

Serie Técnica. Informe Técnico N° 243

Orton - IICA - CATIE

**REFORESTACION CON
MADERABLES**

16 OCT 1995

RECIBIDO
Turrialba, Costa Rica

**SISTEMAS AGROSILVICULTURALES VS
PLANTACIONES PURAS
EN TALAMANCA, COSTA RICA
RESULTADOS AGRICOLAS Y
FORESTALES**



Proyecto Agroforestal CATIE / GTZ
Serie Generación y Transferencia de Tecnología
CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA
Turrialba, Costa Rica
1995

TABLA DE CONTENIDO

RESUMEN	1
1. INTRODUCCION	3
2. DESCRIPCION DEL SITIO	5
2.1. UBICACION, TOPOGRAFIA Y CLIMA	5
2.2. ANTECEDENTES	5
2.3. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL	6
2.4. DISTRIBUCION DE LOS ARBOLES	8
2.5. DISTRIBUCION DE LOS CULTIVOS AGRICOLAS	11
2.6. VARIABLES DE MEDICION	16
2.6.1 Maíz	17
2.6.2 Jengibre	17
2.6.3 Arazá	17
3. MANEJO AGRONOMICO Y SILVICULTURAL	18
3.1. ESTABLECIMIENTO	18
3.2. MANEJO DE LOS ARBOLES	18
3.2.1 Malezas	18
3.2.2 Resiembras	21
3.2.3 Podas	21
3.2.4 Control de plagas y enfermedades silvícolas	21
3.2.5 Raleos	22

3.3. MANEJO DE LOS CULTIVOS AGRICOLAS	23
3.3.1. Maíz	23
3.3.2. Jengibre	25
3.3.3. Arazá	28
4. CRECIMIENTO MADERABLE Y PRODUCCION AGRICOLA: RESULTADOS Y DISCUSION	31
4.1. MORTALIDAD DE LOS ARBOLES EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO	31
4.2. CAMBIOS EN LA DENSIDAD DE LOS ARBOLES ESTABLECIDOS	32
4.3. CRECIMIENTO EN ALTURA	34
4.4. CRECIMIENTO EN DIAMETRO	37
4.5. AREA BASAL DE LOS MADERABLES	39
4.6. VOLUMEN TOTAL DE MADERA	42
4.7. PRODUCCION AGRICOLA	44
4.7.1. Producción de maíz	44
4.7.2. Producción de jengibre	46
4.7.3. Producción de arazá	48
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	50
6. LITERATURA CITADA	54
7. ANEXOS	59

LISTA DE FIGURAS

	Pág	
Figura 1	Distribución de tratamientos y bloques	7
Figura 2	Ubicación de los árboles en parcelas puras	9
Figura 3	Ubicación de los árboles en parcelas agrosilviculturales	10
Figura 4	Ubicación de maíz (2 y 3) en parcelas agrosilviculturales	13
Figura 5	Ubicación de jengibre en parcelas agrosilviculturales	14
Figura 6	Ubicación de arazá en parcelas agrosilviculturales	15
Figura 7	Cronograma de asociaciones de laurel y mangium con cultivos agrícolas	20
Figura 8	Crecimiento en altura de laurel y mangium	36
Figura 9	Crecimiento en diámetro del tallo (dap) de laurel y mangium	38
Figura 10	Crecimiento en área basal de laurel y mangium	41
Figura 11	Crecimiento en volumen de laurel y mangium en el Taungya, Olivia.	43

LISTA DE ANEXOS

	Pág	
Anexo #1.	Algunos criterios para la selección de los componentes agrosilviculturales en el ensayo.	59
Anexo #2.	Cálculo del volumen de madera para laurel y mangium.	62
Anexo #3.	Mortalidad y crecimiento por parcela de los maderables a los cinco años.	63
Anexo #4.	Producción agrícola por parcela.	64

RESUMEN

Este documento preparado con fines de capacitación y consulta de técnicos, extensionistas y finqueros líderes interesados en alternativas de reforestación con maderables para fincas medianas y pequeñas, presenta los resultados de un ensayo agrosilvicultural permanente instalado desde noviembre de 1988 en Baja Talamanca, Costa Rica. Se estudia el comportamiento biofísico de dos especies maderables: laurel (*Cordia alliodora* [Ruiz y Pavón] Oken) y mangium (*Acacia mangium* Willd.), bajo dos tecnologías de manejo (en plantación pura y en asocio con cultivos agrícolas). La asociación árboles - cultivos (sistema agrosilvicultural) se distingue en dos fases: una asociación temporal ("Taungya"), con rotaciones de cultivos anuales: tres cosechas de maíz, (*Zea mays* L.), una de jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) , y una asociación permanente con un frutal arbustivo, arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). Para la evaluación se comparan datos de crecimiento en los árboles y de productividad en los cultivos.

Para los árboles maderables, se lograron mejores índices de crecimiento y sobrevivencia en los sistemas agrosilviculturales que en plantaciones puras, laurel asociado resultó mejor que mangium asociada. Ambas especies no se diferenciaron en plantaciones puras. Sin embargo, mangium se mostró especialmente susceptible a ataque de ratas, enfermedades radiculares y a problemas de drenaje. El laurel demostró un mejor crecimiento en asociación con cultivos agrícolas que en plantación pura.

Para los cultivos agrícolas, el maíz asociado en las fases de instalación de los árboles, rindió mejor combinado con mangium, atribuido al espaciamiento abierto por la mortalidad de mangium. Se observa un decrecimiento productivo en las rotaciones de maíz, a medida que los árboles aumentan sus parámetros de crecimiento y se mantiene la tecnología tradicional de manejo en el cultivo. El jengibre rindió mejor asociado al laurel, aunque la productividad puede considerarse baja en comparación a una siembra pura de este cultivo. El arazá rindió igual bajo ambas especies.

Se concluye que para reforestaciones que utilicen laurel o mangium, se obtienen más ventajas asociando esos maderables con cultivos agrícolas, que mediante plantaciones puras. Se recomienda realizar hasta dos siembras de maíz tradicional a fin de lograr una introducción más bien temprana de un cultivo como jengibre en la fase "Taungya". Se plantea la necesidad de conocer mejor la fenología del arazá y sus problemas de plagas y enfermedades. Mangium tiene severas restricciones de uso, dados sus problemas de mortalidad en las condiciones del ensayo.

1. INTRODUCCION

La reforestación con maderables ha sido una opción importante para finqueros del Valle de Talamanca en Costa Rica, especialmente a partir de 1989, cuando empezaron a tener acceso a incentivos y a programas de reforestación (ESPINOZA, 1992). Un pequeño o mediano finquero decidido a una reforestación con maderables, tiene una gama de tecnologías entre las cuales seleccionar, de acuerdo a sus objetivos y restricciones y al comportamiento biofísico y económico de dichas tecnologías. Entre esas alternativas está la reforestación con plantaciones puras o con sistemas agrosilviculturales. A su vez, estos últimos pueden consistir en una asociación temporal ("Taungya") o bien permanente de árboles y cultivos agrícolas (BEER *et al*, 1994). La selección entre esas alternativas dependerá de la productividad y los beneficios que aporten.

Con el objetivo de comparar dos tecnologías de reforestación con maderables (en plantación pura o mediante sistemas agrosilviculturales), desde noviembre de 1988 se desarrolla un ensayo en la zona de Talamanca, Costa Rica. Las especies maderables utilizadas son laurel (*Cordia alliodora* [Ruiz y Pavón] Oken) y mangium (*Acacia mangium* Willd.)¹. Los cultivos agrícolas asociados se introdujeron de acuerdo a la altura y dosel de los árboles, tomando en cuenta el grado de sombra en el sistema.

¹ En el Anexo 1 se exponen los criterios utilizados en la selección de las especies forestales y agrícolas del ensayo.

La secuencia de cultivos agrícolas incluye-- en ese orden-- tres cosechas de maíz (*Zea mays* L.), una de jengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) y la instalación y producción de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh). Este último es un frutal arbustivo integrado de manera permanente al sistema.

Este documento presenta información obtenida en los primeros cinco años de este ensayo enfatizando en:

- a) El manejo de las tecnologías en evaluación;
- b) Los resultados agronómicos y silvícolas;
- c) Conclusiones y recomendaciones.

En otros documentos se exponen la base conceptual (BEER *et al*, 1994) y el análisis económico (PLATEN von *et al*, 1994) del estudio.

2. DESCRIPCIÓN DEL SITIO

2.1. UBICACIÓN, TOPOGRAFÍA Y CLIMA

El ensayo se ubica en la finca del Sr. Ignacio Pavón, en la comunidad de Olivia, Valle de Talamanca, Provincia de Limón, Costa Atlántica de Costa Rica, entre 9°37'N y 82° 48'O. La precipitación anual oscila entre los 1900-2400 mm, con temperaturas anuales entre los 24°C y 27°C (HERRERA, 1985 citado por KAPP, 1989).

El terreno del ensayo es parte de una terraza alta del Río Sixaola, con pendiente menor del 2 % y una altitud de 30-35 m.s.n.m. El suelo es profundo, con textura promedio franco limosa. El nivel freático se estima en más de los 140 cm. No existe pedregosidad ni problemas de erosión. El suelo ha sido clasificado como *Fluvaquentic Eutropept* o *Typic Eutropept*. De acuerdo a la clasificación de Capacidad de Uso de la Tierra del MAG-MIRENEM, el suelo es de Clase I con alguna restricción por el leve riesgo de inundación (NIEUWENHUYSE, 1994).

2.2. ANTECEDENTES

El finquero colaborador ya había demostrado su interés en la reforestación con maderables, pues en su finca se había establecido un ensayo de "Maderables en Linderos", (LUJAN *et al*, 1994) con el Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ . El tenía el plan de reforestar el terreno colindante, un cacaotal abandonado de unos 40 años de edad y que anteriormente había sido una plantación bananera.

En una parte de éste, se había utilizado maquinaria pesada para la extracción de madera.

Debido a su experiencia con los costos de manejo de malezas en el ensayo de Linderos, el finquero recomendó introducir maíz entre los árboles. Se analizó entonces la posibilidad de estudiar un sistema "Taungya" de reforestación y la posterior instalación de una asociación con algún cultivo permanente como cacao, aunque finalmente se escogió al arazá (Anexo 1).

2.3. TRATAMIENTOS Y DISEÑO EXPERIMENTAL

El diseño utilizado es un factorial de 2 x 2: dos especies maderables (laurel y mangium) bajo dos tecnologías de manejo (plantación pura y en asocio con cultivos agrícolas) con cuatro bloques completos (repeticiones) con 4 parcelas distribuidas al azar en cada bloque (Figura 1). Cada parcela de árboles puras mide 33 x 33 m (Figura 2) y los agrosilviculturales 33 x 36 (Figura 3), para un total de 2,4 ha para todo el ensayo, incluyendo el área de ronda. Aunque no son parte del diseño factorial ni del análisis estadístico, se establecieron parcelas puras de cultivos agrícolas en las áreas de rondas (Figura 1), con cuatro repeticiones para maíz y jengibre y solamente dos repeticiones en el caso del arazá, debido al efecto de sombreamiento de los árboles vecinos. La semilla y/o plantas usadas en el ensayo fueron obtenidas en CATIE o de fincas privadas en la Provincia de Limón.²

Procedencias de los materiales de siembra:

Laurel: San Carlos, Costa Rica. CATIE; BSFAL: 2939.

Mangium: Iron Range, Australia. CATIE; BSFAL: 15677.

² Las menciones de marcas o nombres comerciales en este informe, no significan de ninguna manera una recomendación de su uso por parte del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ.

Maíz amarillo de primer ciclo : Local de Talamanca.

Maíz de segundo y tercer ciclo : *Tuxpeño*, Blanco. CATIE.

Jengibre : *Hawaii*, KATOJEKE S.A. Siquirres, Limón

Arazá: En la instalación del ensayo: el Arazá en parcelas útiles proviene de Finca Júpiter, Valle La Estrella, Limón; el Arazá en bordes: Felipe Pent, Turrialba. Resiembras posteriores: Finca Júpiter para útiles y bordes.

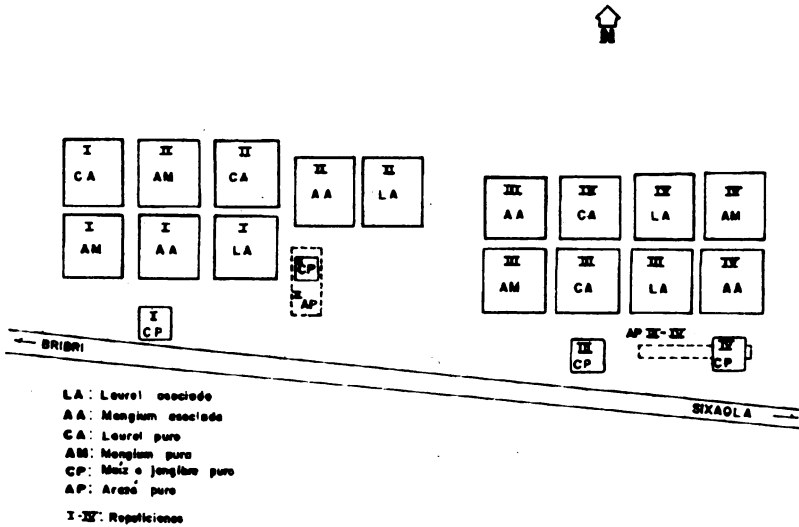


FIGURA 1. Distribución de tratamientos y bloques.

2.4. DISTRIBUCION DE LOS ARBOLES

Los árboles se sembraron a 3 x 3 m en las parcelas puras y 3 x 6m en las agrosilviculturales, orientando las líneas de estas últimas en el sentido este-oeste para favorecer la penetración de luz para los cultivos. En las parcelas puras, se consideran árboles de borde los de las dos líneas norte y sur respectivamente (Figura 2), y por lo tanto, cada parcela útil "pura" mide 21 x 21m.

En las parcelas agrosilviculturales (o "asociados" para brevedad), se consideraron como bordes las dos primeras y dos últimos de cada línea (Figura 3) y por lo tanto, cada parcela "asociada" mide 24 x 21 m. (Cuadro 1). Al inicio del estudio, se contaba con 28 árboles útiles en cada parcela asociada y 49 en cada parcela pura.

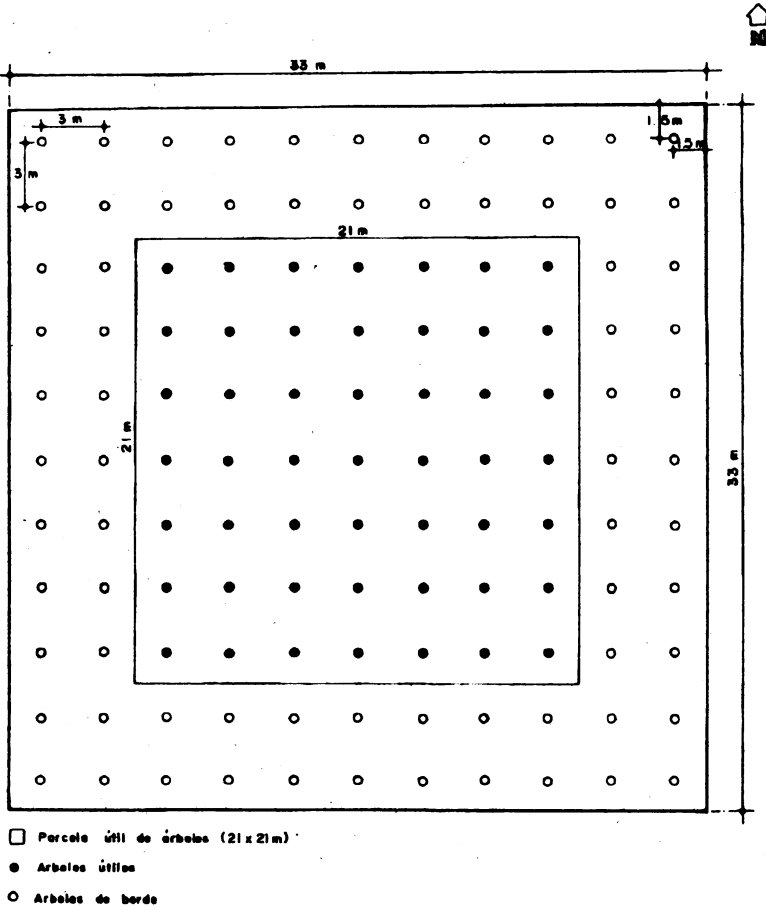


FIGURA 2. Ubicación de los árboles en parcelas puras.

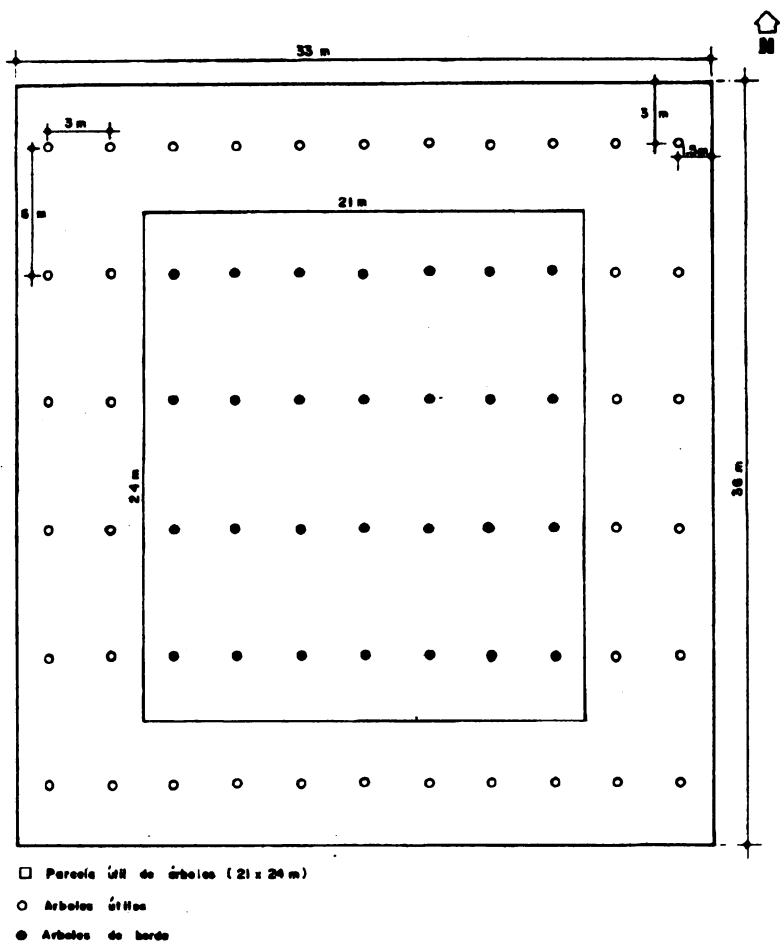


FIGURA 3. Ubicación de los árboles en parcelas agrosilviculturales.

2.5. DISTRIBUCION DE LOS CULTIVOS AGRICOLAS

Para la siembra de los cultivos agrícolas, se utilizaron las "calles" entre las líneas de árboles. Tomando en cuenta el desarrollo y edad de los árboles, los cultivos asociados se establecieron a un metro de los árboles en el caso del maíz, a dos metros para jengibre y a tres metros en el caso del arazá (Figuras 4 a 6).

CUADRO 1. Espaciamientos, tamaños de parcelas y densidades iniciales de árboles y cultivos según tratamientos.

Tratamientos	Espaciamientos (m)	Dimensiones (m)	Area (m ²)	Densidad (plantas/ha)
ARBOLES:				
Puros	3.0x3.0	21x21	441	1,111
Asociados	3.0x6.0	21x24	504	555
CULTIVOS ASOCIADOS:				
Maíz 1	1.0x1.0	-	-	-
Maíz 2	0.5x1.0	18.5x18	333.0	33,333
Maíz 3	0.5x1.0	18.5x18	333.0	33,333
Jengibre	0.4x1.0	18.4x18	331.2	12,500
Arazá	3.0x3.0	21.0x18	378.0	688-767
CULTIVOS PUROS:				
Maíz	0.5x1.0	5.5x6	33.0	40,000
Jengibre	0.4x1.0	5.6x6	33.6	25,000
Arazá	a)3.0x3.0	27x9	243.0	1,111
	b)3.0x3.0	54x3	162.0	1,111

1- Para este informe:

Maíz 1: Amarillo (nov88-marzo89)

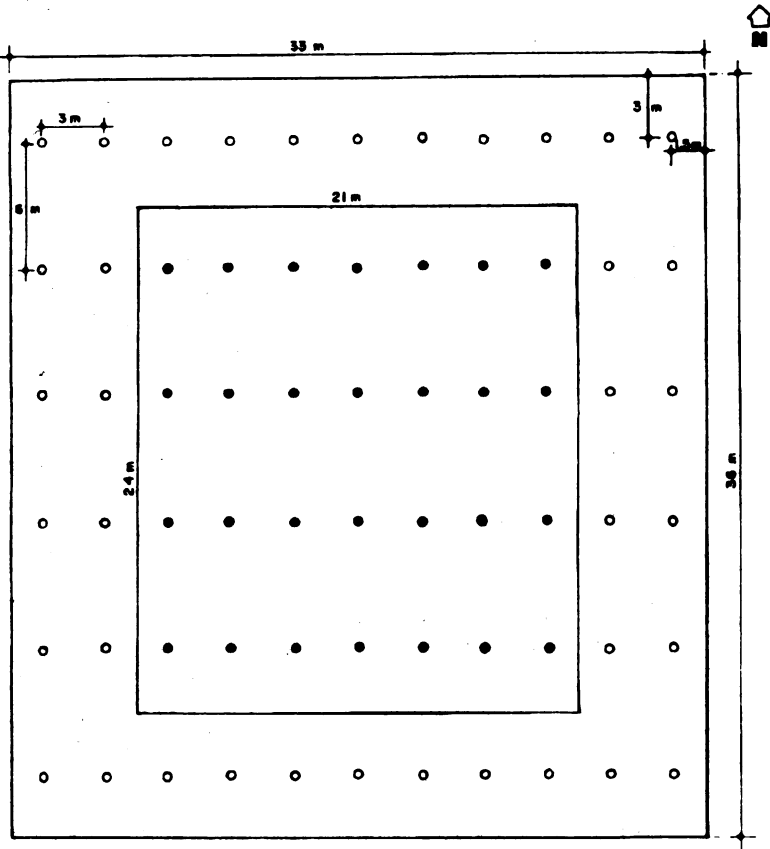
Maíz 2: Tuxpeño blanco (junio89-nov89)

Maíz 3: Tuxpeño blanco (nov89-marzo90)

2- No se tomaron datos de Maíz.

3- En arazá, solo se tomaron datos de las repeticiones II y IV.

Algunas plantas de arazá substituyeron a árboles raleados. Eso determina que en las parcelas útiles de arazá existan líneas de solamente arazá y líneas de árboles y arazá combinados. A las primeras les llamaremos "líneas puras" y a las segundas, "líneas mixtas". Hay diferencias de edad y procedencias entre ambos tipos. Esta substitución varió la densidad de arazá en las parcelas agrosilviculturales.



- Parcela útil de árboles (21 x 24 m)
- Arboles útiles
- Arboles de borde

FIGURA 4. Ubicación de los árboles en parcelas agroforestales.

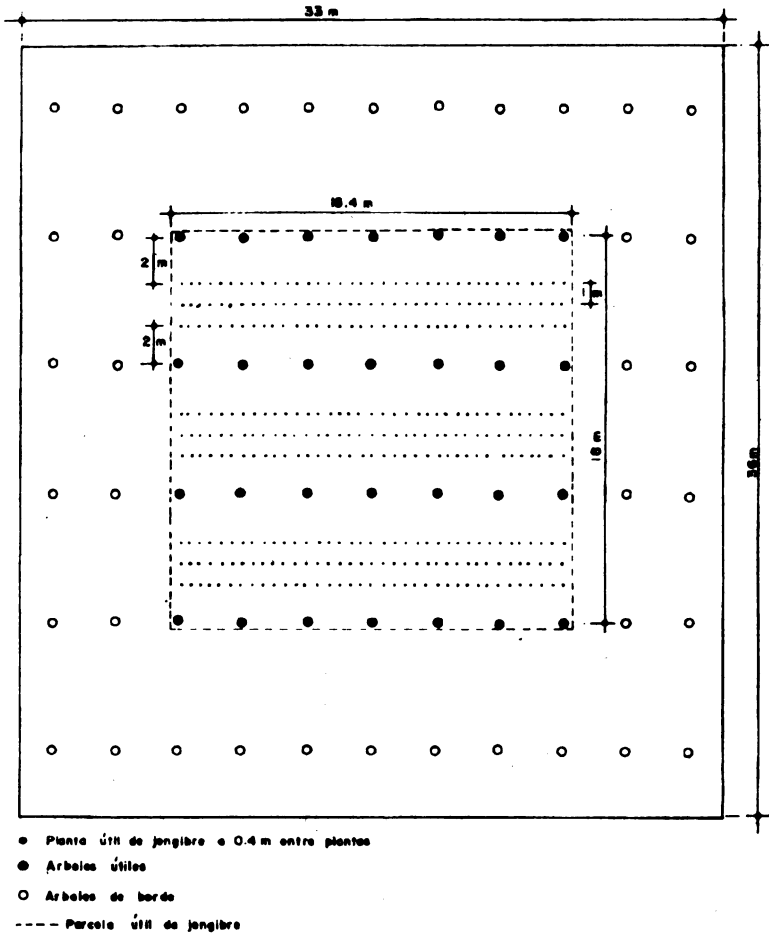
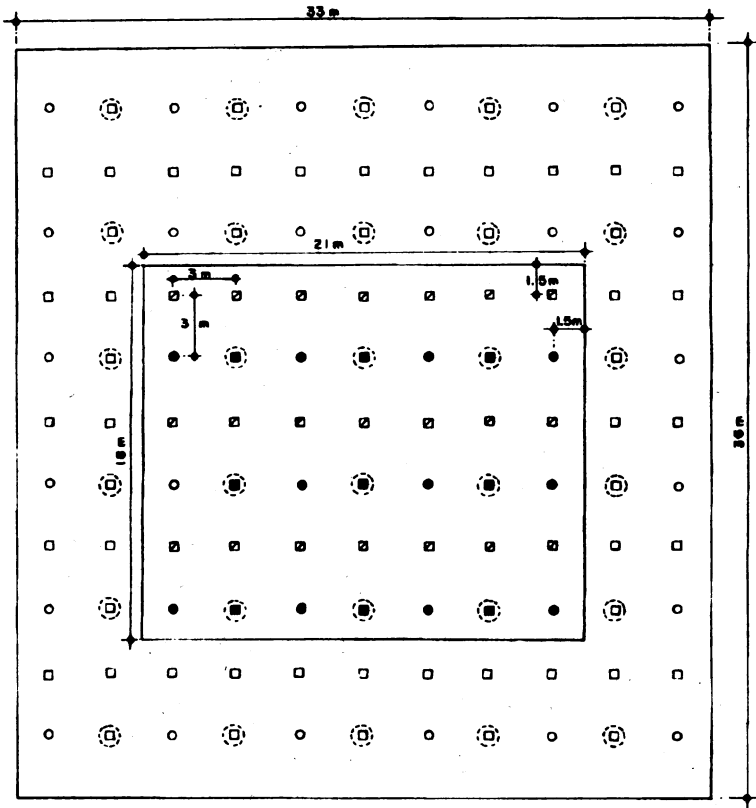


FIGURA 5 . Ubicación de jengibre en parcelas agrosilviculturales.



- Arazá borde en líneas puras
- ▣ Arazá útil en líneas "puras"
- ◻ Arazá borde en líneas "mixtas" (Arazá sustituye a árbol de borde rebasado)
- ◻ Arazá útil en líneas "mixtas" (Arazá sustituye a árbol útil rebasado)
- Arbol de borde
- Arbol útil

FIGURA 6. Ubicación de arazá en parcelas agroforestales.

2.6. VARIABLES DE MEDICION

En los árboles maderables se tomaron mediciones (sobrevivencia; salud; diámetro del tallo a 1.3 m del suelo; diámetro de copas transversales a las líneas; altura total) cada 6 meses durante los primeros dos años y desde entonces, anualmente. Se llevó el control de las labores de manejo en cada tratamiento, registrándose los materiales, servicios y tiempos de trabajo consumidos.

Los árboles resembrados a los 17 meses están incluidos en los cálculos de resiembras, mortalidad y raleos, pero fueron eliminados de los cálculos de dimensiones (altura, etc.), por no ser representativos. Debido a las enfermedades y mortalidad resultantes, las dos parcelas con mangium en la repetición IV, se eliminaron después de la medición de tres años (Ver sección de resultados, para detalles).

Se ha hecho un estimado del volumen de madera a los cinco años (Anexo 2), aunque los valores no incluyen la madera extraída en los raleos por considerarse no comercial (no aptos para aserrar). Hay que tomar en cuenta que los árboles en pie todavía no tienen un tamaño comercial y que para laurel el rendimiento en madera comercial (tucas cargadas en el camión) podría ser solamente 64% del volumen total del tallo (SOMARRIBA y BEER, 1986). No se cuenta con un factor de conversión para mangium. Las estimaciones para esta especie no son confiables dado que algunos de los valores de DAP están fuera del rango utilizado para calcular el modelo predictivo (OLIVA y HUGHELL, 1990). Otros modelos (DJAZULI et all, 1985; MORROBEI, 1989) dan estimaciones del volumen del mangium 10 - 20 % más altas.

Las mediciones de los cultivos fueron:

2.6.1 Maíz

Promedios de altura y producción por línea, para evaluar la relación entre su desarrollo o producción, con la distancia hasta la primera línea cercana de los árboles. Se estimó el peso seco del grano en base a muestras de ocho mazorcas cosechadas en cada línea, a las que se les determinó el peso de mazorca, el peso de grano húmedo y su porcentaje de humedad. Sumando los pesos secos estimados en las 15 líneas, se obtuvo el total de cada parcela útil. No se recolectaron datos experimentales de la primera siembra de maíz por la heterogeneidad de la población.

2.6.2 Jenjibre

Se determinó el peso fresco de las raíces por parcela, diferenciando aquellas sin valor comercial (por el daño de pudriciones), de las sanas, las cuales fueron limpiadas de tierra y materia extraña pero no lavadas. Se anotó además, el número de plantas enfermas y sanas por parcela.

2.6.3 Arazá

De marzo a noviembre de 1993, quincenalmente y luego semanalmente, se registró el número de frutos y su peso fresco total por parcela, diferenciando entre líneas puras y líneas mixtas. A partir de finales de noviembre de 1993, se midió la producción por planta en las parcelas útiles. El número y peso de frutos se obtuvo separando lo cosechado de la planta y lo recolectado del suelo. Debido a la mortalidad de arazá asociada en las repeticiones III y IV la productividad de este cultivo fue estimada en base de las parcelas en repeticiones I y II solamente.

3. MANEJO AGRONÓMICO Y SILVICULTURAL

En esta sección se presenta la cronología (Figura 7) de los eventos de manejo y se explican los criterios de las actividades ejecutadas.

3.1. ESTABLECIMIENTO

Al establecer el ensayo (noviembre 1988) el sector de las repeticiones I y II se estaba cosechando con maíz amarillo y plátano y el área de las repeticiones III y IV tenía un viejo cacaotal. Cosechado el maíz, se procedió a chapear del terreno y sus rondas, la eliminación del plátano, volteo del cacao viejo y repique de ramas. Los troncos de los árboles viejos eliminados (ejemplo: Javillo - *Hura crepitans* L. y Guarumo - *Cecropia sp.*), no fueron retirados, sino hasta junio de 1989.

Los árboles fueron sembrados el 18 de noviembre de 1988; el laurel con pseudoestacas de nueve meses de edad y el mangium con plantas de vivero de seis meses de edad. Un mes después (14 de diciembre 1988) el finquero sembró maíz amarillo.

3.2. MANEJO DE LOS ARBOLES

Las principales labores de manejo de los árboles son: control de malezas, podas, raleos, control de plagas y enfermedades.

3.2.1 Malezas

Las rodajas para reducir la competitividad de las malezas se hicieron sin diferenciar tratamientos, a los 3, 9 y 18 meses de edad de los árboles. Durante los primeros dos años mangium pura demandó seis eventos de chapea y laurel puro, cinco.

En las parcelas puras de árboles, se hicieron algunas chapeas y aplicaciones de herbicidas después de los dos años, para facilitar mediciones e inspecciones y no como actividad de manejo propiamente. En el caso de las parcelas agrosilviculturales, los árboles recibieron los beneficios del control de malezas exigido por los cultivos.

En laurel y mangium puros las aplicaciones de herbicidas fueron las siguientes: A los cuatro meses se inició el uso de herbicidas con un quemante (Paraquat 1.0 litro/ha) un mes después de la rodaja. Al mes siguiente del herbicida se realizó una nueva chapea. Esto dio un margen de espera de cuatro meses, donde se repitió la secuencia chapea-quemante-chapea. Estas últimas aplicaciones de quemantes se hicieron en los parches sobrevivientes de malezas. A los tres años y siete meses de edad de los árboles, se realizaron aplicaciones de herbicidas selectivos (2,4-D: 1.0 litro/ha y Fusilade 2.0 litros/ha), según la dominancia de hojas anchas o gramíneas en las parcelas.

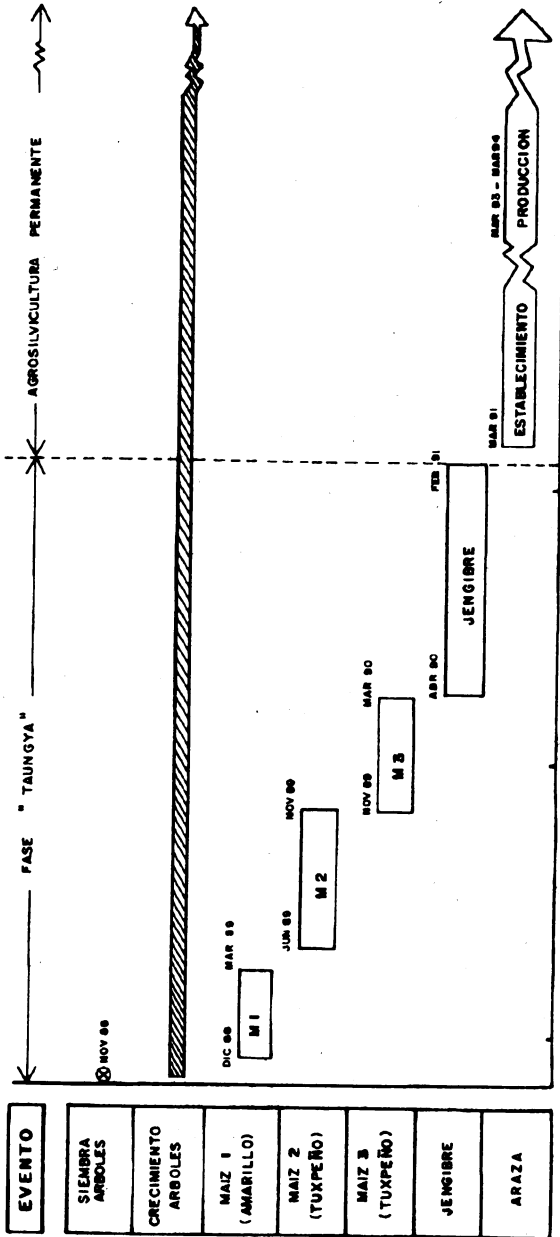


FIGURA 7. Cronograma de asociaciones de laurel y mangium con cultivos agrícolas.

3.2.2 Resiembras

Se realizaron tres resiembra debido a problemas de mortalidad:

- 1) 0-3 meses de la siembra: Resiembras hechas para reemplazar árboles que murieron por diversas causas.
- 2) 5-8 meses de la siembra: Reemplazo de árboles--en su mayoría mangium--anillados por ratas.
- 3) 17 meses de la siembra: Una resiembra tardía.

El esfuerzo de resiembra fue particularmente grave en el caso de mangium, que casi equivale a una renovación completa debido al daño por ratas. Para tratar de controlarlas, se instalaron trampas y cebos pero no dieron resultado.

Se procedió a cubrir los troncos de las plantas de mangium con papel aluminio, pero se tuvo que retirar por estar provocando daños por pudrición. Finalmente se instalaron tubos removibles hechos de láminas de zinc que resultaron eficaces para impedir que el daño continuara, una práctica muy costosa en una plantación comercial.

3.2.3 Podas

La primera poda se realizó a un año de edad para ambas especies. La segunda se hizo sólo para mangium asociada, al año y medio . La tercera poda se hizo de nuevo a las dos especies por igual, a los dos años. Se podaron las ramas más bajas de los tres metros.

3.2.4 Control de plagas y enfermedades silvícolas

Se ha limitado a eliminar los árboles muertos o severamente dañados por diversas causas.

3.2.5 Raleos

Los criterios para la ejecución de los raleos fueron:

- i) Liberar árboles futuros, seleccionados para la cosecha final con base en su buena forma y crecimiento superiores, dejando algunos sobrantes que pudiesen aportar beneficios de sombra lateral sobre los árboles futuros o contribuir al sombrío sobre las malezas;
- ii) reducir la competencia con los cultivos en parcelas agrosilviculturales.

En el caso de mangium no se ralearon todos los árboles marcados debido a que la mortalidad pudiese afectar a árboles futuros;

- iii) eliminar árboles muertos, o enfermos.

A los dos años y siete meses del ensayo (junio 1991) se hizo el primer raleo del laurel en parcelas puras y asociadas y en las parcelas puras de mangium. No se ralearon las parcelas de mangium asociadas en este momento debido a las amenazas de mortalidad de esta especie. Se ejecutó un raleo general en todas las parcelas, casi a los tres años. Hasta junio de 1994 se habían ejecutado hasta cinco raleos a nivel del ensayo. Un subproducto de los raleos han sido los postes cortados y aserrados, algunos de los cuales han servido para el cerco del mismo ensayo.

3.3. MANEJO DE LOS CULTIVOS AGRICOLAS

3.3.1. Maíz

Hubo una cosecha de maíz amarillo previa al ensayo, en octubre de 1988, en un sector de las repeticiones I y II. Por lo tanto, el suelo fue más utilizado allí. Las tres siembras de maíz del ensayo propiamente dicho, se manejaron de acuerdo al nivel promedio de los finqueros de la localidad; por ejemplo, no se aplicó fertilizantes en ninguna de las tres siembras. Sin embargo, hubo algunas particularidades de manejo en las siembras medidas. (Cuadro 2).

MAIZ 1: AMARILLO

Solamente se registraron dos labores : la siembra y la cosecha. Se utilizó el equivalente a 16 kg/ha de semilla. El cultivo fue manejado enteramente por el finquero. No se levantaron datos de sus actividades ni de la producción por tratamiento. La cosecha se realizó a los 116 días de la siembra.

CUADRO 2. Manejo de dos siembras de maíz en parcelas agrosilviculturales.

EVENTO DE MANEJO	FRECUENCIAS		DOSIS GENERAL DE INSUMOS
	MAIZ 2	MAIZ 3	
PREPARACION DEL SUELO			
Chapea	1	1	
Herbicidas			
-Paraquat	1	1	1.6 litros/ha
-Fusilade	1	-	0.9 litros/ha
SIEMBRA			
Semilla			32 kg/ha
Tratamiento semilla			
-Vitavax	1	1	10g/cada 46 kg semilla
-Malathion	-	1	10g/cada 46 kg semilla
Tratamiento al suelo			
-Curater	1	1	22/11 kg/ha
Resiembra	-	1	
MANTENIMIENTO			
Raleo	1	1	
Desyerba	1	1	
Chapea	1	-	

MAIZ 2: TUXPEÑO (Junio 1989-noviembre 1989)

La preparación del suelo incluyó chapea en los parches de malezas altas y aplicación de herbicida selectivo contra gramíneas (Fusilade: 900 cc/hectárea).

Un mes después de estas labores y una semana antes de la siembra, se completó el control con una aplicación de herbicida de contacto (Paraquat: 1.6 litros/ha).

La siembra se realizó en los primeros días de julio de 1989, a 32 kg/ha de semilla, la cual fue tratada con Vitavax (10 g/46 kg semilla); se aplicó un tratamiento al suelo en el golpe de siembra (Curater: 22 kg/ha). A los 27 días de la siembra se hizo desyerba y raleo para dejar 2 matas por golpe. A los 62 días se ejecutó una chapea. El maíz se cosechó a los 120 días de la siembra.

MAIZ 3: TUXPEÑO (Noviembre 1989-marzo 1990)

Tres días después de cosechado el Maíz 2 se hizo la limpieza del terreno y se aplicó herbicida de contacto 10 días después (Paraquat: 1.6 litros/ha). La semilla, a 32 kg/ha, fue tratada con Vitavax (10 g/ 46 kg semilla) y Malathion (10 g/ 46 kg semilla). Se aplicó Curater al suelo (11 kg/ha). El 30 de noviembre de 1989 se sembró a 5 semillas por golpe, con una resiembra a los 6 días. El raleo se hizo a los 18 días, para dejar 2 plantas por golpe de siembra. Se llevó a cabo una desyerba a los 36 días y la cosecha se concluyó a los 125 días de la siembra.

3.3.2. Jengibre

A los 13 días de cosechado el Maíz 3 se procedió a la chapea de preparación para la asociación con jengibre (Cuadro 3). Los camellones de siembra se prepararon manualmente y la siembra se concluyó el 3 de mayo de 1990. A la siembra, se aplicó un fertilizante completo (10-30-10:184 kg/ha) y previendo problemas de nemátodos que pudiesen afectar a la raíz del cultivo, se trató el suelo del golpe de siembra con Counter (75 kg/ha) repitiendo la misma aplicación a los cinco meses de la siembra.

El primer desyerbe se realizó a los 40 días. Se hizo una resiembra a los 56 días. Los subsiguientes desyerbes se realizaron a los 67, 120, 180 días de la siembra.

Las actividades de aporque se realizaron combinadas con las desyerbas y/o aplicaciones de fertilizantes.

A los 90 días, los problemas de enfermedad por pudrición de raíces se tornaron críticos, decidiéndose eliminar las plantas enfermas y desinfectar el suelo removido, con formalina al 10 % (2.0 litros/ha) a los 102 días de la siembra y una segunda aplicación más fuerte, a los 163 días (36 litros/ha). Se decidió enfrentar este problema con un programa de aplicaciones de fungicidas sistémicos y de contacto (Benlate: 1.1 kg/ha; Agrimicin 100: 1.8 kg/ha; Kocide: 2.8 kg/ha). Sin embargo, más adelante se logró identificar a la bacteria *Erwinia sp.* como el patógeno atacante. La productividad y calidad del jengibre se vieron sumamente afectada por la pudrición bacterial.

El jengibre fue el primer cultivo que se fertilizó en la fase "Taungya", utilizándose además del 10-30-10 en la siembra (184 kg/ha), Nutran (total de 368 kg/ha) y 15-3-31 (total de 322 >Kg/ha), haciendo coincidir estas aplicaciones, con los aporques al cultivo.

Se hizo una aplicación de un herbicida quemante (Paraquat: 1.6 litros/ha) a los 68 días, para controlar malezas entre los camellones de jengibre, repitiéndose la aplicación un mes después, a la misma dosis equivalente. A un mes de esta última aplicación, se controló un rebrote de gramíneas aplicando un herbicida selectivo (Fusilade: 1.2 litros/ha).

CUADRO 3. Manejo de jengibre en parcelas agroforestales

EVENTO DE MANEJO	FRECUENCIA	DOSIS DE GENERAL
PREPARACION DEL SUELO		
Chapea	1	
Construcción camellones	1	
SIEMBRA		
Nematicida al suelo:		
-Counter	1	75 Kg/ha
Fertilización:		
-10-30-10	1	184 Kg/ha
Resiembra	1	
MANTENIMIENTO		
Desyerba	4	
Aporques	5	
Chapea	2	
Herbicidas:		
-Paraquat	2	1.6 litros/ha/apl
-Fusilade	1	1.2 litros/ha
Fertilizantes:		
-Nutrán	3	138/138/92 Kg/ha
-15-3-31	3	92/92/138 Kg/ha
Control fitosanitario		
-Formalina 10% al suelo	2	2/36 litros/ha
Fungicidas:		
-Benlate	1	1.1 Kg/ha
-Agrimicin 100	4	0.3-0.5 Kg/ha
-Kocide	1	2.8 Kg/ha
Nematicida:		
-Counter	1	75 Kg/ha

3.3.3. Arazá

A los 19 días de cosechado el jengibre, se llevó a cabo la preparación del terreno para la introducción del arazá en el sistema. Con ésto, se da por concluida la "Fase Taungya" para entrar a la de "Sistema agrosilvicultural permanente". Por ser un cultivo permanente, hemos considerado el manejo del Arazá dividido en "años agrícolas" que van de abril de cada año, al mes de marzo del siguiente (Cuadro 4).

Se iniciaron las labores con una combinación de chapea y aplicación de una mezcla herbicida de 2,4-D y Paraquat (1.5 y 1.0 litro/ha respectivamente), dada la dominación de malezas de hoja ancha, con alguna presencia de gramíneas.

El arazá se trasplantó en marzo de 1991, con plantas de 7 meses de edad. Comenzó su floración 12 meses después, aunque solamente a los 17 meses ya era generalizada a toda la plantación. A efectos de favorecer su fortaleza vegetativa y su formación, se sometió a las plantas a acciones de desflore hasta que la plantación alcanzó la edad de 24 meses. Las cosechas de arazá se iniciaron a partir de abril de 1993.

Malezas: Se han combinado acciones de chapeas y desyerbas con herbicidas selectivos, preemergentes y de contacto, dependiendo de la situación específica, con las siguientes dosificaciones generales: Fusilade: 1.2 litros/ha; Paraquat: 1.0-1.5 litros/ha; 2,4-D: 1.0-1.5 litros/ha; Gesapax: 1.2 litros/ha; Galant: 0.7 litros/ha; Sugarpax: 0.6 litros/ha (Cuadro 4).

Cosechas, plagas y enfermedades: Las cosechas se hacían cada quince días, pero se cambió a régimen semanal dada la velocidad de maduración de los frutos y la presencia de la mosca *Anastrepha sp.* (DIPTERA) principalmente en frutos caídos al suelo.

La frecuencia de la recolección varía, dependiendo de los picos de cosecha. Otra plaga reportada es *Phyllophaga sp.* (ESCARABAEIDAE) en ataque localizado (repeticiones III y IV de parcelas agrosilviculturales) que se trató con una aplicación de Lorsban 4E al pie de planta (1.0 litro/ha). La plaga no siguió afectando a la plantación. Problemas de mortalidad causada por complejos de hongos del suelo (*Phytophthora sp.*, *Phytium sp.*) han reducido severamente las poblaciones efectivas de arazá en los repeticiones III y IV.

Fertilización: En la fase de establecimiento del arazá se hicieron aplicaciones de urea (111 kg/ha), Nutran (49 kg/ha) y de fórmula completa (12-24-12 : 124 kg/ha). En los años agrícolas restantes, se siguió con aplicaciones de fórmulas completas, tratando de aportar menos fósforo, por algunos reportes de su baja presencia en los frutos y su poca demanda por el cultivo (GONZALEZ, 1990).

Podas: Se han realizado dos podas dirigidas a eliminar ramas bajas con el objeto de impedir el contacto de frutos con el suelo, algunos de las cuales alcanzan pesos individuales hasta de 400 gramos. La rama productiva tiende a agobiarse mucho por esta razón. La planta ha reaccionado bien a las podas, como se ha reportado para otros sitios (GONZALEZ, 1990), con brotaciones que requieren nuevo ordenamiento.

CUADRO 4. Manejo de arazá en parcelas agrosilviculturales.

	Frecuencia por año agrícola*			Dosis general de insumos
	91/92	92/93	93/94	
PREPARACION DEL TERRENO				
Chapeas	1	-	-	
Herbicidas:				
-2,4-D	1	-	-	1.5 litros/ha
-Paraquat	1	-	-	1.0 litros/ha
SIEMBRA				
Estaquillado, hoyado	1	-	-	
MANTENIMIENTO				
Chapeas				
-Laurel+arazá	4	5	4	
-Mangium+arazá	3	4	6	
Rodajas				
-Laurel+arazá	1	6	2	
-Mangium+arazá	2	5	2	
Podas levantamiento	-	1	1	
Desfloré (# eventos)	-	13	-	
Control fitosanitario	-	-	3	
Resiembras (#plantas) -	-	-	77	
Herbicidas:				
-Fusilade	3	-	-	1.2 litros/ha/apl
-Paraquat	5	1	4	1.0-1.5 litros/ha/apl
-2,4-D	3	-	-	1.0-1.5 litros/ha/apl
-Gesapax	1	1	2	1.2 litros/ha/apl
-Galant	-	1	1	0.7 litros/ha/apl
-Sugarpax	-	-	2	0.6 litros/ha/apl
Fertilización:				
-Urea	1	-	-	111 kg/ha
-Nutrán	1	1	-	49/155 kg/ha
-12-24-12	1	1	-	124/67 kg/ha
-15-3-31	-	1	-	92 kg/ha
-20-7-12	-	-	2	248 kg/ha
Insecticidas:				
-Lorsban 4E	-	-	1	1.0 litros/ha

* Año agrícola: de abril de cada año a marzo del siguiente.

4. CRECIMIENTO MADERABLE Y PRODUCCION AGRICOLA: RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. MORTALIDAD DE LOS ARBOLES EN LA FASE DE ESTABLECIMIENTO

El factor principal de mortalidad durante el establecimiento de mangium fue un roedor, la rata de la caña, *Sigmodon hispidus*, CRICETIDAE (ARGUEDAS, 1994). Se realizaron resiembras hasta los 19 meses del establecimiento para enfrentar este problema. Las resiembras hechas más allá del primer año deben ser consideradas como mortalidad dado que en una plantación comercial no se recomienda resembrar después del primer año.

La mortalidad en los tres primeros meses fue de 23% para mangium y de 7% para laurel; entre 4-8 meses, 73% para mangium y 2% de laurel; y entre 9-19 meses, 5% de mangium y 2% de laurel (valores para todo el ensayo incluyendo bordes). La gran diferencia entre laurel y mangium ocurrió entre los 4 y 8 meses del establecimiento, por el ataque de las ratas, que hizo necesario resiembras en el 27 % de las posiciones en el tratamiento de mangium pura y el 62 % de mangium asociada (Cuadro 5). El daño a mangium asociado fue mucho más serio en la repetición II con 96% de posiciones resemebradas que en la repetición III con 43% (Anexo 3). Después de las resiembras quedó un 50% de los árboles de la siembra original de mangium y 88% de los laureles. Daños por ratas al mangium también han sido reportados en zonas secas de Costa Rica (JIMENEZ y PICADO, 1987).

CUADRO 5. Porcentaje* de posiciones resemebrados

Periodo resiembra	Laurel puro	Mangium puro	Laurel asociado	Mangium asociado
0 - 3 meses	7	9	4	3
4 - 8 meses	1	27	1	62
9 - 19 meses	7	4	3	5
Total	14	39	8	71

* Dado que se resemebraron algunas posiciones más de una vez, el número total de árboles resemebrados es más alto que lo indicado por estas cifras. Las diferencias en los totales se deben al redondeo.

El porcentaje de posiciones donde fue necesario resemebrar laurel durante los primeros 2 años varió entre secciones del ensayo, con menos de 11% considerando todas las parcelas de laurel asociada y las repeticiones I-III de laurel puro (Anexo 3); sin embargo, en la repetición IV de laurel puro, esta cifra alcanzó un 29%, por aparentes problemas de drenaje (observación del dueño, don Ignacio Pavón) y compactación del suelo (NIEUWENHUYSE, 1994).

4.2. CAMBIOS EN LA DENSIDAD DE LOS ARBOLES ESTABLECIDOS

La población inicial sufrió cambios debido a factores como mortalidad y raleos. En mangium, no es posible separar estos datos, puesto que los árboles que murieron o que estaban muriendo, fueron raleados entre mediciones.

La mayoría de mangium raleada fue eliminada; para reducir la propagación de las enfermedades radiculares.

Por esta razón la densidad de mangium puro a los 5 años es más baja que laurel puro. Mangium fue severamente dañada por hongos de raíz, particularmente *Rosellinea sp* (**XYLARIACEAE**), que causa muerte descendente (ARGUEDAS, 1993). Se observó mayor mortalidad de mangium en parcelas puras que asociadas. Eso puede explicarse por la fácil propagación de enfermedades radiculares en poblaciones más densas y/o por el menor vigor de árboles en parcelas puras.

También se reportó la aparición de chancro en mangium, causado por *Nectria sp* (**HYPOCREACEA**), que rara vez causa la muerte del árbol. Algunos individuos de mangium fueron afectados en el follaje y tronco, por perforaciones atribuidas a la "abeja Congo" *Trigona fuscipennis* (**APIDAE**) pero sin consecuencias comerciales (ARGUEDAS, 1993).

Hasta los cinco años, hubo una mortalidad del 26 % en la repetición IV del laurel puro, comparado con una mortalidad promedio del 7% en el resto de parcelas de laurel puro. De nuevo se piensa que eso se debe a las malas condiciones físicas del suelo en la repetición IV.

A los cinco años, la densidad se redujo al 42 y el 35 % de las poblaciones iniciales de laurel y mangium puros y al 46 % para ambas especies en las parcelas asociadas (Cuadro 6). Las densidades actuales de 258 árboles por hectárea en las parcelas asociadas y de 385 y 465 árboles por hectárea de laurel y mangium puros respectivamente, y en referencia a una densidad final recomendada de 200 árboles por hectárea, señalan la baja intensidad de raleos futuros en las asociadas y de más del 50 % en las parcelas puras.

Las parcelas de mangium en repetición IV fueron eliminadas por razones sanitarias antes de los cinco años. Por lo tanto no están consideradas en el cálculo de las densidades a los cuatro y cinco años (Cuadro 6). Tomando en cuenta la pérdida total de estas dos parcelas, la densidad promedio de mangium puro y asociada a los cinco años baja a 289 y 194 árboles/ha; o sea a 26 y 35% de las poblaciones iniciales respectivamente.

CUADRO 6. Densidades de los tratamientos (árboles/ha)

Edad (años)	Tratamiento			
	Laurel puro	Laurel asociado	Mangium puro	Mangium asociado
0	1111	556	1111	556
1	1111	556	1111	531
2	1049	541	1071	531
3	856	417	788	362
4	777	258	529*	284*
5	465	258	385*	258*

* Promedios de tres parcelas

La mortalidad de mangium en este sitio constituye una seria limitación para el uso de la especie. No se debe recomendar esta especie para suelos aluviales en esta zona. Además, se mostró muy susceptible al daño por ratas durante su primer año.

La necesidad de escoger sitios apropiados para laurel fue demostrada una vez más por la variación entre parcelas en la mortalidad inicial.

4.3. CRECIMIENTO EN ALTURA

Dado que el crecimiento en altura no es afectado por la densidad de siembra, considerando los rangos involucrados en este estudio, se utiliza la altura dominante (la altura promedio de los 100 árboles por hectárea con mayor diámetro) como índice de la calidad del sitio. Por lo tanto, un contraste del crecimiento en altura de árboles puros contra asociados demuestra si la opción agrosilvicultural ha mejorado las condiciones para los árboles, independientemente de la diferencia entre las densidades.

A la edad de cinco años hubo poco efecto del asocio en el crecimiento en altura de mangium (Figura 8). En contraste, los laureles asociados tuvieron 3.4 metros más de altura que laureles no asociados. Estos resultados confirmaron que laurel es muy sensible a las condiciones del sitio (LUJAN y CAMACHO, 1994), a diferencia de mangium, que no demostró ninguna respuesta al mejoramiento de las condiciones del sitio (menor competencia de malezas, fertilización, etc.).

En plantaciones puras mangium creció más en altura que laurel, mientras que en asocio no hubo diferencia. Los crecimientos en la repetición IV fueron menores, debido a las malas condiciones del suelo, acompañadas de fuertes problemas fitopatológicos.

Las tasas de crecimiento en altura de mangium, con un incremento medio anual (IMA) de 3.4 y 3.6 m/año, son buenas comparadas con datos de otros estudios (LUJAN y CAMACHO, 1994; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 1983; PARRAGUIRRE y SALAZAR, 1992). El crecimiento de laurel, con IMA de 2.8 y 3.5 m/año es excelente comparado con promedios de 2 m/año (0-5 años) en sistemas

agrosilviculturales tradicionales en la vertiente Atlántica de Costa Rica (SOMARRIBA y BEER, 1986).

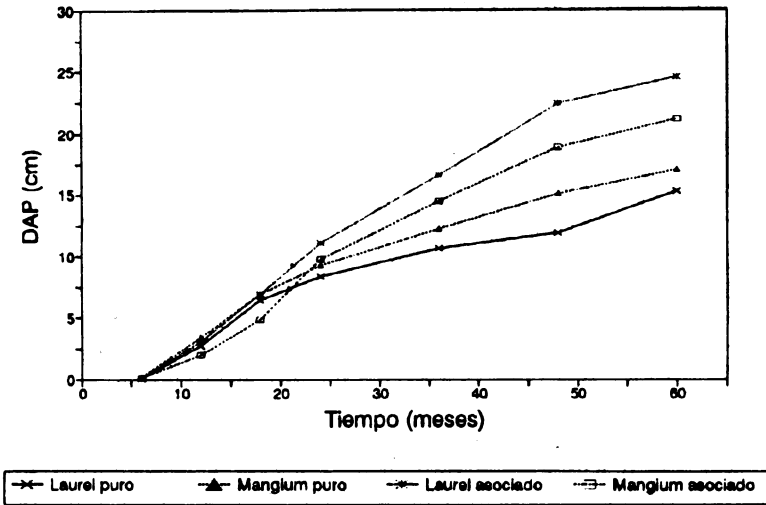


FIGURA 8. Crecimiento en altura de laurel y mangium

Estos nuevos resultados son semejantes a los resultados para laurel en linderos en la misma zona (IMA 2.9 m/año; KAPP *et al*, 1994) pero más bajos de los valores de 4.1 - 4.3 m/año (edades 3-4 años) observados en un sistema agrosilvicultural "laurel-plátano-cacao" establecido en Bocas del Toro, Panamá (SOMARRIBA *et al*, 1994).

La sensibilidad de laurel a las condiciones del sitio está claramente ilustrada por el crecimiento superior en altura en las parcelas asociadas.

Mangium no respondió a las diferencias de sitio debido al asocio. Las tasas de crecimiento en altura de los dos especies forestales fueron buenas.

4.4. CRECIMIENTO EN DIAMETRO

A los 18 meses el diámetro promedio de mangium pura era 1.7 cm mayor que el de mangium asociada (Figura 9), lo cual sugiere un posible efecto negativo del asocio con maíz o bien una consecuencia de la tasa más alta de resiembra en las parcelas asociadas. A partir de los dos años, cuando se supone que el incremento de competencia entre los árboles empezó a tener efectos negativos, se nota que los asociados crecían más en diámetro que en los puros. A los cinco años la diferencia en DAP fue de un 23 % a favor de los árboles asociados.

Los datos para alturas, no demuestran ninguna diferencia atribuible al manejo dirigido a los cultivos agrícolas. Al parecer, el factor principal que afectó el crecimiento en DAP de mangium, fue la densidad de siembra.

Hay reportes sobre efectos negativos en crecimiento de laurel, con combinaciones simultáneas de algunos cultivos (VEGA 1978; AGBEDE s.f.). Sin embargo, a diferencia de los resultados con mangium, los datos de crecimiento diamétrico de laurel no demuestran ningún efecto negativo del asocio con maíz (0-18 meses).

A los 5 años, los laureles asociados tuvieron un DAP promedio 60% más alto que el DAP promedio en las parcelas puras, lo cual podría explicarse debido a la diferencia en densidades y al aprovechamiento del manejo agronómico.

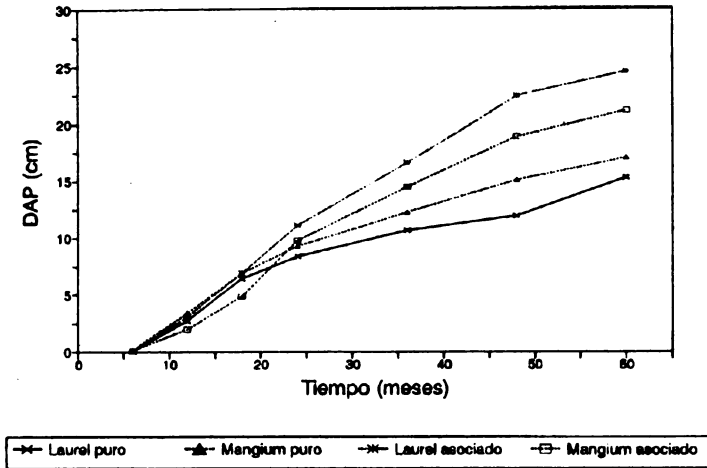


FIGURA 9. Crecimiento en diámetro del tallo (DAP) de Laurel y Mangium

El contraste entre laurel y mangium en parcelas puras no demuestra gran diferencia (a los 5 años 15.2 y 17.0 cm, respectivamente). En parcelas asociadas la diferencia es más grande y a favor de laurel (24.5 respecto a 21.1 cm de mangium) (Figura 9).

El crecimiento diamétrico de laurel asociado, de 4.9 cm/año durante los primeros 5 años, fue excelente comparado con su crecimiento en sistemas agrosilviculturales tradicionales en la zona (3 cm/año; SOMARRIBA y BEER, 1986). También superó los 4.1 cm/año obtenido en linderos de 4 años en la zona, (KAAP *et al*, 1994) pero era menor que los 6.5 - 6.7 cm/año (edades 3-4 años) observados en un sistema experimental de laurel-cacao-plátano en Bocas del Toro, Panamá (SOMARRIBA *et al*, 1994). Los crecimientos promedio en el DAP de mangium, de 3.4 - 4.2 cm/año, fueron buenos en comparación

con resultados en otros países de 2.4 - 4.1 cm/año para árboles de edades 4-6 años (CATIE, 1992).

Considerando solamente los DAP, el crecimiento de mangium en plantaciones puras (3 x 3 m) es igual o mejor que laurel pero éste da mejor resultado cuando los maderables están asociados. Laurel es muy sensible a las condiciones de la plantación (manejo agronómico del sitio y densidad) dando una respuesta mucho más fuerte que mangium cuando se reduce la densidad a 6 x 3 m y se mejoran las condiciones por medio del asocio con cultivos.

Ambas especies lograron el mejor crecimiento diamétrico con densidades más bajas, lo que indica que se podrían obtener crecimientos individuales más rápidos, con raleos más tempranos y/o más intensivos que los practicados en este ensayo: entre el segundo y quinto año se raleó la mitad de los árboles en todos los tratamientos (Cuadro 6). De todas formas, hay que tomar en cuenta la productividad por hectárea y algunos efectos negativos de la apertura de espacios, tales como más gastos en control de malezas y las tendencias a una mayor ramificación.

4.5. AREA BASAL DE LOS MADERABLES

Se utiliza el área basal por hectárea como índice de la competencia debido a los árboles. Es la suma de las áreas de la sección transversal de los tallos, "a la altura del pecho" (1.3 m del suelo). Cuando el área basal de una plantación forestal pasa un valor crítico, (que depende de muchos factores como especie, sitio y productos deseables), se debe ralear. En el caso de los sistemas agrosilviculturales hay poca información respecto al valor crítico, pero se sabe que debe ser mucho

menos que en el caso de una plantación pura, para que el cultivo asociado sea productivo.

Estudios sobre los sistemas agrosilviculturales tradicionales, como laurel-café y laurel-cacao, dan algunos puntos de referencia respecto al área basal deseable para el componente arbóreo (BEER *et al*, 1981; SOMARRIBA y BEER, 1986). Se puede sugerir que el área basal de laurel en sistemas agrosilviculturales no debe pasar de 10 m²/ha y calcular el número deseable de árboles/ha para diferentes DAP promedios (Cuadro 7). Utilizando este criterio se concluye que hace falta otro raleo en el tratamiento laurel asociado, que tenía 258 árboles/ha con DAP promedio de 24.5 cm a la edad de cinco años.

CUADRO 7. Densidades máximas para no exceder un área basal de 10 m²/ha.

DAP promedio (cm)	10	15	20	25	30	35
Densidad (árboles/ha)	1273	566	318	204	141	104

La respuesta del arazá a la competencia con laurel podría ser muy diferente a la de café o cacao y por lo tanto el área basal deseable podría variar. Además, dado que la sombra de mangium es más densa que la sombra de laurel, es probable que el área basal deseable para sistemas agrosilviculturales con mangium deba ser menor. Es decir, que en situaciones donde la cantidad de luz limita la productividad del cultivo asociado, el asocio con laurel sería más recomendable que el asocio con mangium.

El área basal (o mejor el volumen) puede servir mejor que el DAP para indicar productividad, ya que DAP podría tener un valor alto debido a una baja densidad de árboles y por lo tanto, baja competencia. Por ejemplo, a los 5 años el DAP de mangium asociada fue 4.1 cm mayor que mangium puro, pero los valores del área basal de 9.2 y 9.1 m²/ha, respectivamente (Figura 10), sugieren que la productividad por unidad de área fue similar. Cuando se incluyen los árboles eliminados en el primer raleo, los valores aumentan a 9.9 y 10.5 m²/ha, respectivamente.

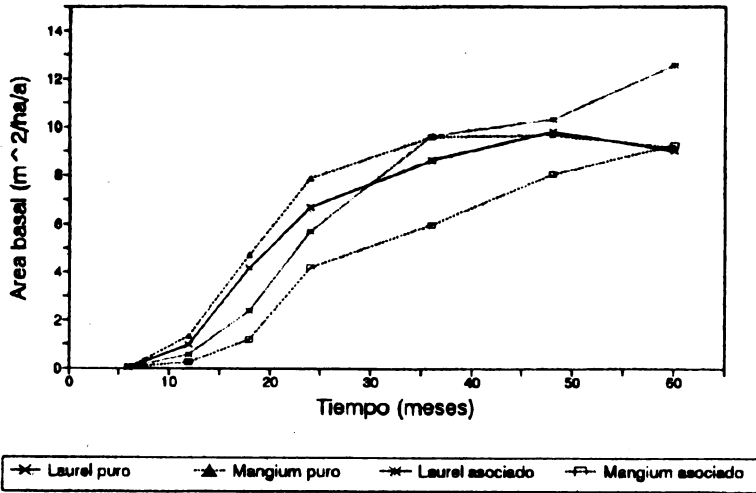


FIGURA 10. Crecimiento en área basal de laurel y mangium.

Si se toma en cuenta que fue necesario eliminar una parcela de mangium de cada tratamiento de esta especie (debido a la enfermedad radicular), sus valores de área basal se reducen por un factor de $3/4 = 0.75$. Con lo que resulta que laurel ha dado mejores resultados que mangium, especialmente en las parcelas asociadas.

Los valores para área basal demuestran una productividad maderable superior en el tratamiento laurel asociado, a pesar que tiene menos árboles por hectárea que los tratamientos de maderables puros. Estos valores sugieren que en este sitio y para esta especie hace falta otro raleo entre los años 5-6.

4.6. VOLUMEN TOTAL DE MADERA

En el volumen total (m^3/ha) hubo diferencias mucho más grandes entre tratamientos que en el área basal, debido a las diferencias en alturas (Figura 11). Por ejemplo, a los cinco años, laurel asociado tuvo un 50 % más de volumen que los otros tratamientos aunque su área basal era solamente 25% mayor.

Los volúmenes medidos de 62 y 64 m^3/ha a los cinco años en las parcelas puras muestran tasas de crecimiento pobres ($12 m^3/ha/año$) para un sitio fértil como es el caso de este ensayo. La productividad del tratamiento laurel asociado, de 19 $m^3/ha/año$ es excelente considerando que la madera no es el único producto de este tratamiento. Esta productividad es igual a la mejor observada en sistemas agrosilviculturales tradicionales en la zona (SOMARIBA y BEER, 1986).

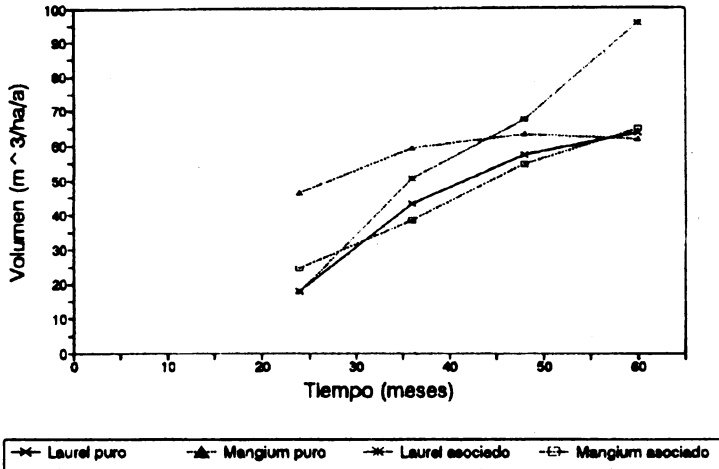


FIGURA 11. Crecimiento en volumen de laurel y mangium en el Taungya, Olivia.

En contraste, la productividad de mangium es baja comparándola con otros resultados (CATIE, 1992). Si se toma en cuenta la pérdida de las parcelas de mangium en la repetición IV, su productividad fue apenas $9 \text{ m}^3/\text{ha}/\text{año}$ a la edad de cinco años.

La productividad de madera, no demuestra alguna ventaja en asociar mangium con cultivos. Sin embargo, cuando la productividad maderable no varía, el hecho de tener menos árboles de mayor tamaño es favorable para la explotación y/o implica un turno forestal más corto. En mangium, la madera estaba contenida en menos árboles en las parcelas agrosilviculturales que en las puras (258 vs 385 árboles/ha respectivamente). Si esta diferencia se mantuviese hasta el final del turno, implicaría una ligera ventaja para las parcelas

agrosilviculturales. Laurel asociado tuvo una productividad 50 % superior en contraste con laurel puro, con una diferencia en densidad aún más marcada (258 vs 465 árboles/ha, respectivamente).

En cuanto a la productividad de madera a los 5 años de edad, el tratamiento de laurel asociado fue muy superior a los demás tratamientos.

4.7. PRODUCCION AGRICOLA

Cada cultivo se manejó de acuerdo a sus necesidades. Por lo tanto no se pretendió controlar todos los factores para poder determinar el comportamiento de alguno en particular (p.e. las especies maderables) siguiendo las reglas exigidas en las estaciones experimentales. De allí que no se puedan atribuir las diferencias que se encuentren en los resultados, al efecto de la especie forestal: podrían ser consecuencia de las diferencias en manejo.

En el caso de los cultivos agrícolas, su producción podría ser más alta a plena luz o con menor sombreamiento, pero el propósito del ensayo no es estudiar la respuesta de estas especies agrícolas a diferentes grados de sombra, sino el de lograr un sistema de reforestación más rentable y que asegure un flujo de efectivo para el finquero.

4.7.1. Producción de maíz

La primera cosecha de maíz amarillo no fue medida debido a las diferencias entre la población de las parcelas. Rindió un equivalente a 1500 kg/ha en toda el área disponible (datos del finquero colaborador). Esta cosecha fue prácticamente a cielo abierto para el maíz asociado y es poco probable que hubiese diferencias entre los tratamientos de

mangium o laurel asociado en este periodo, debido al pequeño tamaño de los árboles.

El tratamiento de mangium asociada logró mejores rendimientos de maíz en las dos rotaciones medidas respecto a laurel asociado (Cuadro 8).

A pesar de la mayor densidad de maíz en las parcelas puras, no hubo mucha diferencia entre maíz puro, maíz asociado con mangium y maíz asociado con laurel, similar a algunas experiencias reportadas (BARRERA 1985).

CUADRO 8. Producción agrícola Fase "Taungya" (kg/ha)

TRATAMIENTO	MAIZ 2	MAIZ 3	JENGIBRE	Arazá
Laurel asociado	2490	1190	8970	19200
Mangium asociada	2790	1980	7930	16000
Cultivo Puro	2380	1860	23560	24400

Maíz: Grano a 13% humedad; Jengibre: peso de raíces sanas, limpias, y frescas, Arazá: peso fresco de fruto.

Aunque se trató de mantener los niveles de manejo semejantes en las dos fechas de siembra, la caída de la productividad para la tercera cosecha de maíz fué muy fuerte, incluso en el caso de las parcelas puras de este cultivo. Hay que tomar en cuenta que es una tercera cosecha sin fertilización. Ensayos de asociaciones en Taungya normalmente no repiten los cultivos tantas veces, siendo común rotar distintos cultivos, por ejemplo, maíz y frijol (PADILLA, 1990).

A los 12 meses de edad de los árboles, cuando se cosechó Maíz 2, ambos componentes tenían alturas promedios de unos 2.5 metros, es decir, había poco sombreado vertical sobre el cultivo. Durante el desarrollo de Maíz 3, los árboles habían logrado alturas de 4 - 6 m lo que haría esperar un aumento en el grado de sombreado sobre el cultivo. Pero no se encontraron efectos de las distancias de siembra del maíz respecto a las líneas de árboles, en las respectivas rotaciones; de acuerdo a ello el efecto de competencia sobre el maíz tiende a neutralizarse en la producción promedio, aun con las variaciones individuales de competencia.

El maíz aparentemente produjo menos en asociación con laurel que con mangium; sin embargo, en este sitio la respuesta del laurel como especie forestal es muy superior a la de mangium. Para un finquero puede resultar satisfactorio obtener un promedio de unos 1800 kg/ha de maíz en dos siembras asociado con laurel, que 2400 kg/ha en asociación con una especie forestal con los problemas ya reportados de mangium. En aquel caso, el maíz obtenido sería un beneficio adicional y escaso riesgo, al crecimiento del laurel, una de las ventajas características de los sistemas Taungya (COMBE, 1981).

4.7.2. Producción de jengibre

Debido a que los árboles ocupan parte del área de las parcelas agrosilviculturales, el número de plantas por hectárea de jengibre asociada equivale al 50% de jengibre puro. Eso es parte de la explicación de la productividad más alta en las parcelas puras (Cuadro 8).

Además se esperaría que la productividad agrícola de cultivos sembrados puros sea mayor que sembrados en sistemas Taungya (COMBE,1981). Los rendimientos de jengibre en las parcelas con laurel fueron ligeramente superiores a la asociación con mangium.

Jengibre es un cultivo de alta demanda de mano de obra y de manejo intensivo, especialmente por sus problemas fitosanitarios. El aspecto crítico es la desinfección de la semilla y del suelo. En las condiciones del ensayo, se hizo una aplicación de nematicida y posteriormente varias de fungicidas. Sin embargo, el principal problema fue una bacteria, que obligaría a la búsqueda de material tolerante, obras de drenaje, etc., con elevación muy significativa de los costos de manejo.

La remoción de suelo que exigió la siembra y cosecha de jengibre a los 17 y 28 meses de edad de los árboles aumentó los riesgos de daño físico y de propagación de enfermedades radicales silvícolas. Esto es más crítico en el caso de mangium, por su susceptibilidad a este tipo de patógenos. De acuerdo a ello, sería lógico descartar una asociación de jengibre con mangium en esta fase de desarrollo.

Tratándose del laurel, la decisión dependerá de los márgenes de ingresos netos que ofrezca el jengibre, con un rendimiento esperado, de acuerdo a los resultados observados, menores a las 9 toneladas por hectárea. En todo caso, los espacios abiertos entre las líneas de laurel pueden ser mejor aprovechados por el jengibre cuando los laureles tienen un año, que con doseles mayores a los dos años. Es decir, sería recomendable acortar la fase Taungya y adelantar el uso del jengibre en las rotaciones.

La disposición del finquero de alargar el tiempo de manejo de cultivos para el beneficio de los maderables dependería en parte del balance de mano de obra. Precisamente una de las ventajas mencionadas frecuentemente para el sistema Taungya, es el hecho de no demandar cambios drásticos en los sistemas tradicionales y la poca incidencia en el uso total de la mano de obra (BRIENZA, 1983).

Una asociación árboles- cultivos que sobrepase estos niveles de manejo "tradicionales", tendría que presentar incentivos extras que compensen la necesidad de los cambios.

4.7.3. Producción de arazá

En el caso de este frutal, no es apropiado sacar conclusiones definitivas sobre cosechas medidas en un corto período (Nov.93-Oct.94) y a una edad temprana de la plantación (un poco más de tres años). Las cifras de producción deben interpretarse bajo esa consideración.

En el período mencionado, el arazá asociado con mangium había producido el equivalente a 307 kg/ha/semana, mientras arazá-laurel produjo 369 kg/ha/semana. Como referencia, las parcelas de arazá "puras" estaban produciendo 470 kg/ha/semana (VAN KANTEN, R.; datos no publicados).

La apertura de espacios debido a la mortalidad de mangium ha reducido la competencia entre esta especie y el arazá. Por ejemplo, a los cinco años el área basal de mangium asociada fue 75 % del laurel asociado. Sin embargo, en mayo de 1994 se notó en el campo, que el sombreado de laurel era menor que mangium y era probable que esta diferencia se mantuviese si no hay más mortalidad de mangium, aun con el nuevo follaje del laurel.

Con la producción medida hasta octubre 1994, arazá bajo laurel estaría produciendo 19.2 t/ha/año, arazá bajo mangium unas 16.0 t/ha/año y arazá pura 24.4 t/ha/año. Estos valores se refieren a plantaciones sin mortalidad debida a enfermedades radiculares (repeticiones I y II). El valor monetario de este tonelaje puede resultar muy significativo para los finqueros de la zona, si se logra un mercado seguro para la pulpa del arazá³.

Un finquero interesado en el cultivo del arazá debe considerar algunos factores que pueden afectar su productividad: su sistema radicular es atractivo para plagas del suelo como Joboto (*Phylophaga sp*) y es susceptible al ataque de hongos de raíces (*Phytophthora sp*, *Phytium sp*); su fruto es atacado por larvas de la guayaba (*Anastrepha sp*); su cosecha requiere un uso intensivo de mano de obra, lo cual puede ser una ventaja si la actividad es rentable, para generar empleo particularmente de mano de obra femenina, en las cosechas y procesamiento.

Se deben buscar materiales genéticos resistentes a plagas y enfermedades, por ejemplo, mediante la identificación de variedades en la masa poblacional de las plantaciones de arazá y su reproducción asexual.

³ Estimaciones preliminares derivadas del procesamiento que se ejecuta, señalan un rendimiento del 60% de pulpa respecto al peso fresco del fruto.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

1. **Arboles asociados con cultivos agrícolas (sistemas agrosilviculturales) obtuvieron mejores índices de crecimiento y sobrevivencia que en reforestación pura. Laurel presentó mejores índices de crecimiento y sobrevivencia que mangium, como componentes maderables de sistemas agrosilviculturales.**
 - 1.1. La alta mortalidad de mangium debida a enfermedades radiculares asociadas a problemas de drenaje en el sitio del ensayo, la excluye para su uso en suelos aluviales de esta zona. Asimismo, esta especie se mostró muy susceptible al ataque de ratas durante sus dos primeros años. Laurel consiguió los mejores índices de sobrevivencia.
 - 1.2. El crecimiento diamétrico y de altura de mangium asociado con maíz a los 18 meses, fueron menores que para mangium en plantación pura. Esto podría ser un efecto de la intensidad de las resiembras de mangium en las parcelas asociadas. El crecimiento inicial de laurel no fue afectado por el asocio con maíz.
 - 1.3. Hubo mayor crecimiento diamétrico de los árboles a densidades menores. Esto sugiere la necesidad de raleos más tempranos que los practicados en el ensayo, pero deben considerarse las desventajas que conlleva esa decisión, principalmente el aumento de eventos de control de malezas y las tendencias a una mayor ramificación, de los árboles lo que aumentará a su

- vez la necesidad de podas en parcelas asociadas con cultivos agrícolas.
- 1.4. En plantaciones puras (a 3 x 3m) el crecimiento de mangium fue similar al de laurel. En parcelas asociadas mangium creció menos que laurel.
 - 1.5. Laurel creció más en altura en las parcelas asociadas que en las puras, lo que demuestra su respuesta al mejoramiento de las condiciones del sitio. Mangium no respondió a esas condiciones.
 - 1.6. A los cinco años, los valores para el área basal demuestran una productividad mayor en el tratamiento laurel asociado, a pesar que tiene menos árboles por hectárea que las parcelas puras. En cuanto a la productividad de la madera, el tratamiento de laurel asociado fue muy superior a los demás tratamientos.
- 2. Cultivos agrícolas en sistemas agrosilviculturales pueden lograr productividades razonables, aunque sería lógico esperar mayores rendimientos cuando se cultivan "puros". Es muy importante la selección de cultivos y su rotación de acuerdo al desarrollo de los árboles.**
- 2.1. Las rotaciones de maíz rindieron mejor asociadas con mangium, lo que se puede atribuirse al "retraso" producto de las fuertes resiembras de esta última en las fases de establecimiento, lo que habría favorecido al cultivo. Los rendimientos tienden a decrecer en la tercera rotación y para ambas especies. Esto puede ser consecuencia aparente de algún o algunos factores o combinación de factores tales como la ausencia de fertilización

en tres ciclos y la competencia de los árboles por luz y nutrientes.

- 2.2. El jengibre rindió más asociado con laurel que con mangium, aunque su productividad debe calificarse como baja por las limitaciones de la penumbra ofrecida por los doseles de ambas especies maderables. Para disminuir los riesgos de daños a las raíces de los árboles maderables, en el caso de sistemas agrosilviculturales, sería preferible introducir temprano un cultivo como jengibre. La rotación podría ser: Maíz-maíz-jengibre-arazá. Esto reduciría la fase del Taungya y adelanta la introducción del sistema agroforestal permanente.
- 2.3 Arazá está rindiendo prácticamente igual bajo laurel y mangium, con productividades atractivas para un eventual mercadeo.
3. **Es necesario conocer mejor la fenología del arazá y prestar atención a sus problemas de plagas y enfermedades. Eso incluye un eventual trabajo de selección y reproducción asexual de materiales superiores.**
4. ✓ **La reforestación con maderables mediante la instalación de sistemas agrosilviculturales presenta mayores ventajas que la reforestación pura, en las condiciones del ensayo. El sistema agrosilvicultural con laurel asociado a una secuencia de maíz (hasta dos siembras), jengibre y arazá, es el recomendable para la zona del estudio, en terrenos bien drenados y sin problemas de compactación. Debe descartarse mangium como especie de reforestación para este tipo de sitios.**

RECONOCIMIENTOS

El apoyo técnico y financiero fue proporcionado por CATIE y GTZ (Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit GmbH). Se reconoce el trabajo de campo de George Hudson Chollete, la contribución técnica de Wilbert Campos, Ricardo Luján, Ruddy van Kanten y Eduardo Somarriba y la excelente colaboración proporcionada por Ignacio Pavón. Arnim Bonnemann contribuyó en la coordinación general en su función de líder del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ. El CITA ha apoyado evaluaciones sobre el procesamiento y mercadeo del arazá. Eduardo Somarriba hizo aportes en la revisión del documento.

6. LITERATURA CITADA

- AGBEDE, O.O.** Crop productivity and competitive relations under Taungya Farming in Southern Nigeria. Forestry Research Institute of Nigeria. Ibadan. Mimeo. 18 p.
- ARGUEDAS, M.** 1993. Diagnóstico y recomendaciones de manejo de problemas fitosanitarios en especies forestales del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ. Cartago, Costa Rica. ITCR. 44 p. Informe de consultoría.
- BARRERA G., L.E.** 1985. Comportamiento de tres especies forestales bajo dos métodos de reforestación, en San Andrés Itzapa, Chimaltenango, Guatemala. . Universidad de San Carlos de Guatemala. Tesis de grado. Fotocopia. 92 p.
- BEER, J.; CLARKIN, K.; DE LAS SALAS, G; GLOVER N.** 1981. A case study of traditional agroforestry practices in a wet tropical zone: The La Suiza project. In: Chavarría M. , Ed. Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de la América Tropical. San José, Costa Rica, CONICIT/ Asociación Interciencia/SCITEC. pp. 191-209.
- BEER, J.; KAPP, G; LUCAS, C.** 1994. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. plantaciones puras. Serie Técnica. Informe Técnico No. 230. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 26 p.

- BRIENZA, S. et al.** 1983. Consideraciones biológicas e económicas sobre un sistema de producción silvo-agrícola rotativo en la región del Tapajós. In: Boletim de Pesquisa No. 50. Febrero 1993. Centro de Pesquisa Agropecuaria do Trópico Umido. Belem, p.a. Brazil. p 3-22.
- CATIE.** 1992. Mangium (*Acacia mangium*)- Especie de árbol de uso múltiple en América Central. Colección de guías silviculturales No. 5. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 54 p.
- COMBE, J.** 1981. Taungya reforestation at CATIE, Turrialba, Costa Rica: *Terminalia ivorensis* with annual crops and perennial crops. In : Agroforestry: Proceedings of a Seminar Held in CATIE, Turrialba, Costa Rica. pp 58-60. Fotocopia.
- DJAZULL S, WELNLAND, G; SOEYLTON S.** 1985. The effect of the initial spacing on the form, structure and yield of a young *Acacia mangium* stand at PT. ITCI, Kenangan. Forestry and forest products GFG report No. 3. Mulawarman University, Samarinda, Indonesia. pp 33-65.
- ESPINOZA, M.** 1992. Informe de inspecciones realizadas a las organizaciones de Talamanca y sus situación general hasta junio 92. DECAFOR-DGF, Guápiles, Costa Rica. s.p.; Informe interno no publicado.
- GONZALEZ, J.** 1990. El cultivo de Arazá en sistemas de producción.. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. Iquitos, Perú. Fotocopia. 23 p.
- JIMENEZ, V.; PICADO W.** 1987. Algunas experiencias con *Acacia mangium* en Costa Rica. Silvoenergía No.22 4p.

- KAPP, G.** 1989. Perfil ambiental de la Zona Baja de Talamanca, Costa Rica. Informe Técnico No. 155. Proyecto de Cooperación Agroforestal CATIE-GTZ-DGF. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, Turrialba, Costa Rica. 97 p.
- KAPP, G; BEER, J; LUJAN, R.** 1994. Timber tree plating trials on farm boundaries in the Atlantic lowlands of Costa Rica and Panama. Part I: Trial establishment and tree growth. In preparation.
- KING, KFS.** 1968. Agri-silviculture (The taungya system). Ibadan, Nigeria, Department of Forestry, University of Ibadan. 109 p.
- LUJAN, R; BEER, J; KAPP, G** 1994. Manejo y crecimiento de linderos en el Valle de Sixaola, Talamanca, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico. CATIE, Turrialba, Costa Rica (En preparación).
- LUJAN, R ; CAMACHO, A** 1994. Manejo y crecimiento de linderos: resultados de ensayos del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ de tres especies maderables en la zona de Talamanca, Costa Rica. Serie Técnica. Informe Técnico No. 224. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 94 p.
- MORROBEL, J C** 1989. Comportamiento de *Acacia mangium* Willd. en diferentes sistemas de plantación manejados por pequeños agricultores en Zambrana, Cotui, Republica Dominicana. M.Sc. Tesis. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL.** 1993. Mangium and Other Fast-Growing Acacias for the Humid Tropics. National Academy Press, Washington, D.C. 56 pp.

- NIEUWENHUYSE, A** 1994. Clasificación de los suelos en los ensayos agroforestales del Proyecto CATIE/GTZ. CATIE, Turrialba, Costa Rica. (Informe de consultoría no publicado)
- OLIVA, E; HUGHELL, D** 1990. Modelo de crecimiento y rendimiento de mangium (*Acacia mangium* Willd) en Costa Rica, Honduras y Panamá. Silvoenergía. 35:4p.
- PADILLA, F** 1990. Comportamiento de once especies forestales para la producción de leña en asocio con maíz y frijol en San Juan Tecuaco, Santa Rosa, Guatemala. CATIE-ROCAP. Informe interno No. 22. CATIE. Guatemala. 13 p.
- PARRAGUIRRE, C; SALAZAR, R** 1992. Fuentes promisorias de germoplasma de *Acacia Mangium* Willd, para América Central. Silvoenergía N°. 50. CATIE, Turrialba, Costa Rica, 4p.
- PINEDA, M; RAMIREZ, F; BLASCO, M.** 1981. Notas preliminares sobre el arazá (*Eugenia stipitata*) frutal nativo de la Amazonia peruana, Lima, Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria. 58 p.
- PLATEN von, H** 1994. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs plantaciones puras. La economía. Serie Técnica. Informe Técnico. CATIE, Turrialba, Costa Rica. (En preparación).
- SOMARRIBA, E; BEER, J** 1986. Dimensiones, volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales. CATIE, Boletín Técnico N° 16, Turrialba.

- SOMARRIBA, E; DOMINGUEZ, L; LUCAS, C.** 1994. Cacao-Plátano-Laurel: Manejo, Producción agrícola y crecimiento maderable. Serie Técnica. Informe Técnico N° 233. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 64 p.
- VAN KANTEN, R** 1994. Productividad y fenología del arazá (*Eugenia stipitata Mcvaugh*) bajo tres sistemas agroforestales en Baja Talamanca, Costa Rica. M.Sc. Tesis. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 54 p.
- VEGA, L** 1978. Plantación de *Cordia alliodora* en combinación con cultivos agrícolas, una alternativa de manejo en Surinam. Servicio Forestal de Surinam. Mérida, Venezuela. Fotocopia.

7. ANEXOS

ANEXO # 1.

ALGUNOS CRITERIOS PARA LA SELECCION DE LOS COMPONENTES AGROSILVICULTURALES EN EL ENSAYO DE OLIVIA.

Se describen las consideraciones utilizadas para la selección de los componentes agrosilviculturales en el ensayo presentado.

LAUREL: Es una especie que se propaga de manera natural en la zona y cuya madera es bien conocida y comercializada en Costa Rica. Sus características la hacen favorable para ser un componente de un sistema agrosilvicultural: i) copa relativamente abierta y poco densa; ii) tiene autopoda; y iii) es de crecimiento recto, rápido, sin bifurcaciones ni ramificación excesiva, aun en campo abierto (GREAVES and McCARTER, 1990).

MANGIUM: Es una especie leguminosa de rápido crecimiento, que ha sido sembrada en grandes plantaciones en Asia, y que ha dado buenos resultados en el trópico húmedo bajo de la vertiente Atlántica de Costa Rica y en otras áreas de Centroamérica (CATIE, 1992). Mangium posee una copa relativamente densa y tiende a ramificar, por lo que el manejo de poda es más importante para esta especie que para laurel, tanto para dar más luz al cultivo, como para mejorar la calidad de la madera. Sin embargo, en suelos pobres y/o compactados puede dar mejores resultados que laurel (LUJAN y CAMACHO, 1994).

MAIZ: Es un cultivo ampliamente utilizado en la zona, con facilidades de comercialización de su grano. Habían experiencias positivas en muchos países al asociarlo con árboles recién plantados incluyendo un estudio previo en Talamanca (SCHLÖNVOIGT and WEIDELT, 1993). Es un cultivo de ciclo corto que da muy poca sombra vertical, mientras su fuerte sombra lateral podría ayudar a dar mejor forma a los maderables. Además, el finquero tenía interés en utilizar este cultivo.

JENGIBRE: Este cultivo fue sembrado a los 19 meses de instalados los árboles, cuando tenían unos 5 metros de altura, debido a cierta tolerancia a la sombra y a sus precios atractivos en el mercado de exportación en ese momento. Otro factor considerado era que aunque se cosecha la raíz, ésta no se extiende una larga distancia, lo cual reduce el peligro de dañar las raíces de los maderables (KING, 1968). Hubo experiencias previas en sitios semejantes en la zona y también era un cultivo de interés para el finquero.

ARAZA: Por su origen amazónico (GONZALEZ, 1990), es un cultivo de marcada tolerancia a la sombra, factor decisivo una vez cerrado el dosel de los árboles, si se desea establecer una asociación permanente. Este frutal arbustivo estaba siendo promovido por una organización local, con posibilidades de asegurar un mercado a través de una planta procesadora de frutas que se instalaría en la zona. Además, el colaborador manifestó interés de evaluar este cultivo en el sistema. El arazá es un arbusto relativamente rústico --da buenos resultados en suelos ácidos (PINEDA *et al* 1981)--, cuyo desarrollo promedio permite manejarlo en una forma semejante al cacao (p.e. se sembró a 3 x 3 m). Una consideración importante es que al igual que cacao, puede producir todo el año, lo cual podría traducirse en

ingresos continuos para su cultivador. En las rondas, tratando de aprovechar mejor la mano de obra de las limpias, se estableció un sistema de arazá con sombra de plátano.

ANEXO # 2.

CALCULO DEL VOLUMEN DE MADERA PARA LAUREL Y MANGIUM

A. Laurel

El volumen total del tallo de cada laurel (v : m³/árbol) fue calculado con la fórmula de SOMARRIBA y BEER (1986):

$$v = -0.0176 + 0.000034 * (dap)^2 * h - 0.000086 * (dap)^2 + 0.00336 (h)$$

donde dap (cm) = diámetro del tallo a la altura del pecho (1.3 m) y h (m) = altura total.

B. Mangium

El volumen total del tallo de cada mangium fue calculado con la fórmula de Oliva and Hughell (1990):

$$\ln (v) = -8.2816 + 2.2534 * \ln (dap)$$

donde \ln = logaritmo natural.

También se calculó el volumen de mangium con:

$$v = -0.02685 + 0.000447 * (dap)^2 + 0.006164 * h$$

lo cual fue derivado de las dimensiones de 51 mangium raleados del ensayo en Junio 1991. Se consideró como diámetro mínimo 2 cm. Volúmenes calculados con este modelo son 79% (c.v. 3%) de los volúmenes calculados con la fórmula de Oliva y Hughell. Se utilizó la fórmula de Oliva y Hughell para estimar los volúmenes presentados en este documento.

ANEXO # 3.
MORTALIDAD Y CRECIMIENTO POR PARCELA DE LOS
MADERABLES A LOS CINCO AÑOS DE EDAD.

	R*	N**	dbh	h	G	V
Laurel puro						
Repetición 1	8.1	499	16.4	15.6	11.1	83.6
Repetición 2	10.2	476	15.5	14.7	9.3	65.7
Repetición 3	10.2	454	14.7	13.4	8.2	56.2
Repetición 4	28.6	431	14.5	13.0	7.4	49.2
Promedio	14.3	465	15.3	14.2	9.0	63.7
Mangium pura						
Repetición 1	26.5	385	19.2	18.0	11.4	77.9
Repetición 2	65.3	340	15.1	15.4	6.2	41.5
Repetición 3	20.3	431	16.7	17.0	9.8	65.8
Repetición 4	42.9	-	-	-	-	-
Promedio***	38.8	385	17	16.8	9.1	61.7
Laurel asociado						
Repetición 1	3.6	238	24.8	16.6	12.1	86.9
Repetición 2	10.9	278	23.3	17.1	12.2	92.5
Repetición 3	10.8	278	25.5	19.0	14.4	116.4
Repetición 4	7.2	238	24.4	17.7	11.5	87.2
Promedio	8.1	258	24.5	17.6	12.6	95.8
Mangium asociado						
Repetición 1	96.4	238	22.6	18.9	9.7	69.2
Repetición 2	71.5	298	21.1	18.4	10.6	74.4
Repetición 3	42.9	238	19.6	16.4	7.4	51.1
Repetición 4	71.5	-	-	-	-	-
Promedio***	70.6	258	21.1	17.9	9.2	64.9

*R: Porcentaje de posiciones resemebradas durante los primeros 19 meses

**N: Densidad (árboles/ha); dbh, diámetro del tallo a la altura del pecho (1.3 m) (cm); h, altura total (m); G, área basal del los tallos (m²/ha); V, volumen total de los tallos (m³/ha)

***Promedios de tres parcelas para mangium excepto para resiembras (R) que fue calculado en base a 4 parcelas.

ANEXO # 4.

PRODUCCION AGRICOLA POR PARCELA (kg/ha)

REPETICIONES					
	I	II	III	IV	MEDIA
CULTIVO		MAIZ 2 (nov89)			
Laurel asociado	2770	2670	3030	1500	2490
Mangium asociado	3060	2810	2950	2330	2790
Maíz puro	1410	2000	4030	2080	2380
CULTIVO		MAIZ 3 (mar90)			
Laurel asociado	1130	1230	1280	1110	1190
Mangium asociado	1180	1960	2400	2360	1980
Maíz puro	1720	990	3020	1700	1860
CULTIVO		JENGIBRE (feb91)			
Laurel asociado	14830	11000	5270	4770	8970
Mangium asociado	9950	8200	6370	7210	7930
Jengibre puro	20830	23100	21790	28540	23560
CULTIVO		ARAZA (25/11/93 - 13/10/94)			
Laurel asociado*	377	360	-	-	369
Mangium asociado*	257	357	-	-	307
Arazá puro**	-	491	450	-	470

* Debido a la alta mortalidad de arazá por enfermedades radiculares, se suspendió la medición de cosechas de arazá en las repetición I y II.

** Debido a sombreado sólo fué posible evaluar la producción de arazá puro en parcelas que corresponden a las repeticiones II y III-IV de maíz (jengibre) puro. (Figura 1)

Dirección Postal	Proyecto Agroforestal CATIE / GTZ 7170 CATIE Apartado Postal Nº 126 Costa Rica Teléfono : (506) 556-6438 Fax : (506) 556-1891
Serie Publicación	Generación y Transferencia de Tecnología Nº 13
Título	Reforestación con Maderables: Sistemas Agrosilviculturales vs. Plantaciones puras en Talamanca , Costa Rica. Resultados Agrícolas y Forestales
Autores	Carlos Lucas , John Beer , Gerald Kapp
Edición	Alfonso Pérez Gómez
Diagramación	Armando Camacho Brown Allan Villalobos Monge
Impresión	Unidad de Producción de Medios CATIE 1995