plan de Manejo del Parque Nacional Volcán Barú y Primera Fase del Plan de Uso Múltiple de la Cuenca Adyacente. Turrialba, Costa Rica, CATIE y RENARE. En preparación.
- 42.- MAGNE O., J. Comportamiento de Terminalia ivorensis A. Chev. en su fase de establecimiento, asociado con maíz, caupí y frijol, utilizando pseudoestaca y planton en el trasplante. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 90 p.
- 43.- MARINERO, R. Influencia del Melinis minutiflora en el crecimiento de Cordia alliodora. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1962. 56 p.
- 44.- MARTINEZ, H. Producción de un bosque secundario en Turrialba, sometido a diferentes intensidades de raleo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1979. 101 p.
- 45.- MORALES, R., KLEIN, E. y INCER, J. Informe sobre el Primer Reconocimiento y Recomendaciones sobre el Manejo y Protección de la Reserva de Recursos Naturales y Reserva de la Biosfera Propuesta de Bocay-Saslaya-Waspuk (BOSAWAS), Nicaragua. Turrialba, Costa Rica, CATIE y Banco Central de Nicaragua, 1979. 45 p.
- 46.- MUÑOZ ALDEAN, M. Comportamiento inicial del laurel Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Oken plantado en asocio con maíz (Zea mays) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1975. 78 p.
- 47.- MUSALEM, M. Resultados de tratamientos silviculturales en un bosque tropical en Turrialba. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1972. 38 p.
- 48.- MUSALEM SANTIAGO, M. Estudio del comportamiento de Pinus caribaea Morelet en el trópico húmedo, Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CIEI, 1973. 108 p.

- 49.- OTAROLA TOSCANO, A. Comportamiento de 19 especies de coníferas introducidas a Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1975. 158 p.
- 50.- PANFLETO SOBRE el Sendero Natural Los Espaveles. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979.
- 51.- PARRAGA, R. Costo del establecimiento de plantaciones de Toona ciliata en Turrialba, bajo 3 métodos de preparación de sitio. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1972. 65 p.
- 52.- PONCE, A. Ensayo comparativo de cuatro tipos de recipientes para producción de plantas forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1969. 104 p.
- 53.- RAIGOSA, J. Efecto del abonamiento sobre el crecimiento inicial de plantaciones de Anthocephalus cadamba Miq. y Cordia alliodora (Ruiz & Pav.) Cham. en dos tipos de suelos. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1968. 102 p.
- 54.- RESENDE SOARES, A. Adaptação de nove procedencias de Cupressus lusitanica Mill. em Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1973. 76 p.
- 55.- REUNION CENTROAMERICANA sobre Manejo de Recursos Naturales y Culturales, San José, Costa Rica, 1974. Actas. Morges, Suiza, UICN, 1976. 154 p. (UICN Publicaciones Nueva Serie Nº 36).
- 56.- REUNION REGIONAL CENTROAMERICANA SOBRE VIDA SILVESTRE, 1a., MATAGALPA, NICARAGUA, 1978. Memoria. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1978. 242 p.
- 57.- REYNA, N. Análisis del incremento de madera y estudio de la mancha azul en Pinus caribaea var. hondurensis BARR. y GOLF. en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1978. 128 p.
- 58.- ROCHA, J.A.N. Erosión de suelos de pendientes cultivadas con maíz y frijol con diferentes grados de cobertura viva dentro de una plantación forestal. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, UCR-CATIE, 1977. 182 p.
- 59.- ROJAS, A. Efecto del raleo sobre el crecimiento en área basal de un bosque secundario en el trópico húmedo. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1970. 77 p.
- 60.- SEMINARIO FAO/SIDA, SOBRE OCUPACION FORESTAL EN AMERICA LATINA, LIMA, PERU, 1976. Informe. Roma, FAO, 1976. 520 p.

- 61.- SYLVAIN, P.G. Innovaciones agrotécnicas en caficultura. San José, IICA, Z.N., 1979. 35 p. (Publicación Miscelánea N° 302).
- 62.- SYMPOSIUM ON INTEGRATED CONTROL OF HYPSSIPYLA, 1º TURRIALBA, COSTA RICA, 1973. Proceedings. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1973. 1 v. p. irr.
- 63.- TOVAR, D. et.al. Plan de Manejo y Desarrollo del Parque Nacional Altos de Campana. Panamá, Panamá. Ministerio de Desarrollo Agropecuario, Dirección General de Recursos Naturales Renovables, 1975. 45 p.
- 64.- VEGA, L. Introducción de coníferas de diversas zonas ecológicas de Costa Rica y efecto de las micorrizas en su crecimiento inicial. Tesis Mag. Agr. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1962. 117 p.
- 65.- VEILLON, J.P. Documentos de trabajo no publicados. Turrialba, Costa Rica, IICA-CEI, 1967.
- 66.- VENTORIN, N. Considerações sobre a avaliação do sistema de introdução de espécies florestais por parcelas individuais em Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, IICA-CTEI, 1971. 90 p.
- 67.- WHITMORE, J.L. ed. Studies on the Shootborer, Hypsipyla grandella. Turrialba, Costa Rica, IICA-CATIE, 1976. 2 V. (Publicación Miscelánea N° 101).
- 68.- ZADROGA, F. y MORALES, R., eds. Taller Regional sobre Manejo de Cuenca Hidrográficas y Areas Silvestres: Conclusiones y Estrategias. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, 1978. 98 p.
- 69.- ZEVALLOS, C.A. y ALVIM, P. de T.  
Véase CADIMA Z., A. y ALVIM, P. de T.

## INDICE DE CUADROS

<u>NUMERO</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
1.2A.	Ubicación de los experimentos forestales en los terrenos del CATIE	6-7
1.2B.	Lista de abreviaciones utilizadas	8-10
2.4A.	Resumen de datos meteorológicos del CATIE	19
3.1A.	Datos de mediciones de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1960). Arboretum	33
3.1B.	Datos de crecimiento de <u>Gmelina arborea</u> (1967). Arboretum	35
3.2A.	Especies plantadas en el Coniferatum (1961-1962)	38
3.2B.	<u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1965). Datos de mediciones de 1977 y 1978. Coniferatum	41
3.3A.	Datos de mediciones de 6 especies (1949). La Isla	43
3.3B.	Datos de crecimiento de <u>Cordia alliodora</u> (1949). La Isla	44
3.3C.	Crecimiento de <u>Juglans</u> . La Isla	50
3.3D.	Geminación de <u>Cordia alliodora</u> en montoncitos incinerados. La Isla	53
3.3E.	<u>Cordia alliodora</u> . Alturas a los 2 años de edad. La Isla	54
3.3F.	Datos de mediciones de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> a 9 años de edad. Club Internacional	55
3.4A.	Mediciones de <u>Cordia alliodora</u> (Tsungya 1960). Bajo China	59
3.4B.	Mediciones de <u>Cordia alliodora</u> (1959). Bajo China	65
3.4C.	Mediciones de <u>Lucalyptus deglupta</u> (1969). Bajo China	69
3.5A.	Mediciones de <u>Cordia alliodora</u> (Tsungya 1974). Bajo San Lucas	84
3.6A.	Crecimiento e intensidad de raíces de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1971). Puente Cajón	94



<u>NUMERO</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
3.6B.	Mediciones de las parcelas de introducción (1965-1968). Arberetum de Puente Cajón	100-108:
3.6C.	Lista de especies plantadas en el Arberetum de Puente Cajón	106-109
3.7A.	Mediciones de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1965). Florencia Sur	114
3.7B.	Mediciones de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1968). Florencia Sur	116
3.7C.	Mediciones de <u>Grevillea robusta</u> (1968). Florencia Sur	117
3.7D.	Mediciones de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1967). Florencia Sur	121
3.7E.	Mediciones de 45 especies/procedencias (1968). Florencia Sur	124-126
3.7F.	Leyenda del ensayo "10 especies" (1967). Florencia Sur	130
3.7G.	Mediciones del ensayo de 77 especies a 1,33 años de edad. Florencia Sur	134
3.8A.	Mediciones en 20 parcelas (1960). Campo Gamma	139
3.8B.	Mediciones de 6 especies (1960). Campo Gamma	140
3.8C.	Mediciones de 3 especies (1960). Campo Gamma	142
3.9A.	Crecimiento de 9 especies en una mezcla individual (1966). Florencia Norte	148
3.9B.	Diámetro promedio de 9 especies (1966). Florencia Norte	151
3.9C.	Altura y diámetro de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1967). Florencia Norte	154
3.9D.	Mediciones de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1971). Florencia Norte	162
3.9E.	Mediciones de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1969). Florencia Norte	165
3.9F.	Mediciones de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1972). Florencia Norte	168
3.9G.	Diámetro de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> en el ensayo circular (1960). Florencia Norte	175

<u>NUMERO</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
3.9H.	Crecimiento y sobrevivencia de <u>Cedrela odorata</u> (1961). Florencia Norte	177
3.11A.	Mediciones de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1973). Cahiría	183
3.11B.	Mediciones de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1972). Bajo Angostura	185
3.12A.	Mediciones de 11 parcelas de coníferas (1963-1964). Finca Peet, Juan Viñas	189
3.12B.	Mediciones de 12 especies forestales (1966-1968). Finca Peet, Juan Viñas	193
3.12C.	Sobrevivencia y altura de 6 coníferas. El Sitio/Peet, Juan Viñas	197
3.12D.	Diámetro y altura de <u>Opuntia lusitanica</u> (1966). Finca Peet, Juan Viñas	200
3.12E.	Especies forestales introducidas en escala pequeña. El Sitio/Peet, Juan Viñas	202
3.12F.	Mediciones de <u>Opuntia lusitanica</u> (1969). Finca Peet, Juan Viñas	204
4.1A.	Frecuencia de colas de zorro en <u>Pinus caribaea</u> de cuatro años de edad. Varios sitios CATIE	206
4.1B.	Crecimiento de <u>Pinus caribaea</u> (1968). Varios sitios CATIE	209
4.2A.	Procedencias de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> utilizadas en los ensayos de 1973	210
4.2B.	Crecimiento de procedencias de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> a los 5 años de edad	214
4.2C.	Procedencias de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> utilizadas en los ensayos de 1977 y 1978	215
5.5A.	Textura típica de los suelos del bosque secundario. Florencia Sur	219
5.5A.	Condiciones iniciales. Bosque secundario. Florencia Sur	223
5.5B.	Mediciones sucesivas de área basal, período 1967-1972. Bosque secundario. Florencia Sur	224
5.5C.	Área basal, período 1967-1972. Bosque secundario. Florencia Sur	226

<u>NÚMERO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
5.6A.	Altura de especies plantadas en líneas de enriquecimiento (1972). Florencia Norte	227
6.1A.	Clasificación de las técnicas agro-forestales	234
6.1B.	Clasificación de las técnicas agro-forestales	235
6.2A.	Resumen de experimentos bajo el Sistema Taungya en el CATIE	240-241
6.2B.	Costos netos de plantación de <u>Cordia alliodora</u> . Bajo San Lucas	244
6.2C.	Mediciones de <u>Cordia alliodora</u> (Taungya 1974). Bajo San Lucas	244
6.2D.	Incrementos de alturas y diámetros en <u>Eucalyptus deglupta</u> (1976) a 2 y 3 años de edad. Florencia Norte	251
6.2E.	Mediciones de <u>Gmelina arborea</u> (Taungya 1977). Florencia Norte	257
6.2F.	Experimento Central de Plantas Peniques: descripción de tratamientos	267
6.3A.	Datos de <u>Cordia alliodora</u> en un cafetal. Bajo Chino	273
6.3B.	Especies más utilizadas como cercas vivas en la zona de Turrialba	275
9.2A.	Especies maderables con mayor resistencia a ataques sin tratamiento preservador. Puente Cajón	320
10.2A.	Lista de especies disponibles en el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales. CATIE	345

## INDICE DE FIGURAS

<u>NUMERO</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
1.2a.	Los terrenos del CATIE en Turrialba	4-5
2.2a.	Ubicación geográfica del CATIE, Turrialba, C.R.	15
2.4a.	Diagrama del clima del CATIE	20
3.1a.	Arboretum, Coniferatum, Isla y Club Leyenda de las plantaciones	26
	Ubicación y principales plantaciones	27
3.1b.	Mapa del Arboretum Leyenda para el Mapa del Arboretum	29 30-32
3.1c.	El primer rodal de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1960). Arboretum	34
3.2a.	<u>Pinus oocarpa</u> (1960). Entrada Principal del CATIE	37
3.2b.	Mapa del Coniferatum	39
3.2c.	<u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1965). Coniferatum	42
3.3a.	El primer rodal de <u>Cordia alliodora</u> (1949). La Isla	45
3.3b.	Diámetro promedio y área basal/ha de <u>Cordia alliodora</u> , período 1954-1978. La Isla	47
3.3c.	Análisis del fuste de <u>Cordia alliodora</u> . La Isla	48
3.3d.	Ubicación de las parcelas del ensayo de <u>Juglans</u> sp. La Isla	50
3.3e.	Hojas y frutos de <u>Juglans olanchana</u> . La Isla	51
3.3f.	<u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1968). Club Int.	57
3.4a.	Bajo Chino Leyenda de las plantaciones	60
	Ubicación y principales plantaciones	61
3.4b.	Plantación de <u>Cordia alliodora</u> (Taungya 1960). Bajo Chino	62

<u>NUMERO</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
3.4c.	Relación $\bar{x}$ -edad para <u>Cordia alliodora</u> (1960). Bajo Chino	64
3.4d.	Diámetro promedio y área basal/ha de <u>Cordia alliodora</u> (1959). Período 1963-1978. Bajo Chino	66
3.4e.	Parcelas de <u>Bombacopsis quinatum</u> (1946) y <u>Cedrela odorata</u> (1946). Bajo Chino	68
3.4f.	Vista parcial del ensayo de <u>Juglans</u> (1968). Bajo Chino	70
3.4g.	Ubicación de las parcelas del ensayo de <u>Juglans</u> . Bajo Chino	70
3.5a.	Bajo San Lucas Leyenda de las plantaciones Ubicación y principales plantaciones	74 75
3.5b.	Parcelas de <u>Carapa gualanensis</u> (1973) y de <u>Bombacopsis quinatum</u> (1974). Bajo San Lucas	76
3.5c.	Ubicación de las parcelas de <u>Juglans</u> . Bajo San Lucas	78
3.5d.	Ensayo de 77 especies (1968) Leyenda Ubicación de los árboles en Bajo San Lucas	79 81
3.5e.	Vista general del ensayo de introducción de 77 especies (1968). Bajo San Lucas	79
3.5f.	Ubicación de cuatro parcelas de <u>Pinus caribaea</u> (1968). Bajo San Lucas	82
3.5g.	Plantación de <u>Cordia alliodora</u> (Tangya 1974). Bajo San Lucas	85
3.6a.	Puerto Cajón Leyenda de las plantaciones Ubicación y principales plantaciones	88 89
3.6b.	Ensayo de 77 especies (1968) Leyenda Ubicación de los árboles en Puerto Cajón	90 91
3.6c.	Relación diámetro-altura promedio en <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> a 7,25 años de edad. Puerto Cajón	95

<u>INDICE</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
3.6d.	<u>Parcela de Araucaria cunninghamii (1966).</u> Arboretum de Puente Cajón	98
3.6e.	Arboretum de Puente Cajón	105
3.7a.	Florencia Sur y Campo Gamma Leyenda de las plantaciones	112
	Ubicación y principales plantaciones	113
3.7b.	Relación edad-espaciamento-diámetro para <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> . Florencia Sur y Florencia Norte	119
3.7c.	Ensayo de cuatro espaciamientos con <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1967). Ubicación en Florencia Sur	120
3.7d.	Ubicación de cuatro parcelas de <u>Pinus caribaea</u> (1968). Florencia Sur	122
3.7e.	Ubicación de las parcelas de los ensayos "45 especies/procedencias" (1968) y "10 especies" (1967). Florencia Sur	123
3.7f.	Parcela de <u>Eucalyptus saligna</u> (1968). Florencia Sur	127
3.7g.	Parcela de <u>Terminalia ivorensis</u> (1968). Florencia Sur	129
3.7h.	Ensayo de 77 especies (1968) Leyenda	132
	Ubicación de los árboles en Florencia Sur	133
3.9a.	Florencia Norte Leyenda de las plantaciones	146
	Ubicación y principales plantaciones	147
3.9b.	Ubicación de los árboles en el ensayo de 9 especies (1966). Florencia Norte	149
3.9c.	Ensayo de 9 especies (1966). Florencia Norte	150
3.9d.	Ensayo de cuatro espaciamientos con <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1967). Ubicación en Florencia Norte	153
3.9e.	Ensayo de cuatro espaciamientos de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1979). Ubicación en Florencia Norte	155

<u>NUMERO</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
3.9f.	Ubicación de cuatro parcelas de <u>Pinus caribaea</u> (1968). Florencia Norte	155
3.9g.	Plantación de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1961) y regeneración natural de <u>Cordia alliodora</u> . Florencia Norte	161
3.9h.	Ubicación de las parcelas del ensayo de <u>Juglans</u> (1969). Florencia Norte	165
3.9i.	<u>Eucalyptus deglupta</u> (1969). Florencia Norte	166
3.9j.	Sector de la parcela circular (diseño de Nelder) para el estudio del espaciamiento	170
3.9k.	Sector de la parcela circular con <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1966). Florencia Norte	171
3.9l.	Relación altura-espaciamiento de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> a diferentes edades. Florencia Norte	173
3.9m.	Relación diámetro-espaciamiento de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> a diferentes edades. Florencia Norte	174
3.10a.	Vista general de la plantación de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1973). Noche Buena	182
3.12a.	Localización de las parcelas experimentales. El Sitio y Peet, Juan Viñas	187
3.12b.	Ubicación de las parcelas en la Finca Peet. Juan Viñas	188
3.12c.	Mapa de las parcelas en la Finca Peet. Juan Viñas. (Grupo 1 y parte del grupo 2).	190-191
3.12d.	<u>Eucalyptus saligna</u> (1966). Finca Peet, Juan Viñas	194
3.12e.	<u>Araucaria hunsteinii</u> (1966). Finca Peet, Juan Viñas	196
3.12f.	Mapa de las parcelas (grupo 2) en la Finca Peet, Juan Viñas	198-199
3.12g.	Vista general de las parcelas (grupo 2) en la Finca Peet. Juan Viñas	200
4.1a.	Crecimiento en altura y en diámetro de <u>Pinus caribaea</u> período 1968-1978. Varios sitios CATIE	206

<u>NUMERO</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
4.2a.	Ubicación de las parcelas en el ensayo de procedencias de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1973). San Juan Sur y Noche Buena	211
4.2b.	Ubicación de las parcelas en el ensayo de procedencias de <u>Pinus caribaea</u> var. <u>hondurensis</u> (1973). Puente Cajón	212
5.4a.	Ubicación de las parcelas, bosque secundario. Florencia Sur	220
5.5a.	Parcela experimental en el bosque secundario. Florencia Sur	221
5.7a.	Ubicación y diseño experimental de la investigación sobre sucesión natural. Florencia Norte	230
6.1a.	Técnicas agro-forestales: principales combinaciones posibles	233
6.1b.	Esquema de clasificación del uso de la tierra	236
6.2a.	Ensayo Taungya 1 (1962): cuatro especies. Bajo Chino	239
6.2b.	Ensayo Taungya 2 (1974): <u>Cordia alliodora</u> . Bajo San Lucas	243
6.2c.	Ensayo Taungya 2 (1974): <u>Cordia alliodora</u> . Ubicación de las parcelas raleadas. Bajo San Lucas	245
6.2d.	Ensayo Taungya 3 (1976): <u>Eucalyptus deglupta</u> . Florencia Norte	249
6.2e.	Ensayo Taungya 3 (1976): <u>Eucalyptus deglupta</u> . Ubicación de las parcelas raleadas. Florencia Norte	250
6.2f.	Crecimiento en diámetro de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1976) bajo 6 tratamientos durante el segundo año. Florencia Norte	252
6.2g.	Crecimiento en diámetro de <u>Eucalyptus deglupta</u> (1976) durante el tercer año con y sin raleo. Florencia Norte	253
6.2h.	Ensayo Taungya 4 (1977): <u>Guadua sibirica</u> . Florencia Norte	255
6.2i.	Plantación de <u>Guadua sibirica</u> (Taungya 1977). Florencia Norte	256



<u>NÚMERO</u>	<u>TÍTULO</u>	<u>PÁGINA</u>
6.2k.	Ensayo Taungya 4 (1977): <u>Casahuate arborea</u> . Ubicación de las parcelas talcadas. Florencia Norte.	258
6.2l.	Ensayo Taungya 5 (1978): <u>Terminalia ivorenensis</u> . Campo Gamma.	261
6.2m.	<u>Terminalia ivorenensis</u> con maíz a 7 meses de edad y con frijol a 12 meses de edad. Campo Gamma	262
6.2n.	Experimento central de plantas perennes (1977). La Montaña	265
6.2o.	Plano general del experimento central de plantas perennes (1977). La Montaña	266
6.3a.	Cafetal sembrado por poró, bajo un estrato de laurel. Bajo Chino	272
7.2a.	Sendero natural "Los Espaveles". Bajo Reventazón	280
7.2b.	Mapa del Sendero "Los Espaveles". Bajo Reventazón	290-291
7.3a.	Sobrepastoreo en terrenos de laderas. La Suiza, Turrialba	295
7.3b.	El recurso agua: Cascada de Aquiares	296
7.3c.	El embalse hidroeléctrico de Cahf	298
7.3d.	La cuantificación de la descarga del agua	301
7.3e.	Parcela de medición de escurrimiento en un potrero. La Suiza, Turrialba	302
7.3f.	Ubicación de las parcelas agroforestales. La Suiza, Turrialba	304-305
8.1a.	Ciclo de vida de <u>Hypsimyla grandella</u>	310
8.1b.	Ensayo de 5 especies de Meliaceas (1972). Florencia Sur	315
8.1c.	Trampa para insectos. Florencia Sur	318
8.2a.	Hormiga arriera vista de cerca	321
8.2b.	Caminos de termitas sobre el tronco de <u>Acrocarpus</u> <u>frankii</u> . Florencia Sur	322

<u>NUMERO</u>	<u>TITULO</u>	<u>PAGINA</u>
9.2a.	Vista parcial del "Cementerio de Maderas". Puente Cajón	326
9.2b.	Cementerio de Maderas. Ubicación y diseño experimental. Puente Cajón	328
9.2c.	Planta de tratamiento de postes. Centro Agrícola Cantonal de Turrialba	330
10.1a.	Vista general del vivero forestal. CATIE	332
10.1b.	Instalación de nebulización. Vivero, CATIE	334
10.1c.	Injerto de <u>Mimus caribae</u> var. <u>hondurensis</u> . Vivero, CATIE	336
10.2a.	Vista parcial de la cámara fría del B.L.S.F., CATIE	338

## INDICE DE ESPECIES

El índice contiene todas las especies forestales mencionadas en la Guía.

Para cada nombre científico, se da como referencia los números de los capítulos, subcapítulos o secciones, en los cuales la especie está descrita.

Para algunos nombres comunes, frecuentemente utilizados en Costa Rica, se da como referencia el nombre científico correspondiente.

Las especies que llevan, además de los números de capítulos, el código "C.V.", se encuentran en las colecciones vivas del proyecto de recursos genéticos CATIE/GTZ, ubicadas en su mayoría detrás del vivero de Cabiria.

Amistus arboreus (L.) Schlecht

6.3.

Acrocarpus fraxinifolius Wright

3.1. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 8.2. / 8.3. / C.V.

Azelia africana Smith

3.8.2.

Agathis robusta F.M. Bailey

3.6. / 3.12. / C.V.

Albizia falcata (L.) Back.

3.1. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / C.V.

Albizia longipedata (Pittier) Britt. & Rose

3.1.

Ainus acuminatus H.B.K.

3.1. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / C.V.

Ainus jordanensis: vide A. acuminata

Ainus nepalensis B. Don

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.12. / C.V.

Amyris barbata Lundell

3.1.

Amris sp.

5.5.

Anacardium excelsum Merr. & Sargent

3. / 3.3. / 3.5. / 3.2.

Andira inermis (Swartz) Merr.

3.1.

Anthocephalus chinensis (Presl) Merr.

3.1. / 3.3. / 3.5. / 3.2. / 3.6. / 3.7. / 3.12. / C.V.

Apociba aspera Merr.

3.1.

Araucaria angustifolia (Mill.) B.S.P.

3.1. / 3.3. / 3.5. / C.V.

Araucaria araucana (Molina) Koch

3.1. / 3.3. / 3.5.

Araucaria brasiliensis Rich: vide A. angustifolia

Araucaria columnaris Hook.

3.3. / 3.5. / C.V.

Araucaria cunninghamii Sweet

3.1. / 3.5. / 3.6.1. / 3.7. / 3.12. / C.V.

Araucaria excelsa R. Brown

3.1. / 3.3. / 3.12. / 8.2. / C.V.

Araucaria hunsteinii Schum.

3.1. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.12. / C.V.

Artocarpus integrifolia L.

3.3. / 3.5.

Astronium graveolens Jacq.

3.1.

Aucoumea hainanensis Merr.

3.1. / 3.9. / C.V.

Baccharis gasipaes H.B.K.

6.3. / C.V.

Bahinia sp.

3.1.

Beilschmiedia sp.

9.2.

Bombacopsis quinatum (Jacq.) Burard

3. / 3.1. / 3.4. / 3.5. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 8.2. /  
10.2. / C.V.

Bombax malabaricum B.C.

3.5.2. / 3.6.1. / 3.7. / 8.2. / C.V.

Brosimum sp.

9.2.

Brosimum alicastrum Swartz

3.1.

Bumelia sp.

9.2.

Bursera simaruba (L.) Sarg.

6.3.

Cabralea sp.

3.7.

Calophyllum brasiliense Camb.

3.1.

Carapa sp.

9.2.

Carapa guianensis Aubl.

3.1. / 3.5. / 3.6. / 3.7. / 8.2. / C.V.

Casipouita sylvestris Swartz

3.1.

Casipouita sp.

3.1.

Casipouita sp.

3.1.

Cassia Stamen Lam.

3.6. / 8.1. / C.V.

Casuarina equisetifolia (L.) Forst.

3.1. / 3.6. / C.V.

Cavanillesia platanifolia H.B.K.

3.1.

Cedrela angustifolia Sesse & Moc.

3.1.

Cedrela mexicana M.J. Rom.: vide C. odorata

Cedrela odorata L.

3. / 3.1. / 3.3. / 3.4. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.8.2. /  
3.9. / 3.12. / 8.1. / 10.2. / C.V.

Cedrela tondarii C. DC.

3.12. / 8.1. / 10.2.

Cedro, Cedro amargo: vide Cedrela odorata

Cedro macho: vide Carapa guianensis

Ceiba pentandra (L.) Gaertn.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / C.V.

Centropodium yavizanum Pittier

9.2.

Chamaecyparis lawsoniana (A. Mill.) Parl.

3.6. / 3.12. / C.V.

Ciprés: vide Cupressus lusitanica

Cocobolo: vide Halbergia retusa

Cochlospermum vitifolium (Willd.) Sprang.

3.1.

Colibrina ferruginosa Brouss.

3.1. / 3.5. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / C.V.

Cordia sp.

9.2.

Cordia alliodora (Ruiz & Pavon) Cham.

3. / 3.1. / 3.3. / 3.4. / 3.5. / 3.5.2. / 3.6.1. / 3.7. / 3.8.2. /  
3.9. / 5.1. / 5.3. / 5.5. / 5.6. / 6.2. / 6.3. / 7.3. / 10.1. /  
10.2. / C.V.

Cordia bicolor D.C.

5.5.

Corbilina terminalis Kunth.

6.3.

Coumaruta oleifera (Berth.) Toul.

3.1. / 9.2. / C.V.

Coumaruta panamensis Pittier: vide C. oleifera

Coumaruta panamensis Standl.

9.2.

Croton nigrus Jacq.

6.5.

Croton nigrus B. Don

5.1. / 3.2. / 7.3.8. / 3.8.2. / 3.12. / C.V.

Cupania cinerea Poepp. & Endl.

3.2.

Cupressus guatemalensis Mill.

3. / 3.7. / 3.8.2. / 3.6. / 3.7. / 3.8.2. / 3.9. / 3.12. / 6.2. / 7.3. / 10.2. / C.V.

Cupressus pyramidalis Mill.: vide C. sempervirens var. pyramidalis

Cupressus serpentina Japson

3.12.

Cupressus sempervirens var. pyramidalis Thunb.

3.9.

Cupressus torulosa B. Don.

3.9. / C.V.

Cybistax donnell-smithii (Rose) Selinger

3.12. / 3.3. / 3.4. / 3.8.2. / C.V.

Dalbergia maliquitrensis Pittier: vide D. tucarensis

Dalbergia rotunda HBK.

3.5. / 10.2. / C.V.

Bulbostylis tucuzensis Don. Smith  
3. / 3.1. / 3.3. / 3.4. / C.V.

Bolanix regia (Bojer) Raf.  
3.1. / C.V.

Bulbostylis guianense (Aubl.) Sandwith  
9.2.

Bulbostylis sp.  
9.2.

Dipterodendron costaricensis Radlk.  
3.1.

Dussia sp.  
9.2.

Etandrophragma utile Swartz  
3.5.2. / 3.6.1. / 3.7.

Enterolobium cyclocarum (Jacq.) Geiseb.  
3.1. / 3.5.2. / 3.6.1. / 3.7.3. / 10.2. / C.V.

Erythrina berteriana Urban  
6.3.

Erythrina costaricensis N. Michell  
6.3.

Erythrina pospigiana (Walpers) G.F. Cook  
3.1. / 3.4. / 3.6. / 3.7. / 6.3. / 7.3. / C.V.

Eschweilera sp.  
8.2.

Eupavul: vide Anacardium excelsum

Eucalyptus sp.  
3.7. / 10.1.

Eucalyptus alba Reinw.  
3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3. / C.V.

Eucalyptus botryoides Sm.  
3.6. / C.V.



Eucalyptus canaliculata Dehn.

3.1. / 3.6. / 10.2. / C.V.

Eucalyptus citriflora Hook.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3. / 3.8.2. / 3.9. / 10.2. / C.V.

Eucalyptus deglupta Hieme

3. / 3.1. / 3.3. / 3.4. / 3.5. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.9. / 3.10. / 3.11. / 3.12. / 6.2. / 8.2. / 9.2. / 10.3. / 10.2. / C.V.

Eucalyptus globulus Labill.

3.8.2. / 3. 9. / 10.2.

Eucalyptus grandis (Hill.) Maiden.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 10.2. / C.V.

Eucalyptus hemiphloia F. v. M.

3.6. / C.V.

Eucalyptus kirtsoniana F. v. M.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / C.V.

Eucalyptus maculata Hook.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.12. / C.V.

Eucalyptus microcorva F. v. M.

3.6. / R.V.

Eucalyptus pallida F. Muell.

3.6. / C.V.

Eucalyptus pilularis Sm.

3.6. / C.V.

Eucalyptus resinifera Sm.

3.6. / C.V.

Eucalyptus robusta Smith

3.1. / 3.3. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.8.2. / 3.12. / C.V.

Eucalyptus seligna Smith.

3.1. / 3.3. / 3.4. / 3.5.2. / 3.6.1. / 3.7. / 3.8.2. / 3.9. / 3.12. / 10.2. / C.V.

Eucalyptus tereticornis Sm.

3.6. / 3.12. / C.V.

Eucalyptus viminalis F. v. M.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3. / C.V.

Baculypis corolliana F. v. M.

Bignonia sp.

3.1 / 4.V.

Ficus sp.

8.2.

Fraxinus sp.

3.1.

Fraxinus chinensis Reob.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / C.V.

Fraxinus uhdei Lindlah.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.12. / C.V.

Gallinaceo: vide Schislobium parahybanum

Grevillea: vide Pentaclethra macroloba

Genipa americana (L.) Aubl.

3.1.

Glicydia sepium (Jacq.) Steud.

3.1. / 6.3.

Gmelina arborea (L.) Reob.

3.1. / 3.5. / 3.5.2. / 3.6.1. / 3.7. / 3.9. / 6.2. / 8.1. / 8.2. /  
10.1. / 10.2. / C.V.

Grevillea robusta A. Cunn.

3.1. / 3.6. / 3.7.

Giancaste: vide Enterolobium cyclocarpum

Garcia sp.

5.5.

Garcia elichon C. DC. (syn. G. grandifolia DC.)

3.1.

Garcia guari (Jacq.) P. Nils.: vide G. trichlloides

Samolus virginicus L.

3.1. / 9.2.

Saxifraga hypnoides HBK.

3.5.

Sibbaldia alba (L.) Swartz

3.1.2. / 3.4. / 3.6.1. / 3.7. / 3.11.

Silene acaulis L.

3.2.

Silene acaulis L.

3. / 9.2.

Silene sp.

U.S.

Saxifraga cernua (L.) D. Don

9.2.

Saxifraga sp. Vide Alnus acuminata

Saxifraga spp.

3.

Saxifraga boliviana

3.1. / 3.3. / 3.4. / 3.5. / 3.5.1. / 3.7. / 3.8.2. / 5.9.

Saxifraga nortropica Hald.

3.3. / 3.4. / 3.5. / 3.9. / 3.11.

Saxifraga nigra L.

3.3. / 3.4. / 3.5. / 3.9.

Saxifraga olanchana Standl. f. III.

3.3. / 3.4.1. / 3.4.3. / 3.5. / 3.9. / 3.11.

Maya arthroeca C. DC.

3.7.

Maya tyronensis Chev.

3.5.2. / 3.6.1. / 3.7. / C.V.

Maya nysica Stapf.

3.7. / 4.1. / C.V.

Lacistema aggregatum (Berg) Rusby

3.1. / C.V.

Lactia procera (Poepp. & Endl.) Eich.

3.1.

Laural: vide Gordia alliodora

Leucaena glauca (Willd.) Benth. vide L. leucocephala

Leucaena leucocephala (Lam.) de Wit.

3.5. / 10.2.

Licania arborea Seem.

3.1. / C.V.

Licania platypus (Hemsl.) Fritsch

3.1.

Liquidambar styraciflua L.

3.1. / 3.4. / 3.8.2. / C.V.

Lonchocarpus salvadorensis Pittier

3.1.

Madero negro: vide Miconia sepium

Murikara achenis Fosberg

9.2.

Melia azedarach L.

3.1. / 3.6. / 3.9. / C.V.

Miconia guianensis Aubl.

9.2.

Mora alifera (Trin.) DuRoi.

9.2.

Myroxylon balsamum (L.) Harms.

3.

Nectandra coriacea (Sw.) Griseb.

3.1. / C.V.

Obolobea lagopus Swartz

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 10.2. / 10.3.

Ocotea sp.

5.3.

Ocotea cooperi C.K. Allen

5.5. / 5.6.

Ocotea dendrodaphne Mez.

5.5.

Oreocarya sp.

9.2.

Peltandra aquatica Aubl.

3.1. / C.V.

Pavonia biglandulosa Benth.

3.6. / C.V.

Paulownia sp.

3.6.

Peltogyne mexicana

9.2.

Peltogyne purpurea Pittier.

3.

Pentaclethra macroloba (Willd.) Kuse.

3.1. / 3.6. / 5.8.2. / 7.2.

Persea caerulea (Ruiz & Pavon) Mor.

3.1. / C.V.

Persea vaniguedensis Meisen.

9.2.

Pinus ayacahuite Ehrenb.

3.8.2. / 3.12.

Pinus canariensis C. Smith

3.12.

Pinus caribaea Morelet

3.9. / 4.2. / C.V.

Pinus caribaea Mor. var. bahamensis Barr. & Golf.

3.5.2. / 3.6.1. / 3.7.3. / 3.12. / 4.1.

Pinus caribaea Mor. var. caribaea (típico)

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3. / 4.1.

Pinus caribaea Mor. var. hondurensis Barr. & Golf.

3.1. / 3.2. / 3.3. / 3.4. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.8.2. /  
3.9. / 3.10. / 3.11. / 3.12. / 4.1. / 4.2. / 7.3. / 10.1. / 10.2. /

4.3.

Pinus cubensis Griseb.

3.12.

Pinus douglasiana Mart.

3.2.

Pinus elliottii Engelm.

3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3.

Pinus elliottii var. elliottii (Engelm.) L. & D.

3.12. / C.V.

Pinus greggii Engelm.

3.2.

Pinus halepensis Mill.

3.8.2.

Pinus insularis: vide P. kesya

Pinus kesiya Royle ex Gordon

3.2. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3. / 3.8.2. / 3.12. / C.V.

Pinus khasya Royle: vide P. kesiya

Pinus lawsoni Roal

3.2.

Pinus luchuanensis Mayr

3.12.

Pinus massoniana Lamb.

3.6.

Pinus merkusii Jungh & de Vriese

3.2. / 3.8.2.

Pinus michauxiana Martínez

3.2. / 3.8.2. / 3.12.

Pinus montezumae Lamb.

3.2. / 3.8.2. / 3.12.

Pinus muricata D. Don.

3.12.

Pinus occidentalis Swartz

3.5.2. / 3.6.1. / 3.7.3. / 3.12.

Pinus occarpa Schindl.

3.2. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3. / 3.8.2. / 3.9. / 3.10. / 3.11. / 3.12. / 3.13. / 3.14. / 3.15. / 3.16. / 3.17. / 3.18. / 3.19. / 3.20. / 3.21. / 3.22. / 3.23. / 3.24. / 3.25. / 3.26. / 3.27. / 3.28. / 3.29. / 3.30. / 3.31. / 3.32. / 3.33. / 3.34. / 3.35. / 3.36. / 3.37. / 3.38. / 3.39. / 3.40. / 3.41. / 3.42. / 3.43. / 3.44. / 3.45. / 3.46. / 3.47. / 3.48. / 3.49. / 3.50. / 3.51. / 3.52. / 3.53. / 3.54. / 3.55. / 3.56. / 3.57. / 3.58. / 3.59. / 3.60. / 3.61. / 3.62. / 3.63. / 3.64. / 3.65. / 3.66. / 3.67. / 3.68. / 3.69. / 3.70. / 3.71. / 3.72. / 3.73. / 3.74. / 3.75. / 3.76. / 3.77. / 3.78. / 3.79. / 3.80. / 3.81. / 3.82. / 3.83. / 3.84. / 3.85. / 3.86. / 3.87. / 3.88. / 3.89. / 3.90. / 3.91. / 3.92. / 3.93. / 3.94. / 3.95. / 3.96. / 3.97. / 3.98. / 3.99. / 4.00. / C.V.

Pinus patula Schl. & Cham.

3.2. / 3.6. / 3.8.2. / 3.12. / 10.2. / C.V.

Pinus pinaster Arton

3.12.

Pinus pseudo-feralis Lindl.

3.2. / 3.8.2. / 3.12. / 10.2. / C.V.

Pinus radiata D. Don.

3.2. / 3.12. / 10.2.

Pinus rostrata Sarg.

3.12. / C.V.

Pinus strobus L. var. chimonensis Martínez

3. / 3.8.2. / 3.12. / C.V.

Pinus taeda L.

3.6. / 3.12. / C.V.

Pinus taiwanensis Hayata

3.2. / 3.12.

Pinus tomifolia Benth.

3.2. / 3.12. / 10.2.

Pinus tropicalis Mbrelet

3.5.2. / 3.6.1. / 3.7.3.

Pithecolobium saman (Jacq.) Benth.

3.1. / 3.6. / 10.2. / C.V.

Fochote: vide Bombacopsis quinatum

Pongamia glabra Vent.

3.1.

Paré: vide Erythrina poeppigiana

Porteria sp.

9.2.

Pristia copalifera Griseb.

3.1. / 9.2. / C.V.

Protium copal (S. & C.) Engl.

5.3. / 5.5.

Psidium guajava L.

7.3. / C.V.

Pterocarpus hayesii Hemsl.

3.6.

Quercus bonariensis Trelease

3.6.

Quercus davidsonii Standl.

3.6. / C.V.

Quercus oleoides Sellow & Cham.

3.6.



Rhizophora rugosa L.

9.2.

Ruellia microsepala Standl.

5.5. / 5.5.

Sapum sp.

9.2.

Schizolobium paraguayense (Vell.) Blake

3. / 3.1. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 9.2. / C.V.

Secotia xampovirens (Lamb.) Endl.

3.6. / C.V.

Sinarouba nana Auhl.

3.1. / 5.3. / 5.5. / 5.6. / C.V.

Spathodes cuneolata Beauv.

3.6. / 3.9. / C.V.

Spondias nobilis L.

9.2.

Spondias purpurea L.

6.3.

Sorax sp.

3.1. / C.V.

Sietenia cordata Retz.

5.1.

Sietenia humilis Aucc.

3.1. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3. / 3.8.2. / 6.2. / 8.1. /  
10.2. / C.V.

Sietenia macrophylla G. King

3. / 3.1. / 3.5. / 5.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 5.6. / 8.1. /  
10.2. / C.V.

Sietenia mahagoni Jacq.

3.1. / 8.1.

Symphonia globulifera L.

9.2.

Tabebuia chrysantha (Jacq.) Nicholson

3.1. / 3.3. / 10.2. / C.V.

Tabebuia guianensis (Sesum) Hemsl.

3.2.

Tabebuia pentaphylla (L.) Hemsl.: vide T. rosea

Tabebuia rosea (Vahl.) DC.

3.1. / 3.6. / 3.8.2. / 3.9. / 10.2. / C.V.

Tacodita macronata Tenore

3.1. / 3.2. / C.V.

Tecoa: vide Tectona grandis

Tecoma stans (L.) N.B.K.

3.1. / C.V.

Tectona grandis L.

3.4. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7.3. / 3.9. / 6.2. / 10.2. / C.V.

Terminalia sp.

3.1.

Terminalia amazonia (Gaert.) Benth

3.2.

Terminalia ivorensis A. Chev.

3.4.1. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.8.2. / 6.2. / 10.2. / C.V.

Terminalia lucida Hoffm.

3.5. / 3.2.

Terminalia peruviana W. & A.

3.5. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 10.2. / C.V.

Terminalia superba Engl. & Diels

3.7. / C.V.

Tecoa ciliata M.J. Roem.

3.1. / 3.3. / 3.4.1. / 3.5.2. / 3.6. / 3.6.1. / 3.7. / 3.8.2. / 6.2. / 10.2. / C.V.

Triplaris americana: vide T. melanocandida

Triplaris melanocandida (Bertol.) Standl. & Steyerl.

3.1. / C.V.

Triplachyton guianensis K. Schum.

3.6. / C.V.

Tristania conferta R. Br.

3.6. / 5.12. / C.V.

Trophis racemosa (L.) Urban

5.5.

Ulmus mexicana (Liebm.) Planch.

9.2.

Virela sebifera Aubl.

3.6. / 5.3. / 5.5. / 9.6. / C.V.

Virela hochstii Warb.

3.1. / 3.5.2. / 3.6.1. / 3.7.3. / 5.3. / 8.V.

Vismia ferruginea N.B.K.

3.1.

Vitex gigantea

9.2.

Xochysia sp.

9.2.

Widdringtonia cymatoides Endl.

3.1. / 3.6.2. / 3.12. / C.V.

Widdringtonia juniperoides Endl.

3.1. / 3.6. / C.V.

Widdringtonia schwarzii Nees

3.1. / C.V.

Yucca elephantipes Regel

n. 5.