

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y
ENSEÑANZA
(CATIE)
PROGRAMA DE ENSEÑANZA
AREA DE POSGRADO

PRODUCTIVIDAD Y FENOLOGIA DEL ARAZA (*EUGENIA STIPITATA*
MCVAUGH) BAJO TRES SISTEMAS AGROFORESTALES EN BAJA
TALAMANCA, COSTA RICA.

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

Magister Scientiae

por

Rudolf Ferdinand van Kanten


Turrialba, Costa Rica.

1994

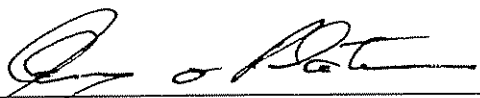
Esta tesis ha sido aceptada en su presente forma, por la Jefatura del Area de Postgrado en Ciencias Agrícolas y Recursos Naturales del CATIE y aprobada por el Comité Asesor del estudiante como requisito parcial para optar al grado de:

MAGISTER SCIENTIAE


FIRMANTES:



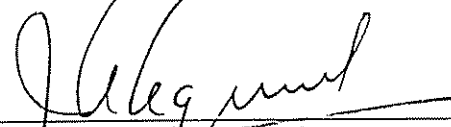
John W. Beer, Ph.D.
Profesor Consejero



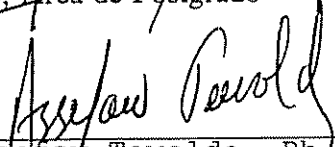
Dr. Henning von Platen
Miembro Comité Asesor



Jorge A. Morera M., Ph.D.
Miembro Comité Asesor



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



Assefaw Tewelde, Ph.D.
Director, Programa de Enseñanza



Rudolf Ferdinand van Kanten
Candidato

Dedicatoria

"The farmer is the guardian of life,
like the roots of a tree.
If someone passes by, he sees the leaves,
the flowers, the branches.
But something is holding up the tree: the roots.
The roots are the farmers".

Halidou Sawadogo,
Finquero en Burkina Faso

A la memoria de Wim, mi padre y a Ricky mi hermano.

A Ninon, mi madre.

A Jane y Susan, mis hermanas.

Agradecimientos

Al gobierno de Suriname por ofrecer la oportunidad de cursar la Maestría y a la Organización de los Estados Americanos (OEA) por proveer los fondos de beca.

A todos los amigos de la promoción 93-94, especialmente los equipos de la estadística, la computación, la lengua española, las fiestas, y de futbol por su compañerismo y los buenos momentos que pasamos juntos.

A los Siberianos (habitantes del Anexo III) por su Siberianismo.

A John Beer, profesor Consejero, por su guía científica, su paciencia y gran apoyo desinteresado al buen desarrollo del trabajo de tesis y la asistencia de investigación.

A los miembros del comité asesor Henning von Platen y Jorge Morera por su valiosa asesoría y contribución en la elaboración del trabajo de tesis.

A los profesores Pedro Oñoro, Eduardo Somarriba y Francisco Jiménez por sus valiosos consejos.

A todo el personal del Proyecto Agroforestal CATIE / GTZ: Margarita, Grace, Jesús, Luis, Silvinia, Alfonso y Armando en Turrialba por su indispensable apoyo en la oficina; y Carlos, Julio, Giovanni, Heriberto, Róberto, Jorge, Luis y Flaco sin los cuales sería imposible realizar el trabajo de campo.

A Don Ignacio Pavón, dueño de la finca, cuyo fé en el potencial del Arazá y la importancia de los árboles en general me inspiraron a seguir adelante.

Al personal de la Biblioteca Orton, del Centro de Computo, y las demás personas o entidades que de alguna forma u otra contribuyeron al buen desarrollo del presente trabajo.

A Wilfredo y William del CITA por el apoyo en la parte del análisis de las frutas y la comercialización del Arazá.

Biografía

El autor es surinamés, nacido en Junio 1965 en la ciudad de Utrecht (Holanda). Realizó sus estudios de secundaria en Paramaribo (Suriname) e ingresó en la Universidad Federal de Viçosa (Minas Gerais, Brasil) en 1984 donde el graduó como Ingeniero Agrónomo en 1989. A partir de aquel año trabajó en el Ministerio de Agricultura de su país en el Departamento de Extensión Agrícola, encargado de la planificación de actividades extensionistas, la formulación de proyectos y la organización de cursos y otros eventos.

En Enero 1993 ingresó al programa de Maestría del CATIE, en Turrialba, C.R. con una beca de la O.E.A., y egresando como Mg. Sc. en Diciembre 1994 en el área de Sistemas Agroforestales con énfasis en el uso de cultivos agrícolas perennes.

TABLA DE CONTENIDO

DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
BIOGRAFIA	v
LISTA DE FIGURAS	x
LISTA DE CUADROS	xii
LISTA DE ABREVIATURAS Y SIGLAS	xiii
RESUMEN	xiv
SUMMARY	xvi
RESUMO	xviii
1. INTRODUCCION	1
2. REVISION DE LITERATURA	3
2.1. Caracterización de los sistemas agroforestales	3
2.2. Componentes agroforestales	5
2.2.1. Acacia	5
2.2.2. Laurel	5
2.2.3. Maíz	6
2.2.4. Jengibre	6
2.2.5. Plátano	6
2.2.6. Arazá	6

2.3. Marco Agrícola de Baja Talamanca	9
2.4. Fenología	10
2.5. Análisis Financiero	11
3. MATERIALES Y METODOS	12
3.1. Area de estudio	12
3.1.1. Características del sitio	12
3.1.2. Descripción del ensayo	13
3.1.3. Manejo Agronómico y Silvicultural	16
3.1.3.1. Cultivos anuales	16
3.1.3.2. Cultivo del Plátano	16
3.1.3.3. Cultivo del Arazá	17
3.1.3.4. Acacia y Laurel	17
3.2. Visita a fincas	17
3.3. Variables y registro de datos	18
3.3.1. Crecimiento vegetativo	18
3.3.2. Producción de frutas	18
3.3.3. Análisis de fruta	19
3.3.4. Fenología	20
3.3.4.1. Datos meteorológicos	20
3.3.4.2. Selección de plantas	20
3.3.4.3. Fenofases	22
3.3.5. Valores económicos del sistema agrosilvícola Laurel asociado.	23
3.4. Análisis estadístico	25
3.4.1. Crecimiento vegetativo	25
3.4.2. Producción de frutas	25
3.4.3. Tamaño versus Producción	26
3.4.4. Fenología	26

4. RESULTADOS Y DISCUSION	27
4.1. Visita a fincas	27
4.1.1. Resultados	27
4.1.2. Discusión	28
4.2. Crecimiento vegetativo	30
4.2.1. Resultados	30
4.2.2. Discusión	30
4.3. Producción de frutas	31
4.3.1. Resultados	31
4.3.2. Discusión	32
4.4. Tamaño versus producción	34
4.4.1. Resultados	34
4.4.2. Discusión	35
4.5. Fenología	36
4.5.1. Resultados	36
4.5.2. Discusión	36
4.6. Análisis de la fruta	40
4.6.1. Resultados	40
4.6.2. Discusión	42
4.7. Análisis financiero del sistema agrosilvícola Laurel asociado	45
4.7.1. Resultados	45
4.7.2. Discusión	48
5. CONCLUSIONES	50
6. RECOMENDACIONES	53
7. BIBLIOGRAFIA	54

ANEXOS

- 1A.** Mapas y esquemas de parcelas.
- 2A.** Manejo de los cultivos agrícolas: Maíz, Jengibre Arazá.
- 3A.** Formulario fenología del Arazá.
- 4A.** Valores promedios/tratamiento/fecha de tres parámetros de crecimiento vegetativo.
- 5A.** Gráficos de contornos de la producción de frutas anuales acumulada por parcela.
- 6A.** Escala colorimétrica de los estadios de madurez del Arazá.
- 7A.** Análisis de costos y beneficios para el sistema agrosilvícola Laurel asociado.

Lista de Figuras

Nº	Contenido	Pág
1	Producción semanal en 1994 de frutas de Arazá (peso fresco en kg/ha) asociado con Acacia, Laurel o Plátano en Talamanca, Costa Rica, 1994.	33
2	Cuatro fenofases: brotaciones foliares (Fig. 2a), botones florales (Fig. 2b), frutos en inicio de formación (Fig. 2c) y frutos en plena formación (Fig. 2d) para Arazá asociado con Acacia, Laurel o Musa.	37
3	Temperatura promedio, máxima y mínima (promedios de cada 15 días) y la precipitación acumulada mensual en 1994 en Baja Talamanca, Costa Rica.	38
4	Porcentaje de maduración de cinco tipos de fruta de Arazá (verde, 1/4, 2/4 y 3/4 pintón y madura) calculado por la metodología Hunterlab (4 repeticiones). UCR/CITA, 1994.	41
5	Beneficio Neto (15 años) y Beneficio Neto Acumulado (14 años) en el sistema agrosilvicultural Laurel asociado.	46
En los Anexos.		
1A	Ubicación geográfica de la Comunidad de Olivia, Talamanca, Costa Rica.	1A
2A	Distribución de tratamientos y bloques del estudio	1A
3Aa	Esquema de la parcela Musa Asociado 1	1A
3Ab	Esquema de la parcela Musa Asociado 2	1A
3Ac	Esquema de una parcela de árboles con Arazá.	1A
4Aa	Diámetro basal promedio y por repetición (mm) para tres tratamientos: Acacia, Laurel y Musa asociado, durante cuatro fechas de medición. Talamanca, 1994.	4A

- 4Ab** Altura total promedio y por repetición (dm) para tres tratamientos: Acacia, Laurel y Musa asociado, durante cuatro fechas de medición. Talamanca, 1994. **4A**
- 4Ac** Proyección de la copa promedio y por repetición (dm) para tres tratamientos: Acacia, Laurel y Musa asociado, durante cuatro fechas de medición. Talamanca, 1994. **4A**
- 5Aa** Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Acacia asociada repetición 1 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94. **5A**
- 5Ab** Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Acacia asociada repetición 2 para el periodo del 25/11/93 hasta el 17/11/94. **5A**
- 5Ac** Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Laurel asociada repetición 1 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94. **5A**
- 5Ad** Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Laurel asociado repetición 2 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94. **5A**
- 5Ae** Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Musa asociado repetición 1 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94. **5A**
- 5Af** Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Musa asociada repetición 2 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94. **5A**

Lista de Cuadros

Nº.	Contenido	Pág
1	Resultados de análisis de fertilidad y textura del suelo. Olivia, Talamanca, 1994.	13
2	Descripción de los tratamientos agroforestales usados en el estudio. Olivia, Talamanca, 1994.	14
3	Distribución y densidades de siembra de los árboles y cultivos. Olivia, Talamanca, 1994.	15
4	Número de árboles, plátanos y plantas de Arazá presentes en las seis parcelas útiles. Olivia, Febrero 1994.	16
5	Dimensiones promedio \pm 2 desviación estándar de Arazá de 3-4 años de edad en Talamanca, Costa Rica (promedios de cuatro fechas de medición y dos repeticiones).	30
6	Producción de Arazá asociado con Acacia, Laurel o Plátano (peso fresco en kg/ha) para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94.	32
7.	Valores promedio de composición química de la fruta de Arazá (por 100 g de la parte comestible), 24 horas después de la cosecha en el campo para cinco estados de madurez y cuatro repeticiones	42
8.	Comparación de porcentajes (100 g de la parte comestible de la fruta) de humedad, proteína y cenizas del Arazá (UCR/CITA, 1994) y la Guayaba, la Maracuyá y la Papaya (Duckworth, 1966; Barbeau, 1990).	43
9.	Comparación de la composición química de frutas maduras de Arazá (UCR/CITA, 1994) con valores de Aguiar (1983) y Pezo y Pezo (1990).	43
10.	Costos (Insumos y M.d.O. jornales), Beneficios, Benificio Neto y Flujo de Caja en US\$ para el sistema agrosilvicultural Laurel asociado (15 años) en Talamanca, Costa Rica, 1994.	47
En los Anexos.		
1A	Análisis financiero del sistema agrosilvicultural Laurel asociado para un período de 15 años.	7A

Lista de abreviaturas y siglas

alt	altura total de una planta de Arazá
ANAI	Asociación de Nuevos Alquimistas
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
APPTA	Asociación de Pequeños Productores de Talamanca
CITA	Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos
CLC	Chiriquí Land Company
copa	proyección de la copa del Arazá
¢	Colones costarricenses (US\$ 1.00 = ¢ 150.00 en Mayo 1994)
db	diámetro basal
d.e.	desviación estándar
GTZ	Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit
IC	Índice de competencia
M.d.O.	Mano de obra
msnm	metros sobre el nivel del mar
PAIS S.A.	Proyecto Agroindustrial Sixaola Sociedad Anónima
R. B/C	Relación Beneficio/Costo
SAS	Statistical Analysis System
UCR	Universidad de Costa Rica
UNA	Universidad Nacional de Costa Rica
US\$	Dólares norteamericanos
VAN	Valor Actualizado Neto

KANTEN, R.F. VAN. Productividad y fenología del Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) bajo tres sistemas agroforestales en Baja Talamanca, Costa Rica. Tesis Mg.Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 59 p.

Palabras claves: *Acacia mangium*, análisis financiero, *Cordia alliodora*, Costa Rica, crecimiento, *Eugenia stipitata*, fenología, índice de competencia, *Musa AAB*, productividad, sistemas agroforestales, Taungya.

RESUMEN

Se estudió la productividad y aspectos fenológicos (crecimiento vegetativo, floración y fructificación) del Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh, Mirtáceae) en tres sistemas agrosilvícolas: i) con Laurel (*Cordia alliodora*); ii) con Acacia (*Acacia mangium*) o iii) con Plátano (*Musa AAB*) en la localidad de Olivia, Baja Talamanca, Costa Rica.

Este ensayo fue establecido en Baja Talamanca en 1988 en un sitio con suelos aluviales en la zona de vida bosque húmedo tropical (bh-T), a una altitud de 35 msnm, con temperatura media anual de 26 °C y precipitación media anual de 2 100 mm.

Los tratamientos Acacia, Laurel y Plátano asociado incluyeron una secuencia de tres ciclos de Maíz (*Zea mays*), un ciclo de Jengibre (*Zingiber officinale*) y el Arazá, frutal procedente de la Amazonía Peruana como cultivo perenne. Cada tratamiento contaba con dos repeticiones; y al momento del estudio las densidades fueron de 258 árboles/ha o de 556 cepas de Plátano/ha. El distanciamiento de Arazá fue de 6 x 3 m en los tratamientos con árboles y 3 x 3 m en el tratamiento con Plátano.

Durante un año se evaluaron: el diámetro basal, la altura total y la proyección de la copa del Arazá. Se calcularon tres tipos de índices de competencia y se registró la producción semanal de frutas (peso fresco en kg/planta individual). Bisemanalmente, durante siete meses, se estudiaron cinco fenofases en siete plantas por parcela. En cuatro fechas se hizo un análisis proximal y un estudio de maduración de frutas en cinco clases de madurez.

Adicionalmente, se hizo un análisis financiero del sistema agrosilvícola de Laurel asociado: ex-post de 1988 hasta 1994; y ex-ante de 1994 hasta 2003.

Según información de 11 productores de Arazá de Baja Talamanca, el cultivo fue introducido en la segunda mitad de los 80 sin el acompañamiento de un paquete tecnológico y/o una estructura de comercialización.

La altura total de las plantas de Arazá a los cuatro años de edad fue de 2.7-2.8 m y la proyección de copa de 2.9-3.1 m, valores superiores a lo reportado en la literatura. La distancia de siembra de 3 x 3 m sin podas fue demasiado estrecha y se recomienda una distancia de 4 x 4 m. Además, se recomienda una poda de formación en el vivero y otro en el campo definitivo.

La producción anual estimada, con base en datos de un año, fue de 15.4, 19.0 y 25.7 ton/ha, respectivamente para los tratamientos Acacia, Laurel y Plátano asociado. Debido a problemas fito-sanitarios y de mortalidad de Acacia se descarta este tratamiento. Se detectó una relación débil entre el aumento del diámetro basal y la producción de frutas para plantas individuales y una relación inversa entre la magnitud del índice de competencia interespecífica y la producción en todos los tratamientos.

La cosecha se realizó dos meses después de la aparición de los botones florales. No hubo diferencias fenológicas claras entre los tres tratamientos.

El análisis en laboratorio confirmó que la fruta es poco apta para el transporte y/o consumo fresco. Se recomienda su pronta elaboración en pulpa, jugo o mermelada. Para reducir los problemas de transporte, la fruta puede ser cosechada, sin pérdida de calidad, en el estadio 1/4 pintón cuando aparecen manchas amarillas en algunas partes de la fruta verde.

El sistema agrosilvicultural con Laurel es una opción para finqueros que no dependen únicamente de dicho sistema. El Beneficio Neto Ampliado (incluye costos gerenciales) alcanza los US\$ 12 000 por hectárea a los quince años y la relación B/C de 1.7 se mantiene positiva aun con un aumento de un 20% en los costos de M.d.O. y una disminución simultánea del 20% en los precios de venta del Arazá y de la madera.

El Arazá es un frutal con potencial para el Trópico Húmedo bajo y se recomienda incorporarlo en programas de fitomejoramiento, y validaciones agronómicas y agroindustriales.

KANTEN, R.F. VAN. Productivity and phenology of Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) in three agroforestry systems in the lowlands of Talamanca, Costa Rica. M.Sc. Thesis. Turrialba, C.R. CATIE. 59 p.

Key words: *Acacia mangium*, agroforestry systems, competition index, *Cordia alliodora*, Costa Rica, *Eugenia stipitata*, financial analysis, growth, *Musa AAB*, phenology, productivity, Taungya.

SUMMARY

Arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh, Myrtaceae family) productivity and phenology (vegetative growth, flowering and fruiting) were studied in three agrosilvicultural systems: i) with *Cordia alliodora*, ii) with *Acacia mangium* or iii) with Plantain (*Musa AAB*), in the lowlands of Talamanca, Costa Rica

The study was established in 1988 on a site with alluvial soils, 35 m above sea level, in the wet tropical forestry lifezone with annual average temperature and rainfall of 26 °C and 2 100 mm respectively.

The *Acacia*, *Cordia* and Plantain plots were managed with a sequence of three rotations of Corn (*Zea mays*), one crop of Ginger (*Zingiber officinale*) and finally the establishment of the perennial crop Arazá, a peruvian amazonian fruit shrub. There were two repetitions for each treatment and during the present study, densities of 258 trees/ha or 556 Plantain clumps/ha. Arazá densities were 566 plants/ha in the tree treatments and 999 plants/ha in the Plantain treatment.

Arazá basal diameter, total height and crown projection were evaluated during one year. Three different competition indexes were calculated and weekly Arazá fruit production (kg of fresh weight per bush) was registered. Biweekly, five phenophases were studied on seven plants per plot during seven months. Analytical studies of fruit quality of five different maturity classes were also carried out on four different occasions.

A financial analysis of the *Cordia* agrosilvicultural system was carried out: ex-post from 1988 till 1994 and ex-ante from 1994 till 2003.

According to information of 11 Arazá farmers the crop was introduced to the Talamanca lowlands in the late eighties without a technological package and/or marketing outlets.

Total Arazá height of 2.7-2.8 m and crown projection of 2.9-3.1 m at age four years were higher than values repeated in the literature. The 3 x 3 m spacing was too narrow in the absence of pruning and a 4 x 4 m spacing is recommended with one structural pruning in the nursery and another in the field.

Annual Arazá fruit production estimates based on an one year period of measurement, were 15.4, 19.0 and 25.7 ton/ha for the Acacia, Cordia and Plantain treatments respectively. Acacia disease problems and mortality rule against this treatment. Weak correlations between fruit production per bush and basal area (positive) or competition index (negative) were detected.

Fruit harvests occur two months after flower buds were formed. There were no clear phenological differences between the treatments.

Laboratory analyses confirmed the unsuitability of the fresh fruit for transport and/or direct consumption. Processing as fruit pulp, juice or marmalade is recommended. To reduce transport problems without losing quality the fruit can be harvested semi-mature when some parts of the green fruit turn yellow.

The Cordia agrosilvicultural system is an option for farmers who don't depend exclusively on this system. Adjusted Net Benefits (taking into account management costs) were estimated as US\$ 12 000/ha at age fifteen and the C/B ratio of 1.7 remained above 1, even if a 20% increase of annual labour costs coincides with a 20% reduction in Arazá and wood prices.

Arazá has potential for the lowland wet tropics and its incorporation in plant breeding programmes as well as agronomical and agroindustrial validations is recommended.

KANTEN, R.F. VAN. Produtividade e fenologia do Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh) em três sistemas agroflorestais em Baixa Talamanca, Costa Rica. Tese Mg Sc. Turrialba, C.R. CATIE. 59 p.

Palavras chaves: *Acacia mangium*, análise financeira, *Cordia alliodora*, Costa Rica, crescimento, *Eugenia stipitata*, fenologia, índice de competição, *Musa AAB*, produtividade, sistemas agroflorestais, Taungya.

RESUMO

Se estudou a produtividade e aspectos fenológicos (crescimento vegetativo, floração e frutificação) do Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh, Mirtáceas) em três sistemas agroflorestais: i) com Freijó (*Cordia alliodora*); ii) com Acacia (*Acacia mangium*) ou iii) com Banana (*Musa AAB*) na localidade de Olivia, Baixa Talamanca, Costa Rica.

O ensaio foi estabelecido em 1988 numa área com solos aluviais na zona de vida Bosque Umido tropical (bh-T), a uma altitude de 35 m, com temperatura média anual de 26 °C e precipitação média anual de 2 100 mm.

Os tratamentos Acacia, Laurel e Banana associado incluíram uma sequência de três ciclos de Milho (*Zea mays*), um ciclo de Gengibre (*Zingiber officinale*) e o Araçá-boi, fruta procedente da Amazônia Peruana como cultivo perene. Cada tratamento contava com duas repetições; e ao momento do estudo as densidades foram de 258 árvores/ha e de 556 cepas de Banano. O espaçamento do Araçá-boi foi de 6 x 3 m nos tratamentos com árvores e 3 x 3 m no tratamento com Banano.

Durante um ano se avaliaram: diâmetro basal, altura total e projeção da copa de Araçá-boi. Se calcularam três tipos de índices de competição e se registrou a produção semanal de frutas (peso fresco em kg/planta individual). Quinzenalmente durante sete meses, se estudaram cinco fenofases em sete plantas por parcela. Em quatro datas se fez uma análise físico-química e um estudo da maturação de frutas em cinco classes de madurez.

Adicionalmente, se fez uma análise financeira do sistema agroflorestal de Freijó associado: ex-post de 1988 até 1994; e ex-ante de 1994 até 2003.

Segundo informação de 11 produtores de Araçá-boi de Baixa Talamanca, o cultivo foi introduzido na segunda metade dos 80 sem acompanhamento de um pacote tecnológico e/ou uma estrutura de comercialização.

A altura total das plantas do Araçá-boi aos quatro anos de idade atingiu 2.7 a 2.8 m e a projeção da copa 2.9 a 3.1 m, valores superiores ao reportado na literatura. A distância de plantio de 3 x 3 m sem podas foi pequena e se recomenda uma distância de 4 x 4 m. Além, de uma poda de formação no viveiro e outra no campo.

A produção anual estimada, com base em dados de um ano, foi de 15.4, 19.0 e 25.7 ton/ha, respectivamente para os tratamentos Acacia, Freijó y Banana associado. Devido a problemas fitos-sanitarios e de mortalidade da Acacia se descarta esse tratamento. Se detectou uma relação débil entre o aumento do diâmetro basal e a produção de frutos para plantas individuais e uma relação inversa entre a magnitude do índice de competição interespecífica e a produção em todos os tratamentos.

A colheita se realizou dois meses depois da aparecimento dos botões florais. Não houve diferenças fenológicas claras entre os três tratamentos.

A análise de laboratorio confirmou que a fruta é pouco apta para o transporte e/ou consumo fresco. Se recomenda o rápida processamento de pulpa para suco ou geleia. Para reduzir problemas no transporte, a fruta pode ser colhida, sem perda de qualidade, quando aparecem manchas amarelas em algumas partes da fruta verde.

O sistema agroflorestal com Freijó é uma opção para agricultores que não dependem unicamente de tal sistema. O Benefício Líquido Ampliado (incluindo custos gerenciais) alcança US\$ 12 000 por hectarea aos quinze anos e a relação B/C de 1.7 se mantem positiva mesmo com um aumento de um 20% nos custos de Mão-de-Obra e uma diminuição simultânea do 20% nos preços de venda do Araçá-boi e da madeira.

O Araçá-boi é uma fruta com potencial para o Trópico Umido Baixo e se recomenda incorporá-lo em programas de fitomelhoramento e validações agronômicas e agroindustriais.

1. INTRODUCCION

Los sistemas agroforestales son formas de uso y manejo de recursos naturales en los cuales las especies leñosas (árboles, arbustos, palmas) son utilizadas en asociación deliberada con cultivos agrícolas y/o animales en el mismo terreno, de manera simultánea o en secuencia temporal (Montagnini *et al.*, 1992).

El uso de estos sistemas con cultivos agrícolas perennes puede ser una alternativa en la búsqueda de una forma sostenible del uso de la tierra para los suelos ácidos de baja fertilidad de la selva y para aquellos de buena fertilidad con altas pendientes que implican un riesgo de erosión (Acosta *et al.*, 1991).

Los cultivos perennes tienen un gran potencial para el desarrollo económico de países con zonas húmedas tropicales. Cultivos como aguacate (*Persea americana*), banano (*Musa spp.*), cacao (*Theobroma cacao*), café (*Coffea arabica*), cítricos (*Citrus spp.*), mango (*Mangifera indica*), palma africana (*Elaeis guineensis*) y papaya (*Carica papaya*) son de gran importancia y demanda mundial; mientras que otras especies como guayaba (*Psidium guajava*), guanábana (*Anona muricata*), maracuyá (*Passiflora edulis*), macadamia (*Macadamia integrifolia*) y pejíbaye (*Bactris gasipaes*) son de importancia regional o de gran potencial (León, 1987; Smith *et al.*, 1992). Entre los cultivos que pueden encontrarse en esta enumeración en el futuro está el Arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh), de la familia Mirtácea.

Según Huxley (1983), estudios fenológicos, incluyendo la colección de datos meteorológicos, son indispensables y deberían acompañar todas las investigaciones en el campo de la agroforestería. Los estudios deben ser de dos tipos complementarios. Primero, observaciones de plantas "no tocadas", y segundo, ensayos que involucran diferentes tipos de tratamientos simples.

En general existe poca información en la literatura sobre el ciclo productivo sobre el Arazá, que permita afinar el manejo y promover el uso de la especie.

El objetivo de este estudio consistió en delucidar la productividad y los aspectos fenológicos (crecimiento vegetativo, floración y fructificación) del Arazá en tres sistemas agrosilvícolas con Laurel (*Cordia alliodora* Ruíz y Pavón, familia Boraginaceae), Acacia (*Acacia mangium* Willd., familia Mimosácea) o con Plátano (*Musa AAB*, familia Musaceae) en la región de Baja Talamanca, Costa Rica (0-300 msnm). Adicionalmente, se realizó un análisis financiero del sistema agrosilvícola de Laurel con Arazá. Los resultados obtenidos del trabajo podrían facilitar un buen nivel de información para los agricultores que cultivan el Arazá como opción agrícola en la zona de Baja Talamanca.

Las hipótesis planteadas para este estudio consistieron en verificar si el *E. stipitata* en los tres sistemas agrosilvícolas tiene un comportamiento diferente en los procesos de crecimiento vegetativo, floración, fructificación y productividad. Además observar si el sistema agrosilvícola de *C. alliodora* con *E. stipitata* es una opción económica para la zona de Baja Talamanca.

2. REVISION DE LITERATURA

2.1. *Caracterización de los sistemas agroforestales*

Existe una gran variedad de definiciones dentro del concepto de sistemas agroforestales los cuales no siempre pueden ser ubicados en una categoría específica. Torquebiau (1990) menciona en orden cronológico, diferentes clasificaciones de sistemas agroforestales (Combe y Budowski, 1979; Wiersum, 1981; Huxley, 1983; Nair, 1985 y 1989; y Young 1989).

Torquebiau (1990) clasifica las técnicas agroforestales en seis categorías (ejemplos entre paréntesis): -Cultivos bajo cubierta de árboles (árboles de sombra para cacao); -Producción animal bajo cubiertas de árboles (pastos bajo maderables); -Agrosilvícolas (maderables con plátano); -Tecnologías agroforestales en arreglo lineal (cultivos en callejones); -Tecnologías agroforestales secuenciales (sistema Taungya); -y Otras tecnologías agroforestales (árboles con abejas de cría). Los tres sistemas agroforestales en este trabajo se enmarcan dentro de las categorías Agrosilvícolas y Tecnologías agroforestales secuenciales. El sistema maderable Acacia y/o Laurel con una secuencia de tres ciclos de Maíz (*Zea mays*), y un ciclo de Jengibre (*Zingiber officinale*), antes del establecimiento del Arazá como cultivo perenne permanente, se ubicó dentro del concepto del sistema Taungya hasta la finalización del cultivo de Jengibre en el tercer año agrícola.

En el sistema Taungya (traducción literal "agricultura en laderas"), originado en Birmania (actualmente Myanmar) en el año 1856, árboles y cultivos crecen de manera simultánea durante el período de establecimiento de la plantación forestal (Jordan *et al.*, 1992). La producción de madera es normalmente la meta final, los cultivos, además de proveer ingresos a corto plazo, constituyen una motivación para los agricultores, y reducen los costos de establecimiento de la plantación (Montagnini *et al.*, 1992).

A partir del establecimiento del Arazá, al final del tercer año agrícola (Marzo 1991), los dos sistemas con los maderables se convirtieron en sistemas Agrosilvícolas con la presencia permanente de los dos componentes agroforestales donde los árboles ofrecen sombra para el cultivo agrícola.

El objetivo es la obtención continua de un producto agrícola y de madera al final del ciclo. Los productos de raleo tienen valor como leña (Laurel) y/o postes (Laurel, Acacia)(I. Pavón, 1994, Comunicación personal). El tiempo de retorno de la inversión es de corta duración para un inversionista pero de larga duración para pequeños productores quienes están acostumbrados al cultivo de cultivos anuales.

La sombra en la plantación reduce el crecimiento de maleza, y los árboles mejoran la estructura del suelo; promueven una recirculación eficiente de los elementos nutritivos y reducen el efecto de la precipitación pluvial sobre el suelo (Fassbender, 1993).

La asociación de Plátano con Arazá, empezó como una plantación pura de Arazá a la cual, un año y siete meses después se adicionó el cultivo del Plátano, que aporta sombra al sistema. El objetivo es la obtención de dos productos agrícolas con la ventaja de un tiempo de retorno de la inversión reducido, debido a la pronta obtención de racimos de Plátano y frutas de Arazá. Considerando el Arazá como el componente arbóreo, este sistema se podría ubicar en la categoría Agrosilvícola de la clasificación de Torquebiau (1990). El sistema de clasificación de Nair (1989) ofrece una ubicación más clara del sistema en la categoría Agrosilvicultural, ya que se trata de una mezcla de un cultivo perenne leñoso (Arazá) con otro cultivo (Plátano).

El crecimiento de plantas depende de la disponibilidad de luz, agua y nutrientes; por tanto, la manipulación de la densidad de árboles en los sistemas agroforestales puede modificar la producción de biomasa por los diferentes componentes agroforestales, debido a diferencias de competencia interespecífica e intraespecífica (Eastham y Rose, 1990). Doyle (1990) define la competencia como el grado en que las plantas vecinas modifican el ambiente de otras plantas, en términos de la disponibilidad y la distribución de recursos esenciales para el crecimiento y la supervivencia. Una de las maneras para cuantificar el grado de competencia interespecífica e intraespecífica es el empleo de un índice de competencia (IC), un valor relativo. Los modelos de IC que dependen del tamaño y de la distancia de competidores cercanos ofrecen una construcción lógica para evaluar el efecto del stress en base de plantas individuales considerando

relaciones y son útiles en hacer predicciones acerca del crecimiento de las plantas (Doyle, 1990; Faber, 1991).

2.2.Componentes agroforestales

Los siguientes seis subcapítulos contienen información de cada componente agroforestal y ponen más énfasis en la información sobre el Arazá, el componente menos conocido.

2.2.1.Acacia

La Acacia es un árbol de la familia Mimosácea de rápido crecimiento, originario del noreste de Australia, Pápua-Nueva Guinea y del este de Indonesia y se adapta a climas de bosques húmedos con precipitación anual variando entre 1 000 y 4 500 mm y altitud hasta 720 msnm (Mangium, 1992).

La especie Acacia, con una copa alargada que puede medir hasta más de la mitad de la altura total del árbol de 30 m en la fase adulta, tiene la característica peculiar de presentar hojas en los primeros meses, y reemplazarlas después por filoides o peciolas alargados (EE.UU./NRC, 1983; Das, 1984). El árbol fija nitrógeno y se adapta bien a suelos ácidos (tolera un pH hasta 4.3 según EE.UU./NRC, 1983), pero muestra una muerte regresiva después de los tres años en suelos con un porcentaje de saturación de Aluminio mayor que 50% (Mangium, 1992). La madera de color café claro, con bandas más oscuras y de fácil secamiento, es usada en trabajos de carpintería y construcción; fabricación de muebles; para tableros de partículas y "Plywood" (Mangium, 1992).

2.2.2.Laurel

El Laurel es un árbol nativo de México y aparece desde el norte de Argentina hasta las Indias Occidentales. Se adapta a climas tropicales con precipitación media anual preferiblemente mayor que 2 000 mm, resiste hasta 1 000 mm. Crece en una temperatura media anual alrededor de 24 °C y alturas de hasta 2 000 msnm (Greaves y McCarter, 1990). Esta especie produce madera de alta calidad; presenta un fuste recto; efectúa autopoda y su copa compacta facilita el uso en varias combinaciones con cultivos agrícolas. La madera de color amarillo pálido casi blanco, hasta el pardo oscuro con vetas negras, tiene mucha

demanda en el mercado maderero costarricense y es usada en trabajos de construcción, carpintería y ebanistería y puede ser considerada con grandes posibilidades para pulpa y papel (Zamora, 1989).

2.2.3. Maíz

El Maíz es uno de los tres cultivos cereales más importantes del mundo y originario de la región mesoamericana (Brugnoni, 1980). Según Lucas *et al.* (1994), el cultivo se usa ampliamente en la zona de Baja Talamanca, con facilidades de comercialización de su grano. Hay muchas experiencias positivas en varios países al asociarlo con árboles recién sembrados (King, 1968). Este cultivo de ciclo corto (\pm 125 días) aporta sombra a los árboles recién sembrados.

2.2.4. Jengibre

El jengibre es originario del área indomalaya (León, 1987). El cultivo, con un ciclo de 10-11 meses, tiene cierta tolerancia a la sombra (Nair, 1980). En el momento de su siembra existían precios atractivos de exportación (Lucas *et al.*, 1994).

2.2.5. Plátano

Existe cierta confusión en la nomenclatura de la familia Musaceae tanto en los nombres técnicos como los comunes. El plátano (*Musa AAB*) se refiere al grupo cuya fruta se come cocida o asada. El centro de origen de este cultivo semiperenne es la región indomalaya (la India y las Filipinas). Las frutas constituyen un elemento corriente en la alimentación en la América Tropical (León, 1987; UPEB, 1992). En la región de Baja Talamanca el Plátano es uno de los cultivos más importantes; especialmente para los productores con escasos recursos económicos, entre otros debido a la rentabilidad del cultivo (Kapp, 1989; UPEB, 1992; Somarriba, 1993; Borges y Villalobos, 1994).

2.2.6. Arazá

El Arazá es un arbusto procedente de la Amazonía Occidental. Tanto las ramas jóvenes como la parte inferior de las hojas, principalmente las nervaduras están revestidas de una pelusa marrón. Las hojas son opuestas, enteras,

elípticas y flácidas, con ápice acuminado, de 7 a 10 cm de largo y 3 a 4 cm de ancho (Clement, 1989).

La inflorescencia es un pequeño racimo axilar con 3 a 4 flores pediceladas, con pétalos blancos y numerosos estambres. La floración ocurre durante todo el año (Calzada, 1980; Pinedo *et al.*, 1981; Falcao *et al.*, 1988). El fruto de tipo baya esferoidal y deprimida y color amarillo a amarillo-verdoso contiene de 5 a 15 semillas oblongas, achatadas, de 1 a 2 cm, más o menos del tamaño de las semillas del cacao (Clement, 1989). Los frutos con un diámetro de 8 a 12 cm y la superficie amarilla-dorado en la madurez, cubierta de pubescencia fina pesan de 200 a 500 g (Pinedo *et al.*, 1981; León, 1987).

El Arazá fructifica cuando tiene menos de 1 m de alto, lo más notable es el tamaño del fruto en comparación con el porte de la planta. El fruto, rico en vitamina C, puede llegar de 800 a 1 000 g en regiones con suelos fértiles y alta pluviosidad (Clement, 1989). El Arazá debió sufrir un largo proceso de selección por parte de las comunidades amerindias, como se infiere del gran tamaño de los frutos, comparado con los frutos de formas silvestres de esta especie (arbustos bajos en el bosque) que son pequeños, y raramente mayores de 50 a 100 g de pesos (Hernández y León, 1992).

a) Clima

El Arazá se desarrolla normalmente en la zona bioclimática del Bosque Húmedo Tropical, con temperatura media anual de 26 °C, máxima de 31.1 °C y mínima de 21.3 °C, humedad relativa del 84% o más, precipitación media anual de 2 500-3 000 mm (González, 1990). Las plantas ya establecidas resisten a períodos de sequía, pero se manifiesta una reducción del tamaño de los frutos. Cuanto más llueve tanto más frecuentes son las cosechas (González, 1990).

b) Suelos y Fertilización

El Arazá generalmente se comporta bien en los suelos franco-arenosos hasta franco-arcillosos, incluso resiste bien en suelos con baja fertilidad, con pH de 3.6 y 80% de saturación de Aluminio. Al elegir el terreno para la plantación, hay que evitar áreas con mucha pendiente y mal drenadas (González, 1990). Tanto los frutos como las hojas presentan una baja presencia de Fósforo lo que

indica una adaptación de la planta a los suelos amazónicos, pobres en este elemento (Pinedo *et al.*, 1981).

Chavez y Clement (1984) recomiendan fertilización al inicio del plantío, 10 a 15 kg de estiércol en el hoyo del plantío (40 x 40 x 40 cm) y en el primer año 100 g de NPK 10-18-12 más 5 kg de estiércol cada 4 meses. González (1990) recomienda tres aplicaciones de 1 kg de estiércol de ave o gallinazo por planta en el primer año incrementando esta frecuencia cada año con 1 kg hasta el décimo año en el que se aplican tres fracciones de 10 kg/planta.

c) Propagación y manejo

La reproducción de las plantas es generalmente por medio de semillas, pero otra manera de reproducir la planta es a través de acodos (Calzada, 1980). El trasplante de plantas en bolsas se hace a los 5 a 6 meses cuando las plantas tienen una altura de más o menos 30 - 40 cm y un promedio de 20 hojas (González, 1990). Pinedo *et al.* (1981) recomiendan un distanciamiento de 3 x 3 m y Chavez y Clement (1988) de 3 x 4 hasta 4 x 4 m.

d) Poda

González (1990) reporta una poda de formación de la copa de la planta, eliminando ramas y ramillas del tronco o tallo hasta una altura de 50 - 80 cm, a partir de los dos años de sembrado.

e) Producción

Según Clement (1989) un arbusto de 2 m de altura, por 1.5 m de diámetro de copa de una selección buena producirá normalmente de 60 a 80 frutas por año, a partir del tercero o cuarto año desde la siembra de la semilla en pleno sol, y empezará más tardíamente en la sombra. La fructificación comienza alrededor de los 18 meses (León, 1987), y se incrementa hasta los cinco años (Pinedo *et al.*, 1981). González (1990) menciona una producción desde los 14 a 16 meses después del transplante al campo definitivo, y obtiene rendimientos de 2.0 a 2.5 t . ha⁻¹ de fruta fresca en el primer año de producción, y hasta 50 t . ha⁻¹ . año⁻¹ de fruta fresca a los 9 años de establecido en un ensayo de fertilización.

Mediante la extrapolación de los registros correspondientes a 80 Arazás, de ocho años de edad, a 3 x 3 m, Pinedo *et al.* (1981) calcularon una producción anual de 28 t . ha⁻¹ . año⁻¹ de fruta fresca. En Iquitos, Perú, Picón de Esteves y Ramírez (1991) midieron una producción promedio de Arazá de entre 3.2 y 3.9 t . ha⁻¹ . año⁻¹ en monocultivo bajo cuatro tipos de manejo. Bajo sombra de pejíbaye con los mismos cuatro tipos de manejo, la producción fue insignificante (entre 0.3 y 0.5 t . ha⁻¹ . año⁻¹) probablemente debido al sombreado excesivo de las palmas. En Guápiles, Costa Rica, Vargas (1992) obtuvo una producción anual de 12.5 ton/ha (fruta fresca) en una plantación de cuatro años de edad sembrada a 4 x 4 m.

2.3. Marco Agrícola de Baja Talamanca

La zona de Baja Talamanca ubicada en el Cantón de Talamanca en la Región Huetar Atlántico de Costa Rica, entre las coordenadas geográficas 9° 00' y 9° 50' N y 82° 35' y 83° 05' O comprende 943 km², un tercio del área del Cantón (Anexo 1A).

Según datos de Kapp (1989) y Costa, Rica, Ministerio de Salud (1992) la densidad poblacional es alrededor de 20 personas por km² con la población viviendo por lo general, a lo largo de las principales vías de comunicación (ríos, ferrocarriles y caminos). Por tener índices de nivel de vida relativamente bajo, Baja Talamanca puede ser considerada una de las zonas más pobres de Costa Rica.

Entre 1908 y 1920 se establecieron plantaciones bananeras en la región, las cuales fueron convertidas gradualmente en plantaciones de cacao durante el período de 1920-1957. Con la llegada de dos grandes compañías de banano; PAIS S.A. y CLC en la década de los 70, gran parte de la zona nuevamente se convirtió en plantaciones bananeras (Somarriba, 1993).

Actualmente la agricultura, la mayor actividad económica en la zona, se caracteriza por un dualismo entre los dos grandes compañías de banano y pequeños productores que cultivan cacao , banano, plátano, coco (*Cocos nucifera*), ayote (*Cucurbita maxima*) y una variedad de raíces y tubérculos, entre otros, jengibre, yuca, malanga (*Colocasia esculenta*) y ñampí (*Dioscorea trifida*); además de realizar actividades de ganadería (Kapp, 1989; Somarriba, 1993). En

el sector forestal la mayor parte de la madera sacada de los bosques de Baja Talamanca se utiliza fuera del Cantón (Kapp, 1989).

A parte de enfermedades de los cultivos principales; Mal de Panamá (*Fusarium oxysporum*), Sigatoka Negra (*Mycosphaerella fijiensis*) para *Musa* spp. y Monilla (*Moniliophthora roreri*) en el caso de cacao (*T. cacao*), las inundaciones en los años 1958, 1970, 1988, 1991 (Somarriba, 1993) y 1993 (Observación personal) y un fuerte terremoto (7.3 en la escala de Richter) en abril 1991, limitaron el desarrollo agrícola en la zona. Kapp (1989) menciona otros factores limitantes para el desarrollo agrícola: -mercados agrícolas poco desarrollados con la comercialización dominados por medio de intermediarios foráneos; -ausencia de industrias talamanqueñas de procesamiento de productos agrícolas; -y falta de organización eficaz de los talamanqueños.

Kapp (1989) identificó diez diferentes tipos de sistemas agroforestales en la zona: a) Cultivos perennes bajo sombra de árboles; b) Árboles en pastos; c) Árboles en cultivos anuales d) Cultivos que se alternan con barbecho arbóreo; e) Cercas vivas; f) Huertos caseros mixtos g) Árboles en linderos; h) Fruticultura; i) Utilización múltiple del bosque natural y j) Soportes arbóreos para cultivos de renta. Por último, según Beer *et al.* (1994) la presencia de un programa de reforestación con incentivos para pequeñas y medianas fincas en la zona ofrece una posibilidad en el futuro para la promoción de sistemas agroforestales con el objetivo de la reforestación.

2.4. Fenología

Reamur en 1735 (Wielgolaski, 1974) fue el primero en estudiar matemáticamente la relación entre la temperatura y la velocidad de los procesos biológicos y el botánico Belga Charles Morren propuso en 1835 el término "fenología" (Hopp, 1974). Sin embargo el botánico sueco Carl von Linné es considerado el padre de la fenología.

En su obra -Filosofía Botánica- (1751) Carl von Linné describió métodos para construir calendarios anuales de plantas (la apertura de las hojas, la floración, la fructificación y la caída de las hojas) en conjunto con observaciones meteorológicas.

Lieth (1974) definió la fenología como el estudio de fenómenos biológicos, las causas bióticas y abióticas de estos fenómenos y la interrelación dentro de fases de las mismas o diferentes especies.

Según Wielgolaski (1974) la fenología agrícola estudia el efecto de las condiciones climáticas y edáficas sobre los fenómenos biológicos en plantas de importancia comercial.

Las fenofases agrícolas como etapas necesarias en el crecimiento y el desarrollo de la planta incluyen elementos económicos tales como la cosecha y el mercadeo de plantas comerciales como espectro más amplio que la fenología puramente biológica (Wielgolaski, 1974; Huxley, 1987).

2.5. Análisis Financiero

El análisis financiero describe el tipo de análisis con el que se desarrolla una estimación de rentabilidad comercial para un proyecto; o sea, evalúa la relación que existe entre la salida y la entrada de fondos (Gregersen y Contreras, 1980). En este trabajo se hizo un solo análisis financiero del sistema agrosilvícola Laurel con Arazá.

El análisis financiero evalúa el sistema en términos de atractivo para la familia agrícola (Brown, 1981). No es una meta, sino una herramienta para: - comparar las actividades y determinar si ellas resultan rentables; -determinar factores limitantes agudos (cuellos de botella); -determinar la eficiencia del uso de los recursos; -y elaborar un buen plan financiero (Imbach, 1978; Gittinger, 1982).

3. MATERIALES Y METODOS

3.1. Area de estudio

3.1.1. Características del sitio

El sitio, un cacaotal abandonado de unos 40 años de edad y que anteriormente había sido una plantación bananera (Lucas *et al.*, 1994), está localizado entre las coordenadas 9° 37' N y 82° 48' O, a una altitud de \pm 35 msnm, con una temperatura y precipitación media anual de 26 °C y 2 100 mm, respectivamente, sin período seco marcado. El lugar corresponde a la formación ecológica de bosque húmedo tropical (bh-T) de acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge (Holdridge, 1987).

La topografía del terreno presenta un pendiente del 2% y forma parte de la terraza alta del río Sixaola con suelos homogéneos, pocas variaciones en el drenaje y en la textura de los horizontes del subsuelo. La textura y la estructura del suelo permiten un desarrollo extenso y profundo de las raíces. No hay pedregosidad ni erosión, pero en alguna parte del sitio ocurren problemas de compactación del horizonte A. Los tipos de suelos presentes de acuerdo con la clasificación del "USDA Soil Survey Staff" (1992) son Fluvaquentic Eutropept y Typic Eutropept (tentativo) (Nieuwenhuysse, 1994).

El mismo autor indica que el sitio en general tiene una fertilidad de moderada a alta en los primeros 20 cm, la que se extiende hasta una profundidad de 50 cm. El Potasio presenta valores altos con una relación $(Ca + Mg)/K$ de 49 en promedio; lo cual es relativamente alta. El contenido de Fósforo es mediano y el de Zinc muy bajo (Cuadro 1). La disponibilidad de Fósforo medido a los cinco años de establecido los árboles es adecuado, probablemente por la fertilización durante varios años.

Cuadro 1. Resultados de análisis de fertilidad y textura del suelo. Olivia, Talamanca, 1994.

Prof (cm)	Textura	pH	M.O. (%)	Ca (meq/100 ml suelo)	Mg	K	Acid. Extr.	P*
0-5	franco limoso	6.3	10.7	23.6	4.8	1.45	0.1	19
5-20	franco limoso	6.5	5.1	21.9	4.4	1.17	0.1	13
20-35	franco limoso	6.5	1.4	20.0	4.0	1.72	0.1	11
35-45	franco limoso	6.6	1.5	22.9	4.4	0.64	0.1	11

* ($\mu\text{g/ml}$ suelo)

Fuente. Nieuwenhuyse (1994). Muestras tomadas en 1993 y analizadas en el Laboratorio de Suelos del CATIE.

3.1.2. Descripción del ensayo

El ensayo agrosilvicultural 228 en Olivia, Baja Talamanca, Provincia de Limón, sureste de Costa Rica, fue establecido por el dueño de la finca, el Señor Ignacio Pavón, bajo el Proyecto de Cooperación Agroforestal del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), la Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) y el Departamento de Gerencia Forestal de Costa Rica (DGF).

Los tratamientos originales fueron las plantaciones forestales (Laurel y Acacia) con y sin cultivos (Anexo 1A). El ensayo estuvo dividido en dos secciones separadas por un terreno en barbecho de más o menos 50 m de ancho: la sección oeste incluye los bloques 1 y 2 y la sección este los bloques 3 y 4. En el Cuadro 2 se encuentra información acerca de la fecha de siembra de las especies y sus procedencias relevantes en este estudio. En las parcelas con árboles la densidad de plantas de Arazá disminuyó porque la distancia entre líneas puras es de seis metros (Cuadro 3).

Cuadro 2. Descripción de los tratamientos agroforestales usados en el estudio. Olivia, Talamanca, 1994.

CULTIVO/ESPECIE	Año agrícola						
	1	2	3	4	5	6	7
Acacia	xx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Laurel	xx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Maíz 1a Siembra	xx						
Maíz 2a Siembra		xx					
Maíz 3a Siembra			xx				
Jengibre			xxxx				
Arazá				xxxxx	xxxxx	xxxxx	xxxxx
Plátano				xx	xxxxx	xxxxx	xxxxx

* primer año (01/04/88-31/03/89).

Establecimiento:

Acacia, (Iron Range, Australia, CATIE 15677) y Laurel (San Carlos, C.R., CATIE 2939): 18/11/88.

Maíz, 1a siembra (Amarilla Talamanca): 14/12/88.

Maíz, 2a y 3a siembra (Tuxpeño blanco, CATIE): 04/07/89 y 30/11/89 respectivamente.

Jengibre var. Hawai (Guápiles, Limón): 25/04/90.

Arazá, líneas puras; procedencia Turrialba.

Arazá, bordes y líneas mixtas; Finca Júpiter, Talamanca: 21/03/91.

Plátano (bordes; Selección local): 27/10/92.

Originalmente se establecería el cacao después de los cultivos anuales, pero debido a las perspectivas del mercado y el interés del finquero se optó por el Arazá (Lucas *et al.*, 1994).

Cuadro 3. Distribución y densidades de siembra de los árboles y cultivos. Olivia, Talamanca, 1994.

Tratamiento	Distancia (m)	Dimensión (m)	Area (m ²)	Densidad (plantas/ha)
Arboles	3 x 6	21 x 24	504.0	555
Maíz (1a siembra)	1 x 1	n.d.*	n.d.	10 000
Maíz (2a siembra)	0.5 x 1	18.5 x 18	333.0	33 333
Maíz (3a siembra)	0.5 x 1	18.5 x 18	333.0	33 333
Jengibre	0.4 x 1	18.4 x 18	331.2	12 500
Arazá (con árboles)	3 x 6 **	21 x 18	378.0	793+
Arazá (Musa Asoc.1)	3 x 3	27 x 9	243.0	1 111
Arazá (Musa Asoc.2)	3 x 3	54 x 3	162.0	1 111
Plátano	3 x 6	n.d.	n.d.	555

* n.d. no disponible

** Arazá está sembrado también en las líneas de los árboles donde éstos murieron o fueron raleados.

Fuente. Adaptado de Lucas *et al.*(1994)

En el presente estudio los tratamientos de interés son Acacia, Laurel y Musa Asociado. El último tratamiento que está en las parcelas donde originalmente se había sembrado Maíz puro no es parte del diseño factorial y tiene arreglos espaciales de Plátano diferentes en las dos parcelas útiles (Anexo 1A). Se excluyeron las parcelas de las repeticiones 3 y 4 debido a un alto número de plantas faltantes de Arazá y Acacia.

La situación de las parcelas hasta el momento en que se hizo la selección de las plantas del estudio fenológico se presenta en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Número de árboles, plátanos y plantas de Arazá presentes en las seis parcelas útiles. Olivia, Febrero 1994.

Parcela	Arboles	Siembra 1993	Resiembra 1993	Total Plantas
AA1	13	28	6	34
AA2	9	27	2	29
LA1	9	31	3	34
LA2	11	28	3	31
MA1	19 *	26	0	26
MA2	20 *	16	0	16

* Número de cepas de plátano.

3.1.3. Manejo Agronómico y Silvicultural

3.1.3.1. Cultivos anuales

El primer ciclo de Maíz fue manejado y cosechado por el finquero conforme las técnicas regionales y los otros dos ciclos orientados por técnicos del proyecto agroforestal CATIE/GTZ. La productividad y la calidad del Jengibre fueron sumamente afectadas por un ataque de pudrición de raíces inicialmente asociado al ataque de la bacteria *Erwinia sp.* (Lucas *et al.*, 1994). Los esquemas de manejo del Maíz y del Jengibre se presentan en el Anexo 2A.

3.1.3.2. Cultivo del Plátano

El manejo del Plátano consiste en: -preparación del terreno;-cura de la semilla, aplicación de nematicida y abono al hueco de plantío, siembra y resiembra; -rodajeas y chapias; -aplicación de fertilizantes; -deshije (regular los brotes de nuevos hijos; mantener la densidad del plátano; asegurar plátanos bien distanciados); -eliminación de plantas enfermas; -destronque (eliminación del suedotallo de cepas ya cosechadas); -aplicación de nematicida (diferente a la anterior); -deshoja (reducción de la fuente de inóculo de sigatoka) - y cosecha y apuntalamiento (I. Pavón, 1994, Comunicación personal; Somarriba, 1994).

3.1.3.3. Cultivo del Arazá

El Arazá, transplantado a la edad de siete meses, empezó a florecer a los 19 meses. A partir de entonces se efectuaron desfloraciones bisemanales hasta los 31 meses (Marzo 1993) empezando entonces con cosechas semanales. Se realizaron dos podas de formación para impedir el contacto de los frutos en las ramas bajas con el suelo.

La plantación estuvo infestada de la mosca de la fruta *Anastrepha striata*. Se reportó la plaga *Phyllophaga sp.*, insecto de la familia Escarabaeidae que ataca el sistema radicular de las plantas. El complejo de hongos del suelo *Phytophthora sp.* y *Phytium sp.* han reducido las poblaciones de Arazá; especialmente en los bloques 3 y 4 (Lucas *et al.*, 1994).

En el Anexo 2A se presenta un esquema detallado del manejo para cada año agrícola, efectuado en el ensayo a partir del 21/03/91 hasta el 31/03/94 con un comentario sobre el período posterior.

3.1.3.4. Acacia y Laurel

La preparación del terreno incluyó el volteo, el sacado de algunas tucas comerciales, la chapia y el ahoyado. Hubo tres etapas de resiembra: 0-3 meses; 5-8 meses y 17 meses después de la siembra. La segunda etapa de resiembra implicó casi una renovación completa de la plantación de Acacia debido a un severo ataque de ratas (Lucas *et al.*, 1994). A la edad de un año se hizo una poda de las dos especies. La segunda poda se hizo sólo para el Acacia a la edad de un año y medio, y la tercera nuevamente para las dos especies a la edad de dos años, podando las ramas bajas hasta los tres metros.

En las parcelas agrosilviculturales se efectuaron dos raleos para ambas especies: Laurel a los 2.6 y 2.9 años, Acacia a los 2.9 y 3.4 años de edad. Como producto de los raleos se han obtenido postes cortados y aserrados, algunos de los cuales han servido para el cerco del mismo ensayo. Otras actividades incluyeron rodajeas, chapias y control de plagas y enfermedades silvícolas.

3.2. Visita a fincas

Se hicieron visitas a 11 fincas situadas en Bordón, Bratsí, Carbón, Catarata, Chase, Hone Creek y Volio, utilizando un esquema de preguntas y recorriendo las

plantaciones para caracterizar la forma en que los productores iniciaron este cultivo, el arreglo espacial y el manejo del mismo, más los principales problemas de los productores.

3.3. Variables y registro de datos

3.3.1. Crecimiento vegetativo

Excepto en las 14 resiembras de 1993 (Cuadro 4), se midió en cada planta en Octubre 1993 y Febrero, Junio y Octubre 1994 el crecimiento vegetativo:

- diámetro basal (db; mm) en la parte más delgada del tronco, entre 0 y 15 cm sobre el suelo, debajo de la primera bifurcación (calibrador Swiss Precision Instruments, Inc.; precisión 0.1 mm);
- altura total (dm) de la planta, desde la superficie del suelo hasta el ápice terminal más alto del arbusto (vara telescópica; precisión 5 cm) (Salazar, 1989)
- y proyección de la copa (cm) paralelo y perpendicular a la línea de siembra (cinta métrica, precisión 5 cm).

Cuando no se pudo medir un db único se midieron las dos o tres bifurcaciones debajo de los 15 cm sobre el suelo estimando el db con la ecuación:

$$db_x = \sqrt{((db_1)^2 + \dots + (db_n)^2)} \quad (3.1.)$$

donde:

db_x - db cuadrático de la planta en consideración

$(db_1)^2$ - el cuadrado cúbico del primer tallo medido

$(db_n)^2$ - el cuadrado cúbico del tallo n medido (en la práctica n nunca excedió 3)

3.3.2. Producción de frutas

Para cada planta se registró semanalmente, del 25/11/93 hasta el 17/11/94, el peso fresco de frutos (en g) en la planta y frutas caídas en el suelo. Por

producción se entiende la cosecha de las frutas sin restar las pérdidas que ocurren durante y después de la cosecha (Casley y Kumar, 1989). En períodos con producción muy alta se cosechó dos veces por semana.

3.3.3. Análisis de fruta

Para determinar el tiempo que necesita el fruto de Arazá para llegar a un estadio de madurez, con características deseables para su procesamiento agroindustrial, se hizo a través del Programa de Desarrollo Agroindustrial Rural del Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos (CITA) de la Universidad de Costa Rica (UCR) un análisis físico-químico de la fruta (composición proximal) y un estudio de la maduración para cinco estadios de madurez: - verde: el fruto está fisiológicamente desarrollado y presenta un color verde claro; - 1/4 pintón: aparece el color de fondo amarillo en algunas partes; - 2/4 pintón: tonalidad verde amarillo; - 3/4 pintón: color predominantemente amarillo pero todavía con algunas manchas verdes; - y maduro: fruto totalmente amarillo.

Se hizo el análisis proximal conforme la metodología de la "Association of Official Analytical Chemists" (AOAC; Helrich, 1990), determinando del peso húmedo:

- proteínas (en %) con el método Kjeldahl;
- azúcares (en %) con el método HPLC (" High Pressure Liquid Chromatography");
- acidez (titulable; en %) con el método 942.15 AOAC, 1990;
- pH con un pHmetro con electrodo de vidrio;
- grados brix con el método refractométrico 932.12 AOAC, 1990;
- ceniza y humedad (en %)
- y sustancias pécticas (en %) por carbazol conforme el procedimiento descrito por Trimiño (1988).

En el estudio de maduración se analizaron cambios de color de los cinco estadios de madurez de la fruta, a través de un colorímetro Hunterlab, tomando cuatro lecturas, rotando la fruta fresca ecuatorialmente (tres repeticiones por

clase); clasificando las frutas en tres escalas de intensidad: verde (a) de -50 a 50; y amarilla (b) y claridad (L) de 0 a 100, calculando el grado de madurez con la ecuación:

$$\text{Grado de madurez} = (L + (a + 50) + b) / 3 \quad (3.2)$$

Posteriormente, se definieron los rangos de madurez (en %) para los cinco estadios de madurez calificando de 100% el valor máximo obtenido en los cálculos.

Las muestras tomadas en las fechas: 14 y 28 de Julio y 11 y 24 de Agosto 1994 pesaban de 0.6 a 0.7 kg para el análisis proximal y variaron entre 2 kg (estadio maduro) a 8 kg (estadio de frutas verdes) para el estudio de maduración.

El mismo día, se transportaron las frutas en cajas plásticas, protegidas con papel y cartón desde la plantación hasta el Laboratorio del CITA en San José, a una distancia de 230 km donde fueron guardados en un lugar frío. Evitando efectos de fermentación se hizo el análisis proximal al día 0.

Se hicieron las lecturas en el colorímetro Hunterlab para el estudio de maduración fueron hechos en los días 0, 2, 3, 4, 5, 6 y 7.

3.3.4. Fenología

3.3.4.1. Datos meteorológicos

A través de dos higrotermógrafos (Lambrecht), precisión 1.5% para temperatura y 2% para la humedad relativa, previamente calibrados en el sitio de instalación, se determinaron las temperaturas promedio, máxima y mínima y la humedad relativa promedio cada 15 días. La precipitación mensual acumulada fue determinada a través de registros de precipitación en Margarita, a 6 km del sitio de estudio y con la misma altitud.

3.3.4.2. Selección de plantas

Cada planta de Arazá en las seis parcelas útiles fue identificada con un número y para su mejor ubicación por un sistema de coordenadas únicas.

Para cada planta enumerada, excepto las resiembras y las plantas con un árbol en la misma posición se calcularon el índice de competencia de los árboles

con cada Arazá (IC árboles) y el IC de Arazá con Arazás (IC arazás) en los tratamientos Acacia o Laurel asociado; y el IC de Arazá con plátano (IC plátanos) y el IC arazás en el tratamiento con Musa.

El IC para las plantas de Arazá fue calculado en base a la cercanía y el tamaño de árboles, Plátanos o Arazás vecinos de la planta en consideración; suponiendo que, con el mismo tratamiento en un sitio similar, una planta con un IC menor tiene más posibilidades para crecer que una planta con un IC mayor, debido a un menor grado de competencia. En el cálculo de los IC, es importante considerar los competidores; es decir la distancia entre un vecino y la planta en estudio.

Después de un reconocimiento en el campo se fijó en 8 m la distancia máxima para considerar árboles como competidores de Arazá; 5 m para plátanos y 3 m para Arazá, suponiendo que más allá de estas distancias máximas no existe una competencia considerable.

La ecuación para el cálculo del IC (sin unidad) fue:

$$IC_x = \sum_{i=1}^n \frac{(dap_i)^2}{(d_{x \rightarrow i})^2} \quad (3.3)$$

donde:

n : número de competidores

x : planta en consideración

i : número del competidor

dap (mm) : dap de árboles, un dap promedio de los tallos en cada cepa de plátano o db (0-15 cm altura) de Arazá

$d_{x \text{ y } i}$: distancia entre planta "x" y competidor "i" (dm)

Los IC para diferentes tipos de competidores no son comparables. Sólo se hacen comparaciones entre el mismo tipo de IC.

Los valores de IC calculados en base a mediciones de Octubre 1993, sirvieron de base para la determinación del marco muestral para la selección de plantas de Arazá para el estudio fenológico que osciló entre 62.2 y 216.0 para IC árboles; entre 1.5 y 2.9 para IC plátanos y entre 2.5 y 16.6 para IC Arazás. Para la selección de siete plantas por parcela para el estudio fenológico se eliminó de cada repetición el 10% de las plantas que estaban en cada cola de la distribución de los valores originales de IC árboles o IC plátanos (usando el procedimiento "Univariate" en el Sistema de Software SAS). Además las plantas tenían que cumplir los siguientes requisitos: 1) estar en una línea pura de Arazá; 2) tener una altura de más de 2 m y una proyección de copa en dos direcciones promedio de más de 2.30 m; 3) y no tener problemas de plagas y/o enfermedades y/o deficiencias de nutrimentos.

3.3.4.3. Fenofases

Del 23/02/94 hasta el 21/09/94 se caracterizó bisemanalmente a nivel de la planta entera; el crecimiento foliar, la floración y la fructificación a través de las siguientes fenofases:

- BROTAC (Brotaciones foliares): son las emisiones de nuevas hojas y nuevos tallos que difieren en la coloración marrón-púrpura;
- BOTONES (Botones florales): generalmente emergen en el penúltimo crecimiento del tallo; las siguientes tres categorías se encuentran en este mismo sitio;
- FLORES (Flores abiertas): son las flores abiertas hasta su secamiento todavía con los pétalos presentes;
- FRUINIC (Frutos en inicio de formación): son las flores secas y fecundadas con los pétalos ausentes hasta los frutos con un diámetro menor de 2 cm
- FRUPLEN (Frutos en plena formación): son frutos con un diámetro mayor de 2 cm hasta frutos maduros todavía de color predominantemente verde (estadios de madurez verde a 1/4 pintón).

La floración es el proceso desde la aparición de los botones florales hasta su desaparición (Alencar *et al.*, 1979) lo que incluye las fenofases botones florales y flores abiertas de este estudio. La fructificación, el proceso desde la aparición de los frutos hasta la cosecha de éstos, incluye las fenofases frutos en inicio de formación y frutos en plena formación.

En las observaciones fenológicas realizadas los Miércoles (cada dos semanas) entre las 07:00 y 10:00 a.m. siempre se observaba las copas del Arazá de las cuatro direcciones cardenales, asignando un valor de 0 a 4 a cada una de las cinco fenofases:

- 0 - Ausencia del fenómeno observado
- 1 - Presencia del fenómeno con magnitud entre 1 a 25%
- 2 - Presencia del fenómeno con magnitud entre 26 a 50%
- 3 - Presencia del fenómeno con magnitud entre 51 y 75%
- 4 - Presencia del fenómeno con magnitud entre 76 a 100% (Fournier, 1978).

El promedio de las cuatro observaciones, se anotó en un formulario (Anexo 3A).

3.3.5. Valores económicos del sistema agrosilvícola Laurel asociado.

3.3.5.1 Se usaron los costos de inversión y de operación, y los ingresos (precios al borde de la finca) obtenidos por el proyecto agroforestal CATIE/GTZ convirtiendo los precios de insumos, mano de obra (M.d.O.) y beneficios vigentes en el mercado de Costa Rica de Mayo 1994, en US dolares (US\$) con un tipo de cambio de 150 Colones (¢) para US\$ 1.00. (Platen, von, 1994).

3.3.5.2 Se usaron años agrícolas del 01 de Abril hasta el 31 de Marzo del año siguiente; y como tiempo de establecimiento el primer año agrícola terminando el 31/03/89 (en realidad empezó a mediados de Noviembre 1988). Se trabajó con costos y precios constantes para los análisis ex-post y ex-ante, usando 1994 como año básico. Ex-post hasta la conclusión del sexto año agrícola (31/03/94) y ex-ante para el período complementario hasta los 15 años. Se entiende por ingresos en efectivo (ingr. en ef.) todos los ingresos; y por costos en efectivo (costos en ef.) todos los costos de insumos, no considerando los

costos de M.d.O. en jornales y/o gerencial que son asumidos por el propio finquero.

3.3.5.3 El valor de las tres cosechas del Maíz y la cosecha del Jengibre fue calculado en base de los datos publicados (Lucas *et al.*, 1994). Se supuso que el ciclo productivo del Arazá dura más de 12 años; sin considerar una renovación de la plantación en los cálculos. Se proyectó la curva de producción de Arazá a base de información de literatura. Se obtuvo el volumen comercial del Laurel a través de una curva de producción para un turno de 15 años (Beer, 1994; datos no publicados).

3.3.5.4 El costo de la M.d.O. en jornales de ocho horas (@ US\$ 6.36) fue el costo vigente para obreros agrícolas en la región, estimando la M.d.O. gerencial anual al 20% del costo de la M.d.O. anual. No se consideraron costos de riesgo de la actividad, ni costos de la tierra.

3.3.5.5 Los precios de Arazá y madera calculados en base al precio en la finca, excluyen el transporte. El proyecto agroforestal CATIE/GTZ colaboró con el dueño de la finca y el Departamento de Desarrollo Agroindustrial Rural (CITA/UCR) en la comercialización del Arazá obteniendo un precio de venta estimado relatado al año básico de US\$ 8.33 por 100 kg de fruta fresca.

3.3.5.6 Para el cálculo de la Relación Beneficio/Costo (R. B/C) se utilizaron valores actualizados netos (VAN) con una tasa de interés anual real de 2.5% (tasa de inflación anual 3%). Se hizo un análisis de sensibilidad a base de aumentos de los costos de la M.d.O. con 10 o 20%; y una disminución de precios de los productos (madera, Arazá) con 10 o 20% empleando los siguientes indicadores económicos y sus ecuaciones, siempre para quince años ($n = 15$):

- El Beneficio Neto:

$$Ben. Neto = \sum_{i=1}^n (B_i - C_i) \quad (3.4)$$

- El Beneficio Neto Acumulado:

$$Ben. Neto Acum. = \sum_{i=1}^n (Ben. Neto_i + Ben. Neto_{i-1}) \quad (3.5)$$

- La R. B/C:

$$RB / C = \frac{\sum_{i=1}^n VAN(B_i)}{\sum_{i=1}^n VAN(C_i)} \quad (3.6)$$

- El Beneficio Neto Actualizado:

$$\text{Ben. Neto Actual} = \sum_{i=1}^n VAN(B_i - C_i) \quad (3.7)$$

- El Beneficio Neto Ampliado:

$$\text{Ben. Neto Ampl.} = \sum_{i=1}^n (\text{Ben. Neto}_i - \text{M.d.O. gerencial}) \quad (3.8)$$

- El Flujo de Caja:

$$\text{Flujo de Caja} = \sum_{i=1}^n (\text{Ingr. en efec. } i - \text{Costos en efec. } i) \quad (3.9)$$

3.4. Análisis estadístico

3.4.1. Crecimiento vegetativo

Para las plantas en líneas puras, de los tratamientos con maderables y todas las plantas en el tratamiento con Musa (todas de la misma edad) se calcularon y graficaron los promedios y sus desviaciones estándar (d.e.) de db, alt y copa por tratamiento para las cuatro fechas de medición.

3.4.2. Producción de frutas

De cada parcela se hizo un gráfico de contornos mostrando la distribución espacial de los niveles de producción (es decir verificar si existieron áreas de alta o baja producción en un sector particular de cada parcela). Eso fue hecho por medio de un par de coordenadas para cada planta en las líneas puras utilizando el comando "contour plot" del programa estadística SAS.

Se graficó la producción semanal por tratamiento (peso fresco en kg/ha) del 25/11/93 hasta el 17/11/94, de las plantas en líneas puras y mixtas de los

tratamientos Acacia y Laurel asociado y de todas las plantas del tratamiento Musa asociado.

3.4.3. Tamaño versus Producción

Para estudiar la relación entre el db medido en Octubre 1993 y la producción acumulada de frutas en kg/ha (prodac) para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94 se hizo un análisis de regresión por tratamiento (modelos lineales, cuadráticos y cúbicos) usando prodac como variable dependiente. También se hicieron regresiones por tratamiento (modelos lineales, cuadráticos y cúbicos) de prodac a base de IC árboles (medido en Octubre 1993). Para determinar la influencia de los variables IC árboles e IC Arazás en prodac se hizo un análisis de regresión múltiple lineal con el IC árboles e IC Arazás (medidos en Octubre 1993) como variables independientes.

3.4.4. Fenología

Se hizo para cada tratamiento un fenograma graficando los fenofases en porcentaje durante el período de 16 observaciones acompañado de un gráfico con las temperaturas promedio cada 15 días y la precipitación mensual para el mismo período. La transformación de las categorías de 0 a 4 resulta en un rango entre 0 y 87.5%, siendo 87.5% la mediana entre 75-100%.

Después de sumar para cada fenofase los valores para las siete

plantas observadas por fecha y por parcela (es decir un rango entre 0 y 28) se hizo para cada parcela una matriz de correlación para los siguientes tres pares de fenofases: Brotaciones foliares versus Botones florales; Botones florales versus Frutos en inicio de formación; y Frutos en inicio de formación versus Frutos en plena formación; siempre adelantando las fechas de medición de la segunda categoría con 14 o con 28 días.

Por ejemplo, una comparación entre los valores de brotaciones foliares para las diferentes fechas de medición se hizo siempre contra los valores de botones florales una o dos fechas después, consecuentemente no contando con la primera o las primeras dos fecha(s) de la primera categoría y la última o las últimas dos fecha(s) de la segunda.

4. RESULTADOS Y DISCUSION

4.1. Visita a fincas

4.1.1. Resultados

El Arazá fue introducida en Baja Talamanca en la década de los 80 por una organización no gubernamental ANAI (Asociación de Nuevos Alquimistas). No existe una idea exacta del área sembrada con este cultivo ni existen datos actuales sobre la presencia del cultivo en la zona. En 1991 la APPTA (Asociación de Pequeños Productores en Talamanca) hizo un levantamiento de 71 productores de Arazá con un total de solamente 3 500 plantas. Existen informes que hay un número mucho mayor de plantas de Arazá en la zona, porque la APPTA suministró más tarde a productores interesados plántulas para cultivar un área de 1.0 ha para garantizar el abastecimiento de una planta procesadora de frutas. No todas las fincas son bien accesibles por carretera; especialmente en la época lluviosa, y hasta en el mes de Noviembre 1994 todavía no existe una planta agroindustrial en la zona.

En las 11 fincas visitadas en la zona, con un total de 5 300 plantas según datos de los dueños, se encontró el cultivo en monocultivo o en diferentes arreglos y socios entre los cuales se pudo clasificar: -diferentes especies maderables; -Yuca para ser sustituida por especies maderables; -Cacaotal viejo; - Laurel en regeneración natural y Poró (*Erythrina poeppigiana*) procedente de un cacaotal viejo; -Laurel y plátano; -Guaba (*Inga sp.*) para sombra y leña; -Citrus; -y huerto casero.

Los productores que consiguieron sus plántulas de ANAI a finales de los 80 aplicaron distancias de siembra de 2.0 x 2.5 m y los que obtuvieron plántulas de APPTA al inicio de los 90 aplicaron distancias de 3.0 x 3.0 m. La edad de las plantas variaba entre 1 y 6 años, pero la mayoría de las plantaciones no había entrado en plena producción.

En general, las plantaciones presentaron problemas de infestaciones de la mosca de la fruta (*A. striata*) y en un caso hubo una larva de un insecto no identificada que comía las hojas del Arazá. En dos plantaciones hubo plantas enfermas que se resecaaban y/o morían.

Generalmente, el manejo cultural no excedió un esquema de chapias y rodajeas o las plantaciones se encontraban en estado abandonado. En dos casos hubo algún tipo de poda de formación y en ningún caso un esquema de fertilización excepto la aplicación de abonos orgánicos durante la siembra. Algunos de los productores ocasionalmente vendieron frutas de Arazá en pequeñas cantidades, pero ninguno de ellos afirmó tener mercado estable para la fruta. Uno de los productores comentó que "es recomendable que los proyectos hagan estudio completo del nuevo cultivo antes de recomendárselo a los finqueros".

Los principales problemas de las fincas visitadas fueron: -falta de compradores de la fruta; -excesivos márgenes de comercialización de los intermediarios que operan en la zona con otros cultivos agrícolas; -falta de acceso al mercado; -falta de una planta procesadora; -y falta de un plan integral para el desarrollo del cultivo en la zona de Baja Talamanca.

4.1.2. Discusión

Los resultados muestran un amplio uso del Arazá en sistemas agroforestales y las plantaciones en monocultivo nunca tuvieron muchas plantas. La razón por la que los productores mantienen el Arazá en asocio de otros cultivos es que ellos creen que el Arazá requiere sombra.

Al igual que en la zona de Baja Talamanca, en Iquitos, Perú, la plaga más importante fue la mosca de la fruta (*A. striata*), cuyas larvas se alimentan de la pulpa sin deteriorarla y salen de ella al completar su ciclo, dejando en el fruto perforaciones en el fruto que forman "entradas" para otros patógenos (Pinedo *et al.*, 1981). Según Jiron y Hedström (1988), en Costa Rica el grupo de la familia *Anastrepha* con el rango de ocurrencia más grande es el género *striata*. Infestaciones en la Guayaba, familia del Arazá, ocurren durante todo el año. González (1990) recomienda distanciar la plantación de Arazá de plantas hospederas de la mosca de la fruta, como el Caimito (*Chrysophyllum caimito*), el Chicozapote (*Manilkara zapota*) y la Guayaba; y Escobar (1988) recomienda remover frutas podridas en el suelo y enterrarlas a una profundidad de 30 cm, desinfectando la superficie del hueco en el suelo con cal para evitar la emergencia de los insectos adultos.

Además de la mosca de la fruta, Couturier (1992) menciona tres plagas secundarias en la misma zona de Iquitos; las larvas de dos especies de picudos *Coleoptera* y *Curculionidae* que se desarrollan en los frutos, atacando las semillas y la fruta; y una segunda especie de *Curculionidae* que se alimenta al estadio adulto, de las hojas tiernas y de los botones florales, y que puede llegar a causar daños considerables. No se conoce la presencia de estas plagas en la zona de Baja Talamanca.

La enfermedad radicular que resecoó las plantas parcial o totalmente en dos de las plantaciones visitadas parece ser el complejo de hongos (*Phytophthora sp.* y *Phytium sp.*) presentes en el ensayo del estudio (Lucas *et al.*, 1994).

El manejo del cultivo de Arazá en la mayoría de los casos no excedió de algunas chapias ya que la falta de mercado para la fruta no justifica hacer gastos en el manejo del cultivo. Además, los finqueros tenían poca información sobre prácticas de manejo como la poda y la fertilización.

Aunque existen problemas en la fase de producción, la mayor preocupación de los finqueros está relacionada con la falta de mercado seguro y precios justos. Además, el hecho de que el Arazá como cultivo de potencial de expansión fue introducido sin un paquete de información tecnológico para los finqueros, puede perjudicar y dificultar el desempeño del cultivo en la zona de Baja Talamanca. Morera (1993) menciona algunos aspectos importantes para tomar en cuenta durante el desarrollo y la comercialización de una especie con potencial prometedora:

- exploración y recolección de germoplasma de buenas características; - observación y selección del germoplasma;
- estudios químicos y de utilización de las selecciones preliminares; - evaluación agronómica; -producción y procesamiento en escala comercial
- y comercialización.

En el caso del Arazá en Baja Talamanca, con la excepción del presente ensayo, no se ha cumplido con esta recomendación.

4.2. Crecimiento vegetativo

4.2.1. Resultados

El diámetro basal promedio varía entre 57 y 63 mm, la altura total promedio entre 27 y 28 dm y la proyección de la copa promedio entre 29 y 31 dm para Arazá de cuatro años de edad (Cuadro 5).

Cuadro 5. Dimensiones promedio \pm 2 desviación estándar de Arazá de 3-4 años de edad en Talamanca, Costa Rica (promedios de cuatro fechas de medición y dos repeticiones).

Tratamiento	Diámetro basal (mm)	Altura (dm)	Diámetro de copa (dm)
Acacia asociado	58.0 \pm 12.0	27.9 \pm 4.7	31.0 \pm 3.1
Laurel asociado	63.4 \pm 13.9	28.0 \pm 5.6	31.5 \pm 4.4
Musa asociado	57.0 \pm 10.8	27.4 \pm 3.6	28.6 \pm 4.8

Tanto la variable diámetro basal como la variable altura total son ascendentes para cada uno de los tres tratamientos durante las cuatro fechas de medición. Sin embargo, la variable copa muestra un comportamiento descendente durante tres fechas y ascendente en la última fecha para el tratamiento Acacia asociado (Anexo 4A).

4.2.2. Discusión

Según Pinedo *et al.* (1981) el crecimiento se estabiliza alrededor de los cinco años con alturas entre 2.2 y 2.9 m y una proyección de la copa entre 2.6 y 3.2 m. La afirmación de una altura máxima de 4.0 m (Calzada, 1980; Chavez 1988) se aproxima más a los resultados de este trabajo.

Picón de Esteves y Ramírez (1991) determinaron una altura promedio de 2.2 m y un diámetro de copa de 2.0 m para plantas de Arazá a esa misma edad de cinco años, sembradas a 4 x 4 m en un ensayo con sombreado de Pejibaye y cuatro tipos de manejo, en Iquitos, Perú.

Los valores promedio del estudio entre 2.7 y 2.8 m para la altura total y 2.9 y 3.1 m para la proyección de la copa del Arazá a los cuatro años de edad superan valores descritos en la literatura, lo que puede ser relacionado con la fertilidad del sitio experimental (Cuadro 1, Cap. 3.1.1). También el sombreado del Arazá podría haber provocado un crecimiento mayor de los tallos comparada con una plantación en pleno sol (Clement, 1989). El mayor diámetro basal promedio de Arazá en el tratamiento Laurel asociado puede ser debido a un grado de sombreado apropiada en este sitio; menor que en el tratamiento Acacia y mayor que en el tratamiento Musa asociado.

La proyección de la copa promedio de las plantas medidas en el tratamiento Musa asociado, donde el Arazá recibió más luz es más de 25 cm menor en comparación con los otros dos tratamientos, talvez porque el arbusto crece menos pero con mayor ramificación y densidad, cuando tiene más insolación (Clement, 1989).

La medición de la variable diámetro basal cuenta con más precisión que las variables altura total y copa, que son más susceptibles a estimaciones de los asistentes que efectuaron las mediciones y a cambios en la copa debido a ramas desaparecidas o sobresalientes tanto en altura como en anchura. La trayectoria ascendente en la mayoría de los casos muestra que las plantas medidas todavía no han alcanzado su tamaño final.

La proyección de la copa mayor que 3 m justifica un espaciamiento de por lo menos 3 - 4 m dentro de y entre líneas, y de preferencia 4 x 4 m para las condiciones del ensayo sin podas antes del tercer año. Por ser una planta que produce sus frutas en el penúltimo segmento de crecimiento ramal, no se considera conveniente someter el Arazá a un sistema de poda para mantener un espaciamiento de 3 x 3 m. Se recomienda una poda de formación en el vivero y otra después de que el Arazá esté plantado definitivamente en el campo.

4.3. Producción de frutas

4.3.1. Resultados

La producción semanal máxima observada fue de 2 776 kg/ha (peso fresco) en Junio 1994 en el sistema Laurel asociado. El patrón de la producción es

cíclica aunque los picos de producción no siempre coinciden (Fig. 1). La mayor producción ocurrió durante las lluvias en Junio (460 mm) oscilando entre 1.9-2.8 ton/ha/semana.

Producciones promedios semanales de los tres tratamientos varían entre 296 y 495 kg/ha (Cuadro 6), las cuales corresponden a 15.4, 19.0 y 25.7 ton/ha/año para los tratamientos Acacia, Laurel y Musa asociado, con cuatro años de edad desde la germinación de la semilla.

Cuadro 6. Producción de Arazá asociado con Acacia, Laurel o Plátano (peso fresco en kg/ha) para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94.

Tratamiento	Producción (kg/ha/semana)
Acacia asociado	296 \pm 100
Laurel asociado	365 \pm 132
Musa asociado	495 \pm 139

Antes de la exclusión de las repeticiones 3 y 4 del estudio en Julio 1994, la repetición 3 del tratamiento Acacia asociado fue más productiva que las parcelas utilizadas para calcular los datos del Cuadro 6 (producción semanal de 538 kg/ha entre el 25/11/93 y el 07/07/94 comparada con 293 kg/ha y 396 kg/ha respectivamente para las repeticiones 1 y 2 del mismo tratamiento para el mismo período).

4.3.2. Discusión

Las plantas de Arazá en el tratamiento Acacia asociado presentan una producción de frutas menor que en los demás tratamientos. Además se descartó este tratamiento, tomando en cuenta la alta mortalidad de la especie debido a un ataque de ratas antes de la segunda resiembra, la alta mortalidad de los árboles y el mal estado sanitario de los remanentes, probablemente debido a una enfermedad radicular.

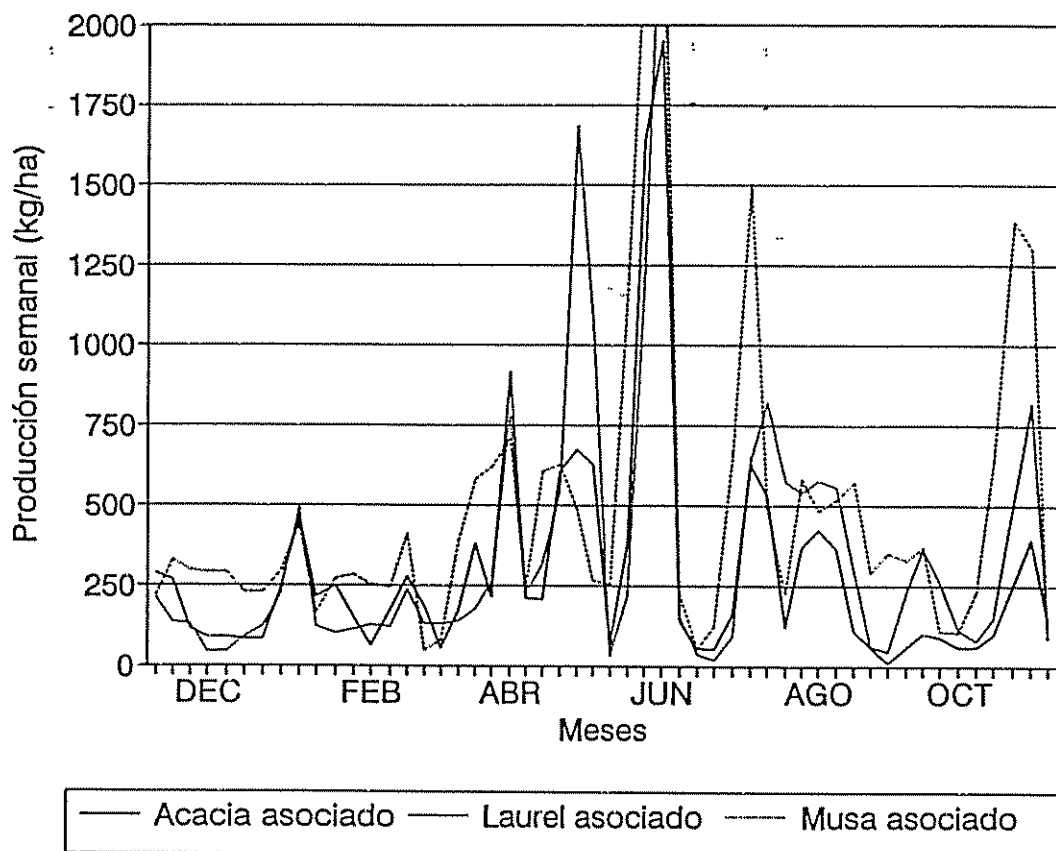


Figura 1. Producción semanal en 1994 de frutas de Arazá (peso fresco en kg/ha) asociado con Acacia, Laurel o Plátano en Talamanca, Costa Rica, 1994.

La alta producción de Arazá bajo Acacia en repetición 3 en comparación con las repeticiones 1 y 2 del mismo tratamiento podría ser relacionada con la mortalidad de la Acacia en la repetición 3, abriendo más espacio de crecer para las plantas de Arazá.

El tratamiento Musa asociado donde hubo menos sombra, produce en promedio más de 100 kg/semana que el tratamiento de Laurel asociado.

Clement (1989) afirma que la producción de Arazá con más insolación sol empieza antes de Arazá bajo sombra. El Arazá todavía no ha alcanzado su producción máxima y es posible que las plantas en el tratamiento Musa asociado estén más cerca de este máximo que las demás. La producción en los tratamientos con las especies arbóreas fue calculada a base de plantas en líneas puras y mixtas. Las últimas tienen un comportamiento muy variable y inferior a las primeras debido a diferencias en edad y tal vez de procedencia.

Aunque no se comparó la competencia interespecífica en los diferentes tratamientos se supone que ésta es más elevada para una planta con un árbol a la par comparada con el tratamiento Musa asociado, donde sólo existen plantas en líneas puras.

Pese a la producción muy fluctuante durante las 52 semanas, coinciden por lo menos cuatro picos de producción en los tres tratamientos. La menor producción ocurre en el periodo menos lluvioso y el mayor pico de Junio 1994 durante un periodo lluvioso. Esto es conforme la afirmación de Calzada (1980) y Pinedo *et al.* (1981) que en la Amazonía Peruana, la floración ocurre durante todo el año con picos cada dos meses y la menor producción en los periodos menos lluviosos. Falcao *et al.* (1988) mencionan la ocurrencia de cuatro picos de producción al año en la Amazonía Brasileña distribuidos por todo el año.

4.4. *Tamaño versus producción*

4.4.1. Resultados

En el análisis de regresión hubo una fuerte correlación entre la producción de frutas acumulada (prodac; peso fresco en kg/ha/año) del 25/11/93 hasta el 17/11/94 y el diámetro basal (db en mm) de Octubre 1993 pero los modelos lineares sólo explicaron la mitad de la variación en producción entre Arazás:

- Acacia asociado

$$\text{Prodac (en kg)} = -15.48 + 0.78 \text{ db}$$

$$R^2 = 44\%, \text{ Pr} > 0.0001$$

- Musa asociado

$$\text{Prodac (en kg)} = -11.13 + 6.97 \text{ db}$$

$$R^2 = 67\%, \text{ Pr} > 0.0001$$

En los análisis de regresión entre la producción acumulada y el IC árboles de Octubre 1993 los únicos modelos significantes fueron:

- Acacia asociado

$$\text{Prodac (en kg)} = 40.58 - 0.133 \text{ IC}$$

$$R^2 = 17\% \text{ Pr} > 0.0065$$

- Laurel asociado

$$\text{Prodac (en kg)} = 156.59 - 2.83 \text{ IC} + 0.02 \text{ IC}^2 - 45 \cdot 10^{-6} \text{ IC}^3$$

$$R^2 = 28\% \text{ Pr} > 0.0069$$

En el análisis de regresión múltiple lineal entre la producción acumulada y los IC árboles y Arazás de Octubre 1993 sólo el tratamiento Acacia asociado resultó significativo con un R^2 de 17%. La probabilidad del parámetro IC árboles era altamente significativa.

Los gráficos de contornos de la producción acumulada (en g/ha) de plantas en líneas puras por parcela no muestran ningún agrupamiento de plantas vecinas, o sea, no se detectaron efectos de micrositio (Fig. 5Aa-5Af).

4.4.2. Discusión

Los tratamientos Acacia y Musa asociado mostrarón la correlación positiva esperada donde un aumento en el db corresponde con un aumento en la producción de frutas. El análisis de regresión entre la prodac y el IC árboles resultó altamente significativo para los tratamientos Acacia y Laurel asociado pero los modelos no sirven para hacer predicciones ($R^2 < 28\%$). Para estos dos tratamientos existe una relación muy débil entre la magnitud de la competencia

interespecífica y la producción de frutos de Arazá donde una competencia mayor implica una producción menor.

El análisis de regresión múltiple lineal entre la prodac y los dos tipos de IC sólo resultó significativo en el tratamiento Acacia asociado. El IC Arazá no afecta la magnitud de la producción.

4.5. Fenología

4.5.1. Resultados

Hubo tres períodos de emisiones de botones florales: al inicio de Abril, a mediados de Junio y al inicio de Setiembre (Fig. 2b).

Las temperaturas promedio, máxima y mínima en cada 15 días variaban respectivamente entre 22 y 25 °C; 25 y 29 °C; y 19 y 23 °C para el periodo del estudio fenológico de Febrero hasta Setiembre 1994 con una precipitación acumulada superior que la precipitación total 1993 de 2 100 mm (Fig. 3).

Para el tratamiento con Acacia asociado se encontró una correlación positiva y altamente significativa para la comparación entre los fenofases botones florales versus frutos en inicio de formación 28 días después. En Laurel o Musa asociado la correlación fue positiva pero no significativa ($p > 0.05$). En la comparación entre brotaciones foliares y botones florales 28 días después, los tres tratamientos presentaron una correlación negativa significativa ($p < 0.05$).

En todos los tratamientos la correlación fue más débil con frutos en inicio de formación 14 días después. Para las demás combinaciones de variables no se encontraron resultados significantes.

4.5.2. Discusión

Las fenofases muestran relaciones en algunos trayectos de los gráficos 2a, 2b, 2c y 2d. Se ve una relación entre los porcentajes de botones florales y de frutos en inicio de formación cuatro semanas después (Fig 2b y 2c) y entre los porcentajes de frutos en inicio de formación y de frutos en plena formación cuatro semanas después (Fig. 2c y 2d). Sin embargo, la significancia estadística de las relaciones entre los diferentes fenofases fue débil o inexistente.

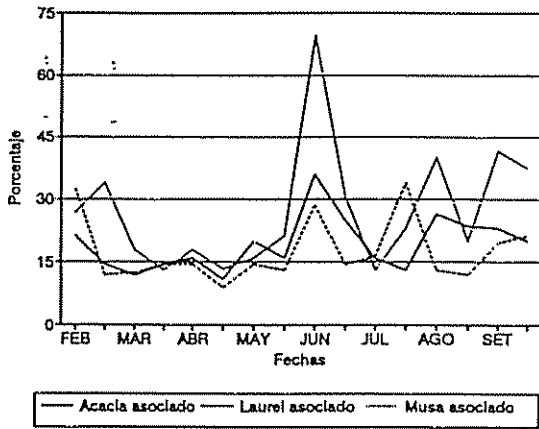


Figura 2a

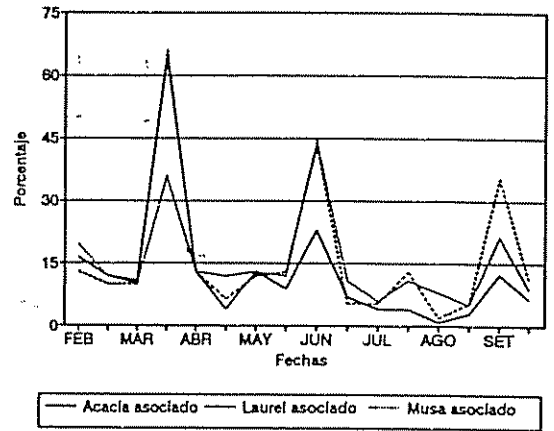


Figura 2b

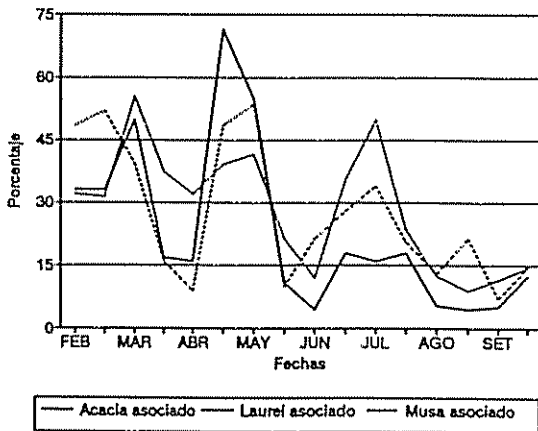


Figura 2c

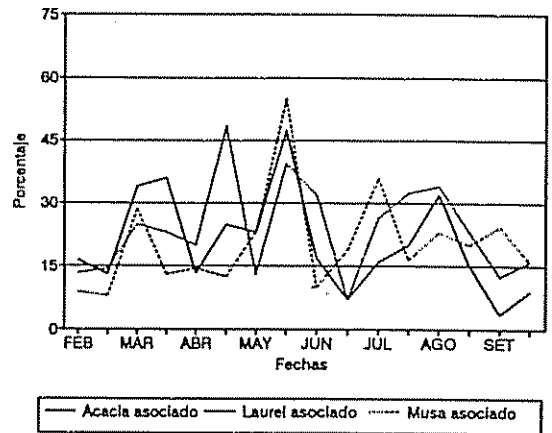


Figura 2d

Figura 2. Cuatro fenofases: brotaciones foliares (Fig. 2a), botones florales (Fig. 2b), frutos en inicio de formación (Fig. 2c) y frutos en plena formación (Fig. 2d) para Arazá asociado con Acacia, Laurel o Musa.

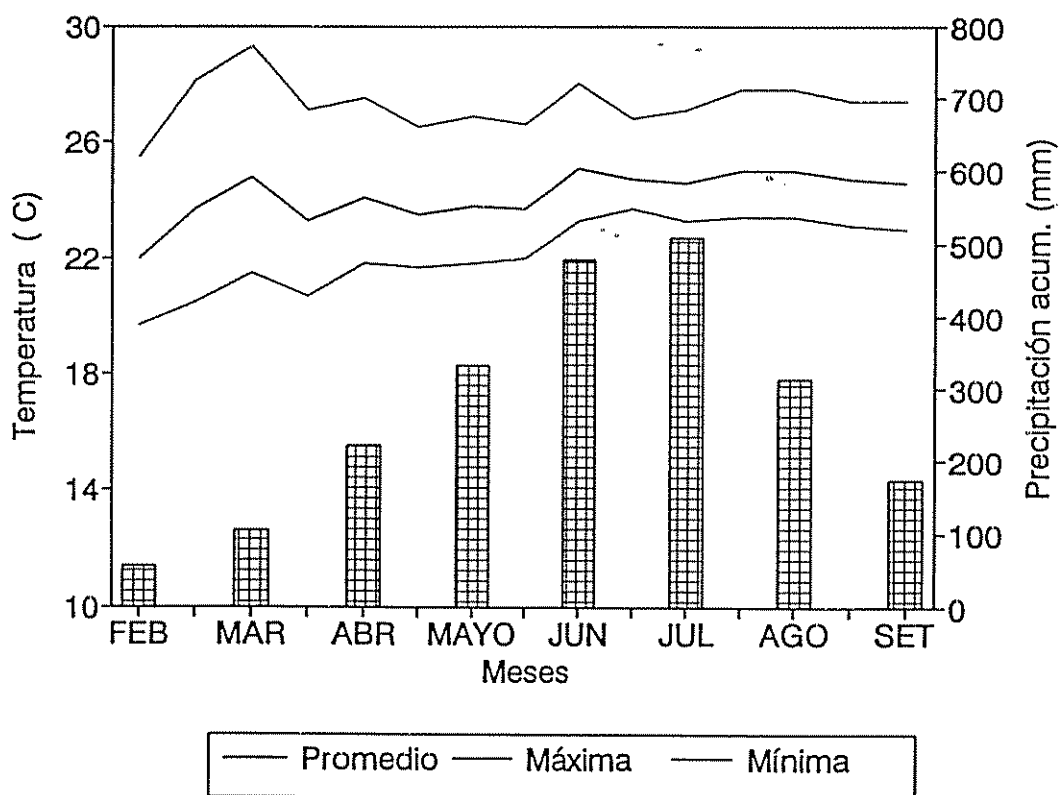


Figura 3. Temperatura promedio, máxima y mínima (promedios de cada 15 días) y la precipitación acumulada mensual en 1994 en Baja Talamanca, Costa Rica.

El corto tiempo de observaciones fenológicas (siete meses) y la variabilidad genética de la plantación pueden haber influido en la prueba de relaciones entre las fenofases.

Durante las observaciones fenológicas se anotó que plantas con más del 50% de su copa con brotaciones foliares, siempre presentaban botones florales. Debido al corto tiempo de flores abiertas solamente en una ocasión (20/04/94) se encontró esta fenofase en plena presencia (más del 50% en los tres tratamientos). Falcao *et al.* (1988) observaron en un estudio fenológico del Arazá un período de no más que 15 días entre la aparición de los botones florales y la pérdida de los pétalos de flores fecundadas. También determinaron que el período entre la fecundación de la flor y la maduración de la fruta dura 34 días, lo que es bien corto.

La emisión de botones florales aumentó mucho con el inicio de las lluvias al comienzo del mes de Abril (precipitación pluvial acumulada de 210 mm). Un resultado similar fue encontrado por Pinedo *et al.* (1981) y Falcao *et al.* (1988). La otra emisión de botones florales a mediados del mes de Junio ocurrió con menor intensidad.

En los dos casos los picos de producción de frutas ocurrieron dos meses después, lo que permite los finqueros en la zona de Baja Talamanca predecir los picos de la producción, ya que la emisión de botones florales es un evento bastante notorio. Durante el estudio se predijo un pico de producción en Noviembre, dos meses anteriormente y con una precisión de una semana. El tiempo de dos meses es un poco menor que el tiempo de 70 a 80 días desde la aparición de las flores hasta la cosecha reportada por González (1990).

Generalmente los eventos fenológicos sobresalientes coinciden y el comportamiento fenológico del Arazá fue similar entre los tres tratamientos.

Tomando en cuenta el tiempo de dos meses de un ciclo de producción y la característica de la planta de cargar frutos en la penúltima parte de crecimiento de los tallos se recomienda hacer eventuales podas de formación dos meses antes del inicio de un tiempo lluvioso para que las brotaciones foliares coincidan con el inicio de las lluvias.

El año del estudio, 1994, ha tenido más precipitación que el promedio anual de 2 100 mm, ya que sus primeros nueve meses ya suman 2 345 mm de lluvia. No se puede comparar la temperatura promedio del micrositio (24 °C) con el promedio anual de 26 °C representando un mesoclima.

La diferencia entre los dos promedios resalta la importancia de obtener datos a nivel de microclima donde sea posible.

4.6. Análisis de la fruta

4.6.1. Resultados

Todas las muestras de frutas de Arazá sufrieron daños por presión y golpes durante el transporte aunque estuvieron embrolladas en papel, protegidas por cartón y colocadas en cajas plásticas.

El porcentaje de humedad (del peso fresco) de las frutas de Arazá es de 93%, los grados brix son entre 3.8 y 4.7, y el pH es de 2.8. La cantidad de proteína, uno de los componentes de la estructura de la fruta no sufre grandes variaciones en los diferentes grados de madurez notándose una ligera baja de 0.73 a 0.63% cuando madura. La cantidad de pectina, el otro componente de estructura, varía entre 0.36 y 0.56%. Los azúcares totales y reductores en la fruta madura son de respectivamente 1.1 y 0.2%; y la acidez es de 1.9% (Cuadro 7).

El rango de valores redondos de lecturas de maduración para los cinco grados de madurez obtenidos a través del colorímetro Hunterlab, variando entre menos de 34 para la clase verde hasta 55 para la clase madura (ecuac. 3.2), fue transformado a porcentajes de maduración (Fig. 4). El número de días para madurar en condiciones de laboratorio varía entre siete días para la clase verde a un día para la clase madura. En el Anexo 6A se presenta la escala colorimétrica de los cinco estadios de madurez del Arazá desarrollada con lecturas del colorímetro Hunterlab.

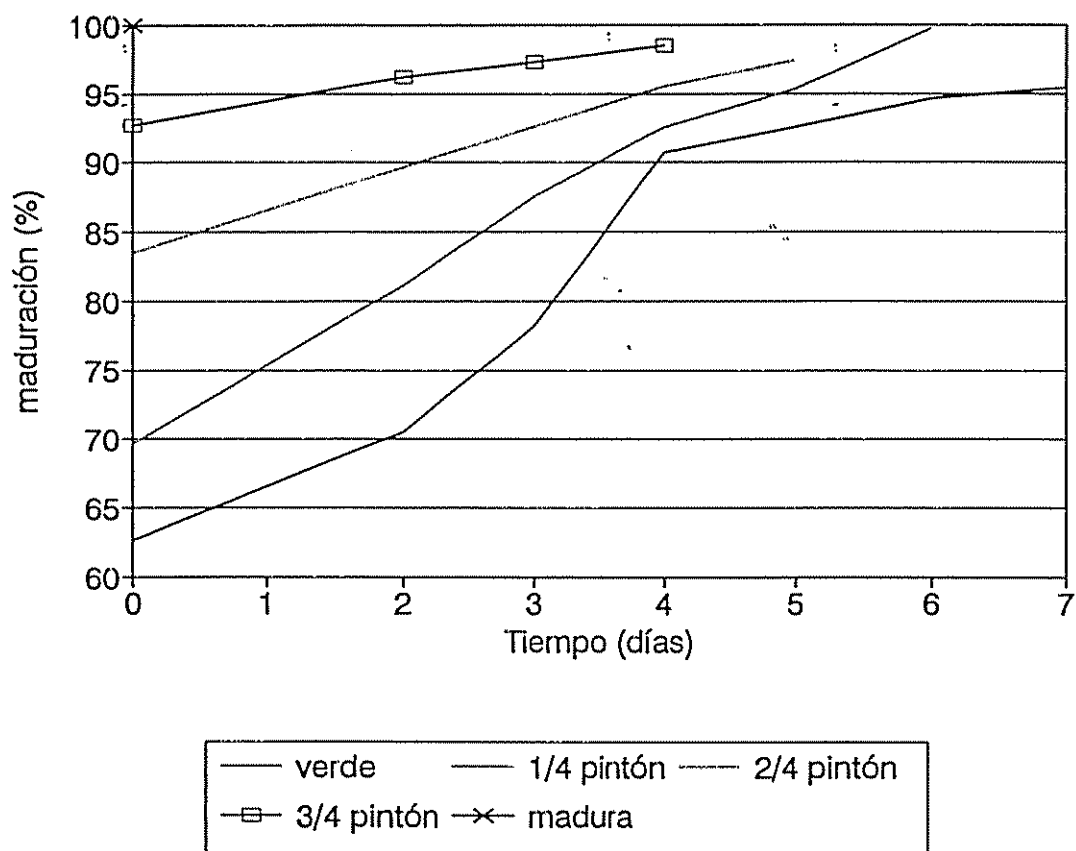


Figura 4. Porcentaje de maduración de cinco tipos de fruta de Arazá (verde, 1/4, 2/4 y 3/4 pintón y madura) calculado por la metodología Hunterlab (4 repeticiones). UCR/CITA, 1994.

Cabe mencionar que a partir de Abril 1994 el finquero empezó a manejar una pequeña planta de procesamiento de frutas procedentes del ensayo con maquinaria y asesoría técnica del CITA/UCR. Después de la selección de frutas maduras y no dañadas y la lavada con Cloro al 0.02%, se eliminan las semillas, introduciendo la parte comestible en un despulpador (5 Hp, 220 V monofásico) que separa mecánicamente la pulpa de la fibra. La pulpa elaborada, estabilizada con Benzoato de Sodio al 0.1% y Metabisulfito de Sodio al 0.05% es estocada en estañones plásticos de 100 litros.

Cuadro 7. Valores promedios de composición química de la fruta de Arazá (por 100 g de la parte comestible), 24 horas después de la cosecha en el campo para cinco estados de madurez y cuatro repeticiones.

Componente % 1	Estado de madurez				
	verde	1/4pintón	2/4pintón	3/4pintón	maduro
Humedad	92.94	92.93	93.48	93.13	93.55
Cenizas	0.19	0.15	0.14	0.18	0.18
Proteína	0.73	0.69	0.66	0.68	0.63
Az. totales	0.17	0.33	0.41	0.60	1.06
Az. reductores	0.07	0.06	0.10	0.10	0.16
Grados Brix	3.83	4.50	4.33	4.83	4.67
pH	2.75	2.72	2.78	2.75	2.85
Acidez	3.14	3.06	2.79	2.68	1.86
Pectina	0.36	0.44	0.36	0.56	0.40

1 todos los componentes están en porcentaje excepto los grados brix y el pH.

Fuente. Departamento de Desarrollo Agroindustrial Rural (CITA/UCR), San José, 1994.

4.6.2. Discusión

El porcentaje de humedad del Arazá de 93% es más que lo reportado para la Guayaba, la Maracuyá y la Papaya (Duckworth, 1966; Barbeau, 1990). El porcentaje de proteína de 0.6 a 0.7% semeja valores de la Guayaba y la Papaya

obtenidos por Barbeau (1990) y es semejante al valor de la Maracuyá y la Papaya pero el porcentaje de cenizas de 0.1 a 0.2% es más baja que en los otros tres tipos de frutas en comparación.

Cuadro 8. Comparación de porcentajes (100 g de la parte comestible de la fruta) de humedad, proteína y cenizas del Arazá (UCR/CITA, 1994) y la Guayaba, la Maracuyá y la Papaya (Duckworth, 1966; Barbeau, 1990).

Componente	Arazá	Guayaba	Maracuyá	Papaya
Humedad	93-94	82 (74-88)*	80 (77-83)	85 (85-94)
Proteína	0.6-0.7	0.7(0.1-1.5)	2.8(0.6-2.8)	0.6(0.3-1.3)
Cenizas	0.1-0.2	---(0.2-0.8)	---(0.4-0.5)	---(0.1-1.2)

* Primer valor (Barbeau, 1990); valores entre paréntesis (Duckworth, 1966).

Cuadro 9. Comparación de la composición química de frutas maduras de Arazá (UCR/CITA, 1994) con valores de Aguiar (1983) y Pezo y Pezo (1990).

Componente % ¹	Aguiar(1983)	Pezo y Pezo (1990)	CITA/UCR (1994)
Humedad	90	94.3	93.6
Cenizas	0.2	0.15	0.18
Proteína	0.67	0.61	0.63
Grados Brix	---	4.0	4.67
pH	---	2.0	2.85
Pectina	----	0.21	0.40

¹ excepto los grados brix y el pH.

Los porcentajes de humedad, cenizas, proteína y grados brix de frutas maduras (UCR/CITA, 1994) son semejantes a valores de Aguiar (1983) y Pezo y Pezo (1990). El pH y el porcentaje de pectina obtenido por estos autores son considerablemente menores que los valores obtenidos en el estudio, talvez debido a diferencias metodológicas. Las fluctuaciones en el porcentaje de pectina constatados en el estudio (0.36-0.56) posiblemente se deben a una metodología inadecuada. Aunque así, este porcentaje es muy bajo en comparación con la Guayaba, fruta de la misma familia, con valores hasta 1.1% (Vízquez, F., 1993).

La baja del porcentaje de proteínas de 0.73 a 0.63% se debe al proceso fisiológico de maduración que transforma las estructuras del fruto. El pH 2.9 y los grados brix de 4.7 encontrados en el estudio también son bajos comparados con valores de pH 3.8 y grados brix 8.2 para la Guayaba (Viquez, 1993); y pH 5.2 y grados brix 12.0 para la Papaya (Flores del Valle, 1993). Los porcentajes de azúcares totales y reductores respectivamente de 1.0 y 0.2% son relativamente bajos en comparación con los grados brix de 4.7. Aunque la acidez disminuye de 3.1 a 1.9% este valor sigue alto y puede compararse con cítricos (UCR/CITA, 1994).

La alta humedad y la poca presencia de componentes estructurales y de sólidos explican la alta susceptibilidad de la fruta al daño por presión y golpes, haciéndola muy perecedera a tal extremo que se ve seriamente afectada por el transporte aun cuando se toman las precauciones básicas de manejo. Esto combinado con la poca utilidad de la fruta para consumo en forma fresca (pH < 3) justifican su rápido procesamiento, de preferencia cerca de la plantación, usando la pulpa en la elaboración de jugos, mermeladas y helados, en forma pura y/o en combinación con otros tipos de fruta.

Ya que el cambio en porcentaje de los componentes químicos durante la maduración de la fruta climatérica es más lento a medida que aumenta el grado de madurez, los finqueros deben cosechar la fruta en el estado 1/4 pintón conforme la escala de color para los grados de madurez (Fig. 4 y Anexo 6A). Una posible diferencia entre la maduración en condiciones de laboratorio y del campo o la fábrica procesadora no deshacen esta recomendación.

González (1990) menciona recolectar los frutos al estado semimaduro (pintón), obteniéndose la madurez total entre el segundo y tercer día, pero no se conoce su definición de semimaduro y tampoco las condiciones de clima en que maduró la fruta.

Chavez (1988) recomienda cosechar tres veces por semana debido a la rápida maduración de los frutos. En el ensayo, por razones prácticas no se excedió de dos el número de cosechas por semana pero siempre se recolectó algunos frutos del suelo.

4.7. Análisis financiero del sistema agrosilvícola Laurel asociado

4.7.1. Resultados

La Figura 5 demuestra el Beneficio Neto hasta 15 años, y el Beneficio Neto Acumulado hasta 14 años¹ del sistema agrosilvícola Laurel asociado; el resumen del análisis de los costos y beneficios se presenta en el Cuadro 10, y el análisis completo en el Anexo 7A. Se proyectó los datos de producción para el Arazá en 5.7 ton/ha en el año seis, 20.0 ton/ha en el año siete, 25.0 ton/ha en el año ocho y 30.0 ton/ha en los años siguientes. El Beneficio Neto es negativo en los años uno, dos, cuatro, cinco y seis mientras que el Beneficio Neto Acumulado es positivo a partir del año tres, por los altos beneficios del Jengibre.

El Beneficio Neto, por estar relacionado al Beneficio Neto Ampliado (el Beneficio Neto anual menos la M.d.O. gerencial) tiene las mismas fluctuaciones que el primero. El Flujo de Caja, la diferencia entre los ingresos y los egresos anuales del finquero, solamente es negativa en los años cuatro y cinco cuando el finquero sufrió desembolsos aunque no considerando los costos de la M.d.O. en jornales y gerencial.

La R. B/C calculada con una tasa de interés real de 2.5% tiene un valor de 1.7. Aumentos en los costos de la M.d.O. con 10 y 20% bajaron la R. B/C a 1.6 y 1.5 respectivamente. Una disminución en los precios del Arazá con 10 y 20% también bajó la R. B/C a 1.6 y 1.5 respectivamente. Disminuciones en el precio de la madera con 10 y 20% no cambiaron la R. B/C. Aumentando los costos de la M.d.O. con 20% y simultáneamente disminuyendo los precios de venta del Arazá y de la madera con 20% la R. B/C baja a 1.3.

¹ Usando el termino año se refiere a años agrícolas de los cuales el primer es del 01/04/88 hasta el 31/03/89.

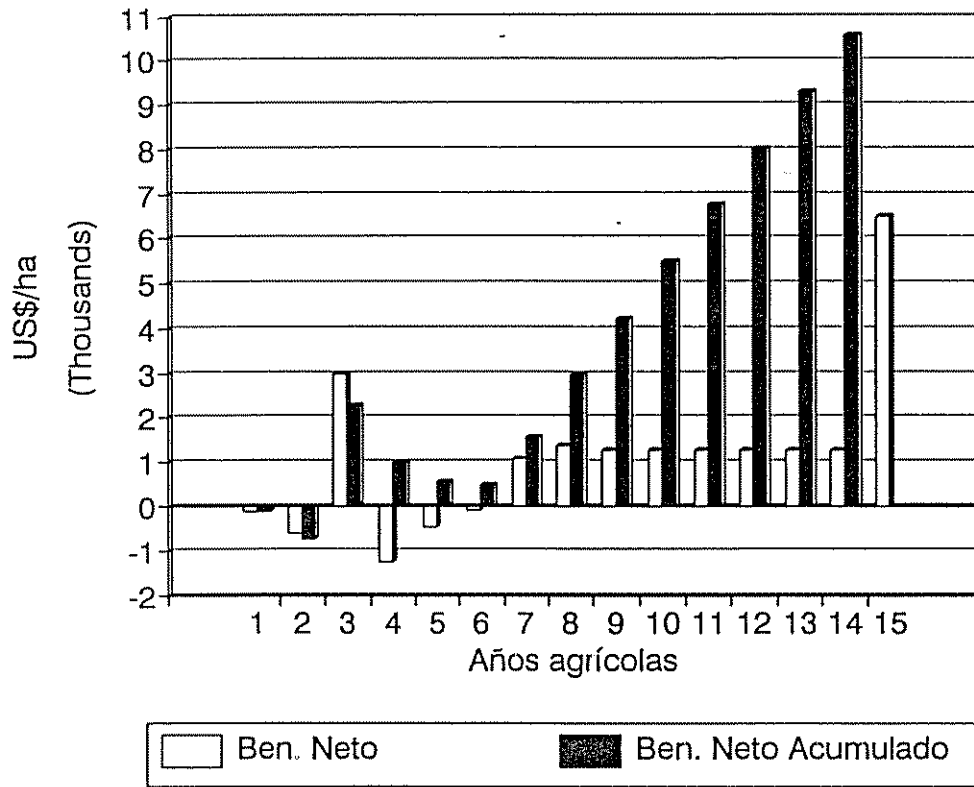


Figura 5. Beneficio Neto (15 años) y Beneficio Neto Acumulado (14 años) en el sistema agrosilvicultural Laurel asociado.

Cuadro 10. Costos (Insumos y M.d.O. jornales), Beneficios, Beneficio Neto y Flujo de Caja en US\$ para el sistema agrosilvicultural Laurel asociado (15 años) en Talamanca, Costa Rica, 1994.

Año	Costos		Beneficios	Benef. Neto	Flujo de Caja
	Insumos	M.d.O.			
1	142	322	345	-119	203
2	692	758	847	-603	155
3	1 199	1 807	6 007	3 001	4 808
4	658	651	44	-1 265	-614
5	243	284	77	-460	-166
6	187	366	471	-82	284
7	187	803	2 083	1 093	1 896
8	187	930	2 499	1 382	2 312
9	187	1 044	2 499	1 268	2 312
10	187	1 044	2 499	1 268	2 312
11	187	1 044	2 499	1 268	2 312
12	187	1 044	499	1 268	2 312
13	187	1 044	2 499	1 268	2 312
14	187	1 044	2 499	1 268	2 312
15	187	1 044	7 727	6 496	7 540

Fuente. Platen, von, 1994 (Datos no publicados).

4.7.2. Discusión

Los cultivos agrícolas aportan un ingreso que baja los costos de la plantación forestal, los paga en su totalidad o hasta generan ganancias en sistemas agroforestales del tipo Taungya. En el presente caso el Beneficio Neto es negativo en el primer año debido a la inversión inicial y en el segundo año por la misma razón, ya que la inclusión del cultivo del maíz como componente agroforestal no resulta rentable. Sin embargo se justifica su empleo porque reduce los costos de manejo de los árboles en comparación con una plantación forestal pura (Platen, von, 1994). El total de costos por hectárea de esta actividad en el año dos (insumos y paga a jornaleros y gerencia) es de US\$ 1 100 mientras que los ingresos no alcanzan los US\$ 850. El cultivo del Jengibre en el año tres produce ingresos de US\$ 6 000 y tiene un total de costos por hectárea de US\$ 2 300. En los años cuatro, cinco y seis el Beneficio Neto es negativa porque salen pocos productos del sistema.

Se considera los años cuatro, cinco y seis como un nuevo período de inversiones al establecer el cultivo del Arazá. El Beneficio Neto Acumulado se mantiene positivo debido a ingresos en el año tres de casi US\$ 3 000 provenientes de la producción del cultivo del Jengibre. La producción del Arazá que empieza en el año seis con 5.6 ton/ha y se establece en 30 ton/ha en el noveno año genera Beneficios Neto anuales de más de US\$ 2 000 y mantiene el Beneficio Neto positivo, con un aumento considerable en el año quince por los ingresos de la venta de madera de más de US\$ 5 000.

Tanto el cultivo del Jengibre, como el Arazá y el Laurel resultan económicamente atractivos. Debido al período de recuperación de las inversiones de un poco más de tres años el sistema agrosilvícola Laurel asociado no es apto para un pequeño finquero que depende solamente de esta actividad en los primeros tres años.

Sin embargo, queda aprobada la hipótesis de que el sistema agrosilvícola es una buena opción económica para aquellos finqueros en la zona de Baja Talamanca que no dependen únicamente de ingresos a corto plazo provenientes de esta actividad. Debido a la inestable posición del Arazá en el mercado actual con posibles oscilaciones del precio no se recomienda este sistema como actividad única.

El Beneficio Neto Ampliado, las ganancias del sistema Laurel asociado, alcanza un valor de más de US\$ 12 000 en el último año. La R. B/C de 1.7 implica que durante los 15 años por cada US dolar invertido en el sistema se obtiene US\$ 1.70.

Reducciones del precio de la madera con un 10 o 20% no alteran la R. B/C debido a la actualización del valor del beneficio proveniente de esta actividad. Aumentos de los costos de la M.d.O. con un 10 o 20% y reducciones en los precios de venta del Arazá y la madera con un 10 o 20% en ninguno de los casos resultan en una R. B/C menor que 1, o sea, aun reduciendo las perspectivas económicas la actividad sigue siendo atractiva.

5. CONCLUSIONES

1. El cultivo del Arazá en la zona de Baja Talamanca todavía no está muy elaborado en términos de manejo, debido a la incertidumbre acerca de las posibilidades de comercialización de la fruta y la falta de una planta procesadora de frutas. Existe poca información acerca del manejo del cultivo que generalmente no excede algunas chapas por año. El mayor problema fitosanitario es la presencia de la mosca de la fruta (*A. striata*) cuya incidencia puede ser controlada a través de prácticas culturales. Infrecuentemente han sido reportado plagas secundarias y una enfermedad de un complejo de hongos (*Phytophthora sp.* y *Phytium sp.*) que causen un resecamiento y a veces la muerte de la planta. El cultivo del Arazá fue introducido en la zona sin acompañamiento de un paquete tecnológico y la debida estructura de comercialización lo que es esencial para su éxito.
2. Las alturas totales entre 2.7 y 2.8 m y diámetros de copa entre 2.9 y 3.1 m del Arazá a los cuatro años de edad superan valores encontrados en la literatura, indicando que la planta es muy bien adaptada a los suelos y el clima de Talamanca. Tomando en cuenta que las plantas todavía no son adultas, el distanciamiento de 3 x 3 m es demasiado estrecho. Como parte del régimen de podas se considera conveniente hacer una poda de formación de las plantas en el vivero y otra después de estar plantadas definitivamente en el campo. El diámetro basal del Arazá, el parámetro de crecimiento vegetativo que se mide con mayor precisión, es mayor en el tratamiento de Laurel asociado que en los demás, lo que indica condiciones más adecuadas. La proyección de la copa en el tratamiento Musa asociado, que recibe más luz solar que los otros dos, es menor en tamaño.
3. La producción promedio semanal de Arazá durante un año es menor en el tratamiento Acacia asociado (296 kg/ha) comparada con los tratamientos Laurel y Musa asociado (365 y 495 kg/ha respectivamente) posiblemente debido al mayor sombreado en el tratamiento Acacia asociado. Las producciones anuales equivalen a 15.4, 19.0 y 25.7 ton/ha respectivamente para los tratamientos Acacia, Laurel y Musa asociado a la edad de cuatro años. En los tratamientos con árboles se consideraron líneas puras y mixtas lo que puede ser la razón por una producción más alta en el tratamiento

Musa asociado donde solo hay líneas puras. Se descartó el tratamiento Acacia asociado debido a la alta susceptibilidad de la especie al ataque de ratas, su alta mortalidad y al mal estado sanitario de los remanentes probablemente debido a una enfermedad radicular. De los cinco picos de producción identificados, el más alto del mes de Junio 1994 ocurre dentro de un período lluvioso (12.7 a 14.6% de la producción anual).

4. Regresiones de la producción acumulada de frutas (kg/planta) a base de un diámetro basal de plantas de Arazá en líneas puras, a la edad de cuatro años, muestran una tendencia débil en los tratamientos Acacia o Musa asociado de un aumento en la producción de frutas cuando aumenta el diámetro basal. También en los tratamientos Acacia o Laurel asociado se pudo detectar una relación inversa débil entre la magnitud del índice de la competencia interespecífica y la producción de frutas.
5. En el período de siete meses de observaciones fenológicas se pudo observar dos ciclos de producción de frutas más o menos marcados. El tiempo entre la emisión de botones florales (un evento bien marcado) y la producción de frutos maduros es de cerca de dos meses lo cual permite a los finqueros predecir la ocurrencia de un pico de producción. No hubo diferencias claras entre el comportamiento fenológico en los diferentes tratamientos.
6. El análisis proximal y el estudio de maduración de la fruta del Arazá la caracterizan como poco apta para el transporte debido al hecho de que es de fácil deterioro, y poco apta para la venta en fresco debido a su baja pH, lo que justifica su pronta elaboración al procedimiento de la fruta para la fabricación de pulpa, jugo, mermelada, y otros. La fruta que tiene un alto porcentaje de humedad, un contenido regular de proteína, bajos contenidos de pectina y cenizas en comparación con la Guayaba (fruta de la misma familia), la Máracuyá y la Papaya, debe ser cosechada en el estadio 1/4 pintón cuando presenta el color de fondo amarillo en algunas partes.

7. En el análisis financiero del sistema agrosilvícola Laurel asociado, tanto el Jengibre como el Arazá y el Laurel resultan económicamente atractivos. El cultivo del Maíz reduce los costos de establecimiento de la plantación forestal. El período de recuperación de las inversiones de un poco más de tres años no lo hace apto para un pequeño finquero sin otras fuentes de ingresos. El Beneficio Neto Ampliado (las ganancias menos los costos gerenciales) alcanza un valor de más de US\$ 12 000 por hectárea a los quince años. La R. B/C calculada con una tasa real de interés de 2.5% es de 1.7 y se mantiene arriba de 1 aun con un aumento de 20% en los costos de la M.d.O. y simultáneamente una disminución en los precios de venta del Arazá y de la madera con 20%. Basado en lo anterior, pero tomando en cuenta la posibilidad de eventuales fluctuaciones del precio en el Arazá todavía sin un mercado estable, el sistema agrosilvicultural de Laurel combinado secuencialmente con Maíz, Jengibre y Arazá puede ser una buena alternativa para un finquero que no depende solamente de esta actividad.

6. RECOMENDACIONES

1. Para las condiciones del ensayo donde no se efectuaron podas antes del tercer año del cultivo el distanciamiento del Arazá en la fase adulta debe ser por lo menos 4 x 4 m. Como parte del régimen de podas se debe hacer una poda de formación en el vivero y otra después del establecimiento definitivo de la plantación.
2. Los finqueros deben observar la masiva emisión de botones florales del Arazá para predecir los picos de producción que ocurren más o menos dos meses después. La fruta del Arazá debe ser cosechada en el estado 1/4 pintón cuando aparece el color de fondo amarillo en algunas partes.
3. Se necesita más información acerca del valor nutritivo y del proceso de maduración del Arazá. El estudio de maduración de la fruta sirve de base para futuros estudios para aumentar el nivel de información tanto a nivel de laboratorio como a nivel del campo y de la planta procesadora.
4. Por ser único en su género hay que preservar el ensayo y seguir los estudios de crecimiento vegetativo y de fenología en los tratamientos Laurel y Musa asociado. Además hay que ampliar los estudios a nivel de sombreadamiento y la arquitectura de la planta.
5. Se debe incorporar el Arazá en el Programa de Recursos Fitogenéticos del CATIE en el proceso de la búsqueda de genotipos superiores y por la necesidad de desarrollar un paquete tecnológico apropiado para el manejo del cultivo.
6. Se recomienda el sistema agrosilvícola Laurel asociado de quince años de duración que consiste en el establecimiento de una plantación de Laurel y simultáneamente una secuencia de tres ciclos de Maíz, un ciclo de Jengibre y el cultivo del Arazá como una opción económica para finqueros en la zona de Baja Talamanca que no dependen únicamente de esta actividad.

7. BIBLIOGRAFIA

- ACOSTA, A.A.; RAMIREZ, V.F.; PICON DE ESTEVES, N.C. 1993. Evaluación económica del sistema de producción intercalado arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) y pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.). **In** Congreso Internacional Sobre Biología, Agronomía e Industrialización del pijuayo. (4., 1991, Iquitos, Perú). Eds. J. Mora Urpí; L. Szott; M. Murillo; V.M. Patiño. San José, C.R., Editorial de la Universidad de Costa Rica. p. 361-368.
- AGUIAR, J.P. 1983. Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh). Aspectos e dados preliminares sobre a sua composição química. *Acta Amazônica* (Brasil) 13(5-6):153-154.
- ALENCAR, J.C.; ALMEIDA, R.A.; FERNANDES, N.P. 1979. Fenología de especies florestais em floresta tropical úmida de terra firme na Amazônia Central. *Acta Amazônica* (Brasil) 9(1):163-198.
- ALFAIA, S.; CHAVEZ FLORES, W.B.; FERREIRA, S.A.N.; CLEMENT, Ch.R. 1987. Efeito de espaçamento e adubação mineral no Araçá-boi. 2. Produção de frutos. **In** Congresso Brasileiro de Fruticultura (9., 1987, Campinas, São Paulo). Anais. São Paulo. p. 125-128.
- BARBEAU, G. 1990. Frutas tropicales en Nicaragua. Managua, Nicaragua, Editorial Ciencias Sociales. 397 p.
- BEER, J.W.; KAPP, G.; LUCAS, C. 1994. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. reforestación pura. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ. 26 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 230)
- BORGES, C.C.; VILLALOBOS, V.R. 1994. Talamanca en la encrucijada. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 140 p.
- BROWN, M.L. 1981. Presupuestos de fincas. Del análisis del ingreso de la finca al análisis de proyectos agrícolas. Trad. por C. Saavedra Arce. Madrid, España, Editorial Tecnos. 142 p.
- BRUGNONI, L.F., ed. 1980. El cultivo del maíz. Buenos Aires, Argentina, Instituto Nacional de Tecnología Agropecuaria. 163 p. (Colección Principales Cultivos de la Argentina)
- CALZADA, J.B. 1980. 143 Frutales nativos. Perú, Librería "El Estudiante". 320 p.
- CASLEY, D.; KUMAR, K. 1989. Measurement of crop production and yields. **In** The collection analysis and use of monitoring and evaluation data. Baltimore, EE.UU., J. Hopkins University Press. 174 p.
- CAVALCANTE, P.B. 1991. Frutas comestíveis da Amazônia. Belém, Pará, Brasil, Edições CEJUP/Museu Paraense Emilio Goeldi. 279 p.

- CHAVEZ F., W.B.; CLEMENT, Ch.R. 1984. Considerações sobre o Araçá-boi (*Eugenia stipitata* McVaugh, Myrtaceae) na Amazônia brasileira: comunicação técnica. In Congresso Brasileira de Fruticultura (7, 1984, Brasília). Anais. p. 167-177.
- 1988. Araçá-boi: potencial para a Amazônia. Toda Fruta (Brasil) Agosto 1988:29-30.
- CLEMENT, Ch.R. 1989. Algunos frutales de la Amazonía. Manaus, Amazonas, Brasil, INPA, Div. Fruticultura. 16 p.
- 1991. Amazonian fruits: neglected, threatened and potentially rich resources require urgent attention. Diversity (EE.UU.) 7(1-2):56-59.
- COSTA RICA. MINISTERIO DE SALUD. 1992. Balance de la población de Talamanca en 1992. (Sin publicar)
- Citado por: Lux, M.; Platen, H. von. 1994. Consumo y comercialización de la madera en Baja Talamanca, Costa Rica. CATIE. (Sin publicar).
- COUTURIER, G. 1992. Conocimiento y manejo de los insectos y plagas de los frutales de la Amazonía. Folia Amazónica (Perú) 4(1):29-37.
- DAS, S. 1984. Nursery and plantation techniques for *Acacia mangium*. Chittagong, Bangladesh, Bangladesh Forest Research Institute. 35 p. (Silviculture Division Bulletin no. 3)
- DOYLE, T.W. 1990. An evaluation of competition models for investigating tree and stand growth processes. In Dixon, R.K.; Meldahl, R.S.; Ruark, G.A.; Warren, W.G., eds. Process modelling of forest growth response to environmental stress. Portland, Oregon, Timber Press. p. 271-277.
- DUCKWORTH, R.B. 1966. Fruit and vegetables. London, Inglaterra, Pergamon Press. 306 p.
- EASTHAM, J.; ROSE, C.W. 1990. Tree/Pasture interactions at a range of tree densities in an agroforestry experiment. 1. Rooting patterns. Australian Journal of Agricultural Research (Australia) 41:683-695.
- ESCOBAR, L.I. 1988. Mosca mexicana de la fruta. El Araco Boletín informativo del Depto. de Fitotécnica, Servicio Cooperativo de Extensión(México). 88(20):26-37.
- FABER, P.J. 1991. A distance dependent model of tree growth. Forest Ecology and Management (Holanda). 41:111-123.
- FALCAO de AGUIAR, M.; CHAVEZ F., W.B.; FERREIRA, S.A.N.; CLEMENT, Ch.R.; BARROS, M.J.B.; DE BRITO, J.M.C.; DOS SANTOS, T.C.T. 1988. Aspectos fenológicos e ecológicos do "Araçá-boi" (*Eugenia stipitata*) na Amazônia central. 1. Plantas juvenis. Acta Amazônica (Brasil) 18(3-4):27-38.

- FASSBENDER, H. 1993. Modelos edafológicos de sistemas agroforestales. 2 ed. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 530 p.
- FLORES DEL VALLE, W. 1993. Aspectos prácticos en la obtención de pulpa de papaya conservada por factores combinados. Puebla, México. Universidad de las Américas. s.p. (Boletín Internacional de Divulgación. No. 1)
- FOURNIER O, L.A. 1974. Un método cuantitativo para la medición de características fenológicas en árboles. Turrialba (Costa Rica) 24(4):422-423.
- GITTINGER, J. P. 1982. Economic analysis of agricultural projects. Baltimore, Maryland, The J. Hopkins University Press. 445 p.
- GONZALEZ TANGO, J.R. 1990. El cultivo de Arazá en sistemas de producción. Iquitos, Perú. Instituto Nacional de Investigación Agraria y Agroindustrial. 23 p.
- GREAVES, A.; McCARTER, P.S. 1990. *Cordia alliodora*. A promising tree for tropical agroforestry. Oxford, Inglaterra, Oxford Forestry Institute. 37 p. (Tropical Forestry Papers no. 22)
- GREGERSEN, H.M.; CONTRERAS, A.H. 1980. Análisis económico de proyectos forestales. Roma, Italia, FAO. 228 p. (Estudio FAO: Montes no. 17)
- HELDRICH, K., ed. 1990. Official methods of analysis of the association of official analytical chemists. 15 ed. Virginia, EE.UU., Association of Official Analytical Chemists. V.6
- HERNANDEZ, J.E.B.; LEON, J., eds. 1992. Cultivos marginados. Otra perspectiva de 1492. Roma, FAO. 339 p. (Colección FAO: Producción y Protección Vegetal. no.26)
- HOLDRIDGE, L.R. 1987. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. 216 p.
- HOPP, R.J. 1974. Plant phenology observation networks. *In* Lieth, H. ed. Phenology and seasonality modeling. London, Chapman & Hall. p. 25-43.
- HUXLEY, P.A. 1983. Phenology of tropical woody perennials and seasonal crop plants with reference to their management in agroforestry. *In* Huxley, P.A., ed. Plant research and agroforestry. Nairobi, Kenya, ICRAF. p. 503-525.
- HUXLEY, P.A.; AKUNDA, E.; REPOLLO, A. 1987. Climate and plant responses: the use of phenological data to help with the choice of woody species for agroforestry systems. *In* Reifsnyder, W.S.; Darnhofer, T.O. eds. Meteorology and agroforestry. Proceedings of an International Workshop on The Application of Meteorology to Agroforestry Systems Planning and Management, Nairobi, 1987. Nairobi, Kenya. p. 99-113.

- IMBACH, A.C. 1978. Análisis económico y financiero de fincas pequeñas con sistemas mixtos de producción: metodología y estudio de caso en fincas de Jocoro, El Salvador. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 78 p.
- JIRON, L.F.; HEDSTRÖM, I. 1988. Occurrence of fruit flies of the genera *Anastrepha* and *Ceratitis* (Diptera: Tephritidae) and their host plant availability in Costa Rica. *Florida Entomologist* (EE.UU) 71(1):62-73.
- JORDAN, C.F.; GAJASENI, J.; WATANABE, H. eds. 1992. Taungya forest plantations with agriculture in southeast Asia. Oxford, Inglaterra, CAB International. 153 p. (Sustainable Development Series no. 1.)
- KAPP, G.B. 1989. Perfil ambiental de la zona de Baja Talamanca, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 96 p. (Serie Técnica. Informe Técnico. no. 155)
- KING, K.F.S. 1968. Agrosilviculture (The Taungya System). Ibadan, Nigeria. University of Ibadan, Department of Forestry. 109 p. (Bulletin no. 1)
- LEON, J. 1987. Botánica de los cultivos tropicales. San José, Costa Rica, IICA. 445 p.
- LIETH, H. 1974. Phenology and seasonality. *In* Lieth, H., ed. Phenology and seasonality modeling. London, Chapman & Hall. p. 3-22.
- LUCAS, C.; BEER, J.W.; KAPP, G. 1994. Evaluación de dos sistemas agrosilviculturales permanentes vs. reforestación pura en Talamanca, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 26 p. (sin publicar).
- MANGIUM, *Acacia mangium* Willd.: especie de árbol de uso múltiple en América Central. 1992. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 58 p. (Serie Técnica. Informe Técnico no. 196)
- MONTAGNINI, F. *et al.* 1992. Sistemas agroforestales. Principios y aplicaciones en los trópicos. San José, Costa Rica, OET. 622 p.
- MORERA MONGE, J.A. 1993. Los recursos fitogenéticos: una opción para el desarrollo agrícola regional. *In* Reunión Preparatoria para la Creación de la Red Mesoamericana de Recursos Fitogenéticos (REMERFI) (2, 1993, Guatemala. Memoria. Eds. Jorge Morera, Carlos Astorga. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Agricultura Sostenible. 129 p. (Serie Técnica, Informe Técnico. No. 214)
- NAIR, M.K., ed. 1982. National Seminar on Ginger and Turmeric (1980: Calicut). Proceedings. Kerala, India. 250 p.
- NAIR, P.K.R., ed. 1989. Agroforestry systems in the tropics. Dordrecht, Holanda, Kluwer Academic Publishers. 664 p.

- NIEUWENHUYSE, A. 1994. Clasificación de los suelos en los ensayos agroforestales del Proyecto Agroforestal CATIE-GTZ. Turrialba, Costa Rica, Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 134 p. (sin publicar)
- PEZO, A.A.; PEZO, V.F.E. 1984. Assay and manufacture of the nectar juice separated from the araza (*Eugenia stipitata* Mc.Vaugh). Chem. Eng. Thesis Iquitos, Perú, National University.
- Citado por: CLEMENT, C.R. 1990. Azaa. *In* Fruits of tropical and subtropical origin. Composition, properties and uses. Eds. S. Nagy; P.E. Shaw; W.F. Wardowski. Florida, EE.UU., Florida Science Source. p. 260-265.
- PICON DE ESTEVES, N.C.; RAMIREZ, F.N. 1993. Cultivo intercalado de arazá (*Eugenia stipitata* McVaugh) y pijuayo (*Bactris gasipaes* H.B.K.). *In* Congreso Internacional Sobre Biología, Agronomía e Industrialización del Pijuayo (4., 1991, Iquitos, Perú). Eds. J. Mora. Urpi; L. Szott; M. Murillo; V.M. Patiño. San José, C.R., Editorial de la Universidad de Costa Rica. p. 361-368.
- PINEDO, M.P.; RAMIREZ, F.N.; BLASCO, M.L. 1981. Notas preliminares sobre el arazá (*Eugenia stipitata*) frutal nativo de la Amazonía Peruana. Lima, Perú, Instituto Nacional de Investigación Agraria. 58 p.
- PLATEN, H.H. VON. 1994. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. plantaciones puras. La economía. Turrialba, Costa Rica, CATIE. (sin publicar)
- SALAZAR, R. 1989. Guía para la investigación silvicultural de especies de uso múltiple. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. 130 p.
- SMITH, N.; WILLIAMS, J.T.; PLUCKNETT, D.; TALBOT, J. 1992. Tropical forests and their crops. Cornell, Cornell University. 568 p.
- SOMARRIBA, E. 1993. Allocation of farm area to crops in an unstable Costa Rican agricultural community. Ph.D. Thesis. Michigan, EE.UU., The University of Michigan. 163 p.
- SOMARRIBA, E. 1994. Cacao - plátano - laurel. Manejo, producción agrícola y crecimiento maderable. Resultados de ensayos del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ en la región Changuinola, Panamá. Turrialba, Costa Rica. Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ. 64 p. (Serie Técnica, Informe Técnico no. 233)
- TORQUEBAU, E. 1993. Conceptos de agroforestería: una introducción. Trad. por Carlos Cano. Chapingo, México, Universidad Autónoma Chapingo, Centro de Agroforestería para el Desarrollo Sostenible. 92 p.
- TRIMIÑO, H.V., ed. 1988. Bioquímica. Manual de laboratorio. Heredia, Costa Rica, Universidad Nacional. 152 p.

- UNION DE PAISES EXPORTADORES DE BANANO (UPEB). 1992. El Plátano (*Musa* AAB, ABB) en América Latina. Panamá, UPEB. 390 p.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. CENTRO DE INVESTIGACIONES EN TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. 1994. Composición y maduración del arazá (*Eugenia stipitata*) en Baja Talamanca, Costa Rica. San José, C.R., CITA. s.p. (Sin publicar)
- USDA SOIL SURVEY STAFF. 1992. Keys to soil taxonomy. 5 ed. Virginia, EE.UU., Pocohantas Press. 541 p. (SMSS Technical Monograph no. 19)
- US. NATIONAL RESEARCH COUNCIL. 1983. Mangium and other fast-growing Acacias for the humid tropics. Washington, D.C., National Academy Press. 62 p.
- VARGAS, A. 1992. Producción estacional de árboles de arazá (*Eugenia stipitata* Mc Vaugh). In Corporación Bananera Nacional. Informe anual 1991. San José, C.R. p. 163-164.
- VIQUEZ, F. 1993. Conservación de pulpa de guayaba por métodos combinados. San José, Costa Rica, Centro de Investigaciones en Tecnología de Alimentos. s.p.
- WIELGOLASKI, F.E. 1974. Phenology in agriculture. In Lieth, H. ed. Phenology and seasonality modelling. London, Chapman & Hall. p. 369-381.
- ZAMORA, N.V. 1989. Flora arborescente de Costa Rica. Cartago, Costa Rica, Editorial Tecnológico de Costa Rica. 262 p.

ANEXO 1A. MAPAS Y ESQUEMAS DE PARCELAS

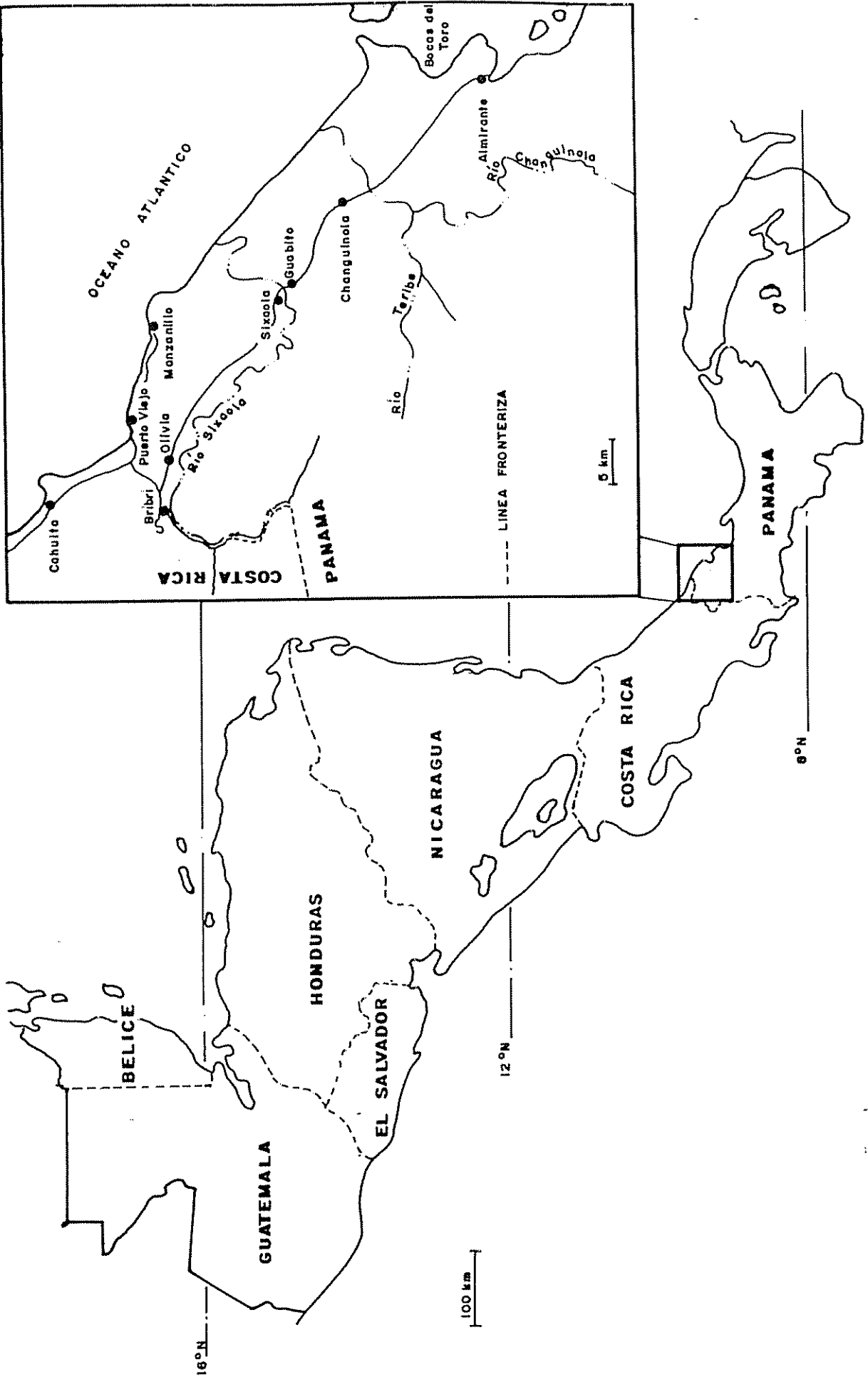
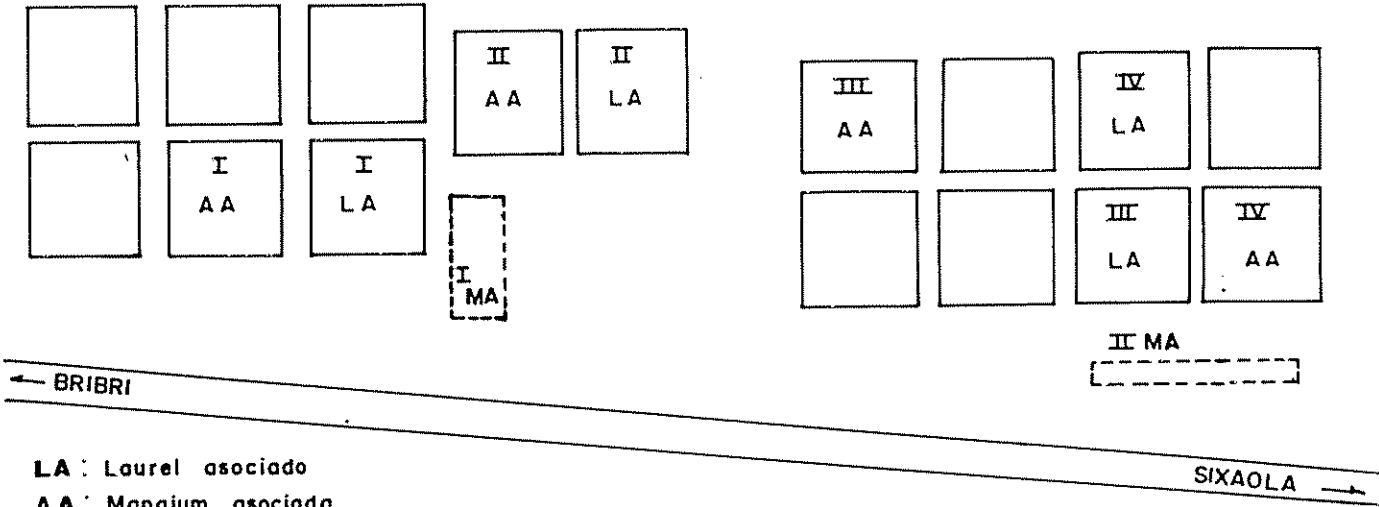


FIGURA 1A. Ubicación geográfica de la Comunidad de Olivia, Talamanca, Costa Rica.



LA : Laurel asociado
AA : Mangium asociada
MA : Musa asociada
I-IV : Repeticiones

FIGURA 2A . Distribución de tratamientos y bloques del estudio.

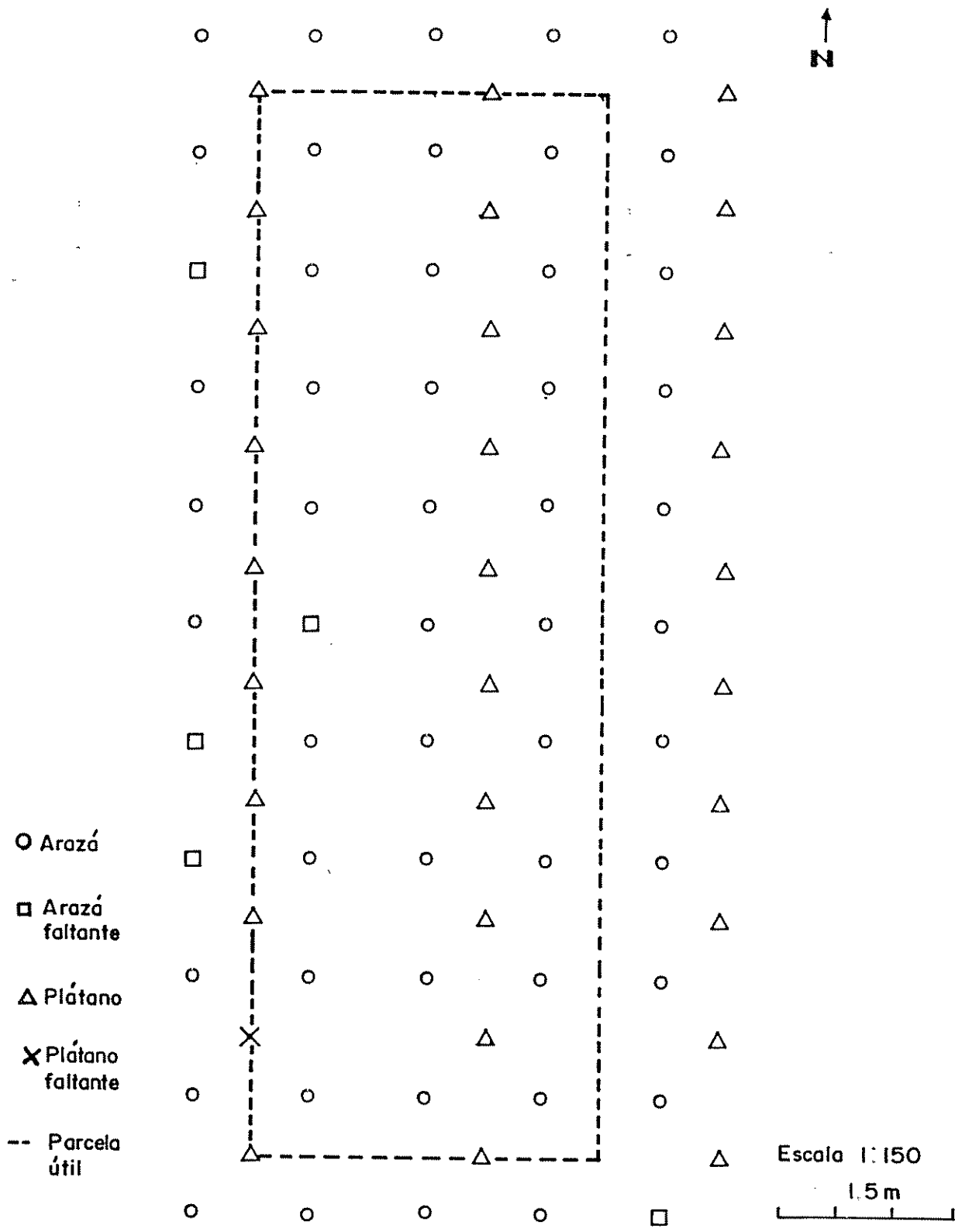


Figura 3Aa . Esquema de la parcela Musa Asociado 1.

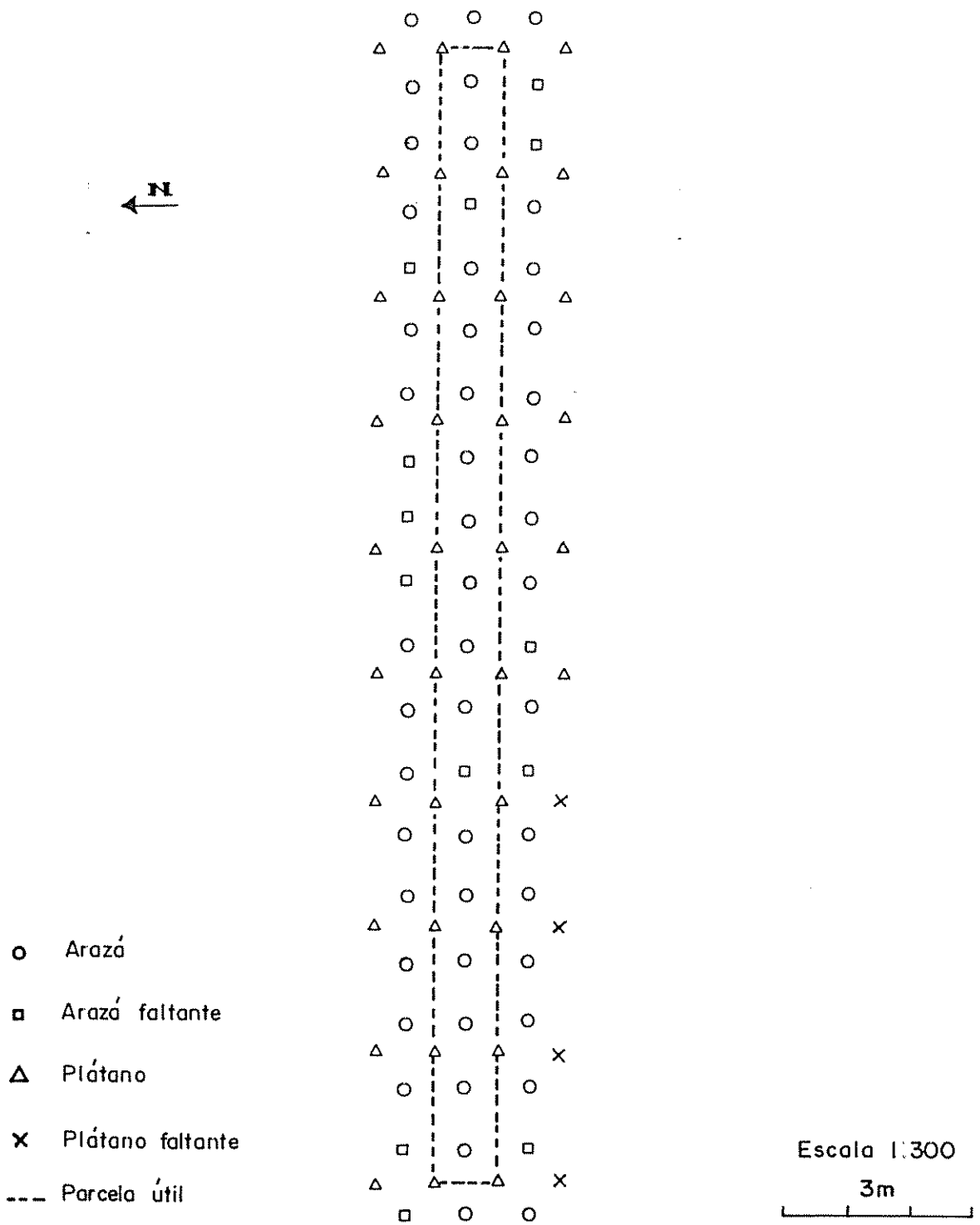
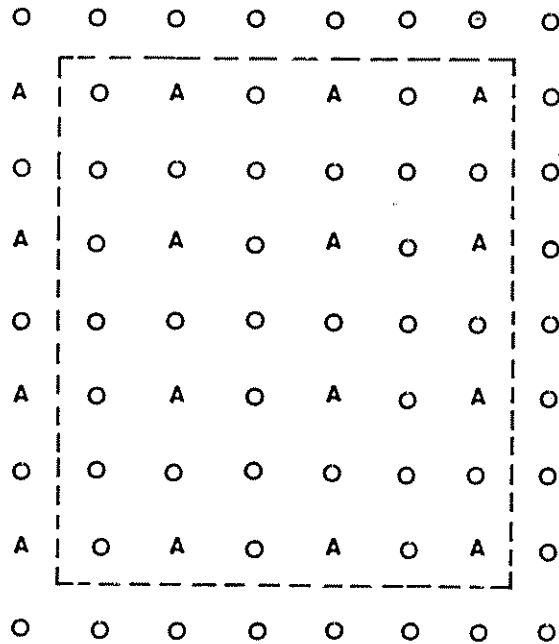


Figura 3Ab . Esquema de la parcela Musa Asociada 2.

← N



- Arazá
- A Arbol
- Parcela útil

Escala 1:300
3.0 m




Figura 3Ac. Esquema de una parcela de árboles con Arazá.

ANEXO 2A. MANEJO DE LOS CULTIVOS AGRICOLAS

Manejo del Maíz en las parcelas agrosilvícolas. Tlamanca, 1994.

EVENTO	Frecuencia y/o cantidad de insumo		
	MAIZ 1	MAIZ 2	MAIZ 3
1. PREPARACION			
TERRENO			
1.1. Chapia		1	1
1.2. Herbicida:			
Gramoxone		2.8	1.6
(litros/ha)			
Fusilade (litros/ha)		0.9	
2. SIEMBRA			
2.1. Siembra	5	5	5
(semillas/golpe)			
2.2. Tratamiento			
semilla:			
Vitavax (g/46 kg)		10	
Malathion (g/46 kg)		10	
2.3. Semilla de	16	32	32
siembra (kg)			
2.4. Tratamiento del			
suelo			
Curater (kg/ha)		22	11
2.5. Resiembra		1	
3. MANTENIMIENTO			
3.1. Raleo		2	2
(plantas/golpe)			
3.2. Deshierba		1	1
3.3. Chapia	1		

Fuente: Adaptado de Lucas *et al.* (1994).

Manejo del Jengibre en las parcelas agrosilvícolas. Talamanca, 1994.

EVENTO	Frecuencia y/o cantidad de insumo
1. PREPARACION TERRENO	
1.1. Chapia	1
1.2. Preparación de camellones	1
2. SIEMBRA	
2.1. Nematicida al suelo: Counter (g/planta)	4.6
2.2. Siembra	1
2.3. Fertilización: 10-30-10 (kg/ha)	190
2.4. Resiembra	1
3. MANTENIMIENTO	
3.1. Deshierba	4
3.2. Aporques	5
3.3. Chapia	2
3.4. Herbicida:	
Gramoxone (litros/ha)	2 aplic.: 1.6
Fusilade (litros/ha)	2 aplic.: 1.2
3.5. Fertilizante:	
Nutran (kg/ha)	3 aplic.: 511
15-3-31 (kg/ha)	3 aplic.: 447
3.6. Eliminación plantas enfermas	2
3.7. Desinfectante al suelo:	
Formalina (cc/16 litros)	2 aplic.: 100
3.8. Fungicida:	
Benlate (kg/ha)	1 aplic.: 1.1
Agrimicin 100 (kg/ha)	4 aplic.: 1.4
Kocide (kg/ha)	1 aplic.: 2.8
3.9. Nematicida:	
Counter (g/planta)	8.3

Fuente: Adaptado de Lucas *et al.* (1994).

Manejo del Arazá. Talamanca, 1994.

Primer año (01/04/91 - 31/03/92) (cuarto año agrícola del ensayo):

	Cantidad	Número de veces
PREPARACION TERRENO		
Chapia		1
Herbicida:		
2,4-D	1.5 litros/ha	1
Gramoxone	1.0 litros/ha	1
SIEMBRA		
Plantación de estacas		1
Siembra (edad 7 meses)	508 plántulas	
MANTENIMIENTO		
Chapia		A(3);L(4) ¹
Rodajeas		A(2);L(1)
Fertilización:		
Urea	111 kg/ha	1
Nutran	49 kg/ha	1
12-24-12	124 kg/ha	1

¹ Cuando el número de aplicaciones es diferente para los dos sistemas Acacia (A) y Laurel (L), se indica esto con la letra del sistema seguido por el número de aplicaciones entre paréntesis.

Segundo año (01/04/92 - 31/03/93):

	Cantidad	Número de veces
MANTENIMIENTO		
Chapia		A(4);L(5)
Rodajeas		A(5);L(6)
Desflore		Quincenalmente
Fertilización:		
Nutran	155 kg/ha	1
12-24-12	67 kg/ha	1
15-3-31	92 kg/ha	1
Insecticida:		
Lorsban 4 E (localizada)	1.5 l/ha	1
Cosecha		Quincenalmente

Tercer año (01/04/93 - 31/03/94):

	Cantidad	Número de veces
MANTENIMIENTO		
Chapia		A(6),L(4)
Rodajeas		A(2);L(2)
Eliminación de plantas enfermas	3	
Resiembras ¹	77	
Fertilización:		
20-7-12	124 kg/ha	2
Podas de realce	2	
Cosecha		Quincenalmente/ Semanalmente ²

¹ Incluye los bordes.

² A partir del 29 de Abril se empezó a cosechar semanalmente.

Fuente: Adaptado de Lucas *et al.* (1994).

El manejo del sistema de Musa con Arazá es bastante similar a los otros dos sistemas con la diferencia que las chapias y los rodajeas son más frecuentes debido al menor grado de sombra en el sistema. Aunque no existen pruebas, se puede suponer que las plantas de Arazá son favorecidas por el manejo del plátano, especialmente la aplicación de fertilizante a este cultivo.

Al año cuatro del cultivo, 01/04/94 se eliminaron o podaron varias plantas enfermas atacadas por el complejo de hongos del suelo (Cap. 3.1.3.4) en las parcelas en la sección Este (bloques 3 y 4). Cabe mencionar que varias de las plantas que presentaron el secamiento de algunas ramas como síntoma de la enfermedad se recuperaron después de una poda de sanidad, por lo menos temporalmente.

Figura 4Aa. Diámetro basal promedio y por repetición (mm) para tres tratamientos: Acacia, Laurel y Musa asociado, durante cuatro fechas de medición. Talamanca, Costa Rica, 1994.

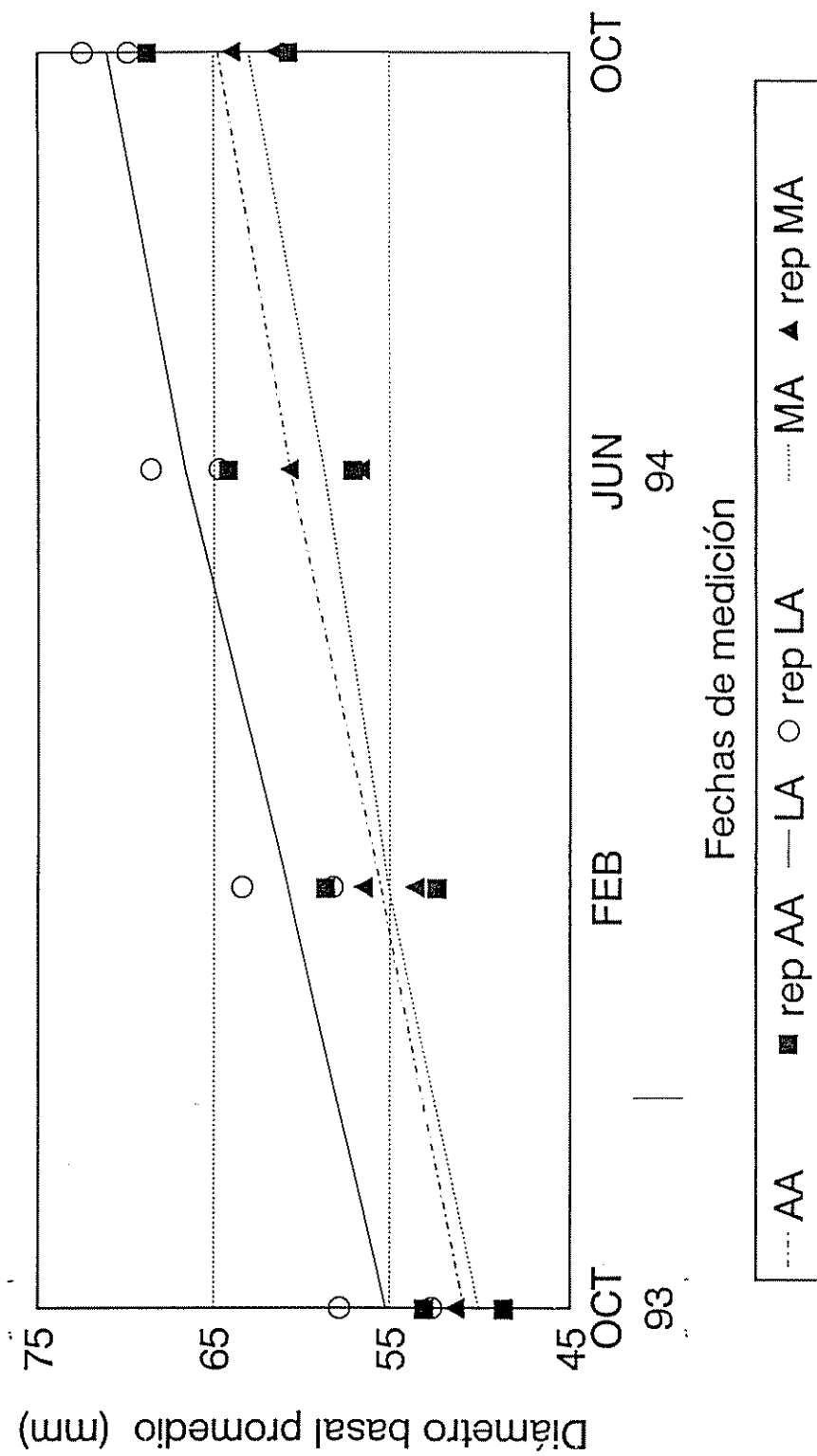


Figura 4Ab. Altura total promedio por repetición (dm) para tres tratamientos: Acacia, Laurel y Musa asociado, durante cuatro fechas de medición. Talamanca, Costa Rica, 1994.

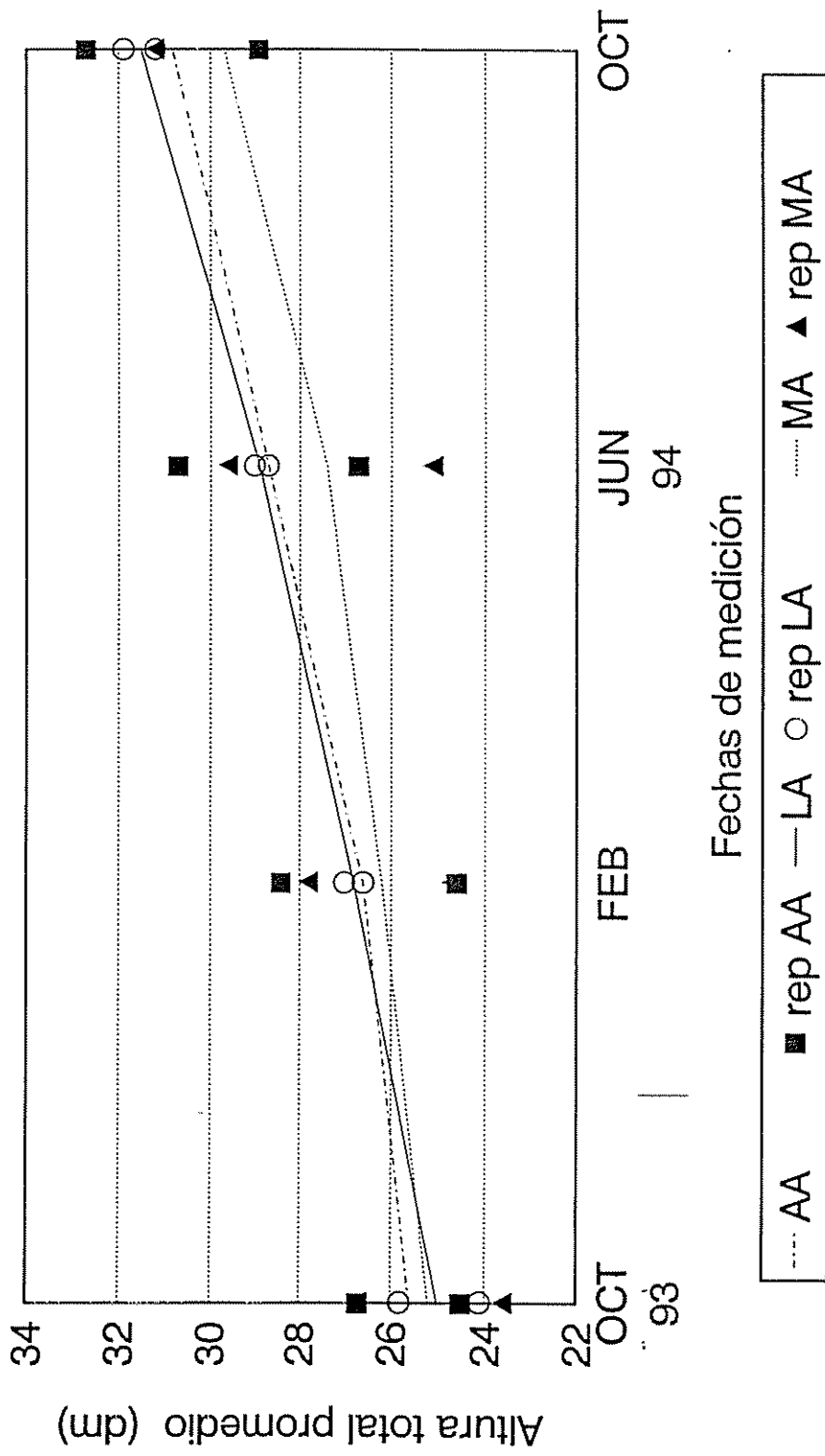
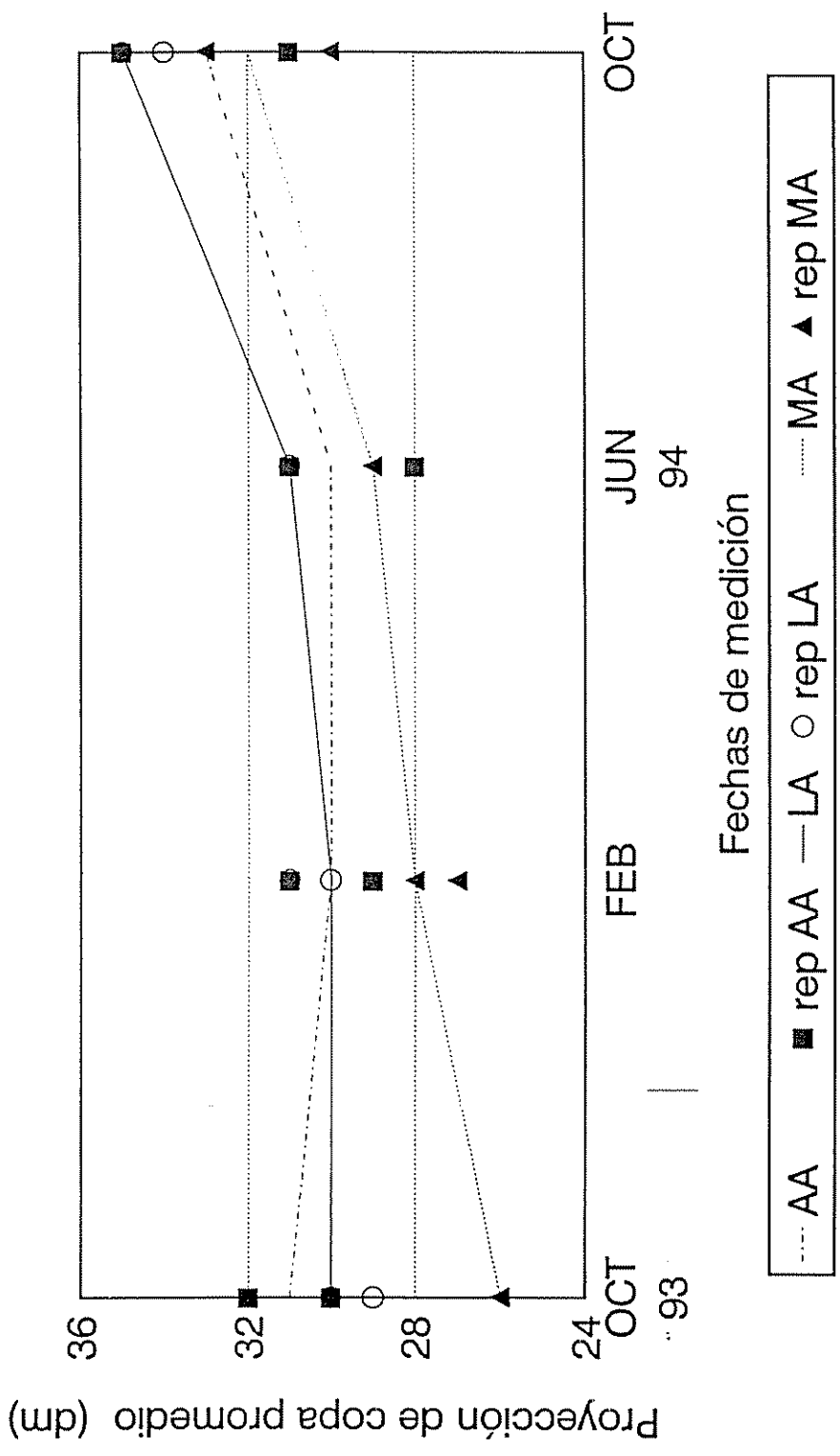
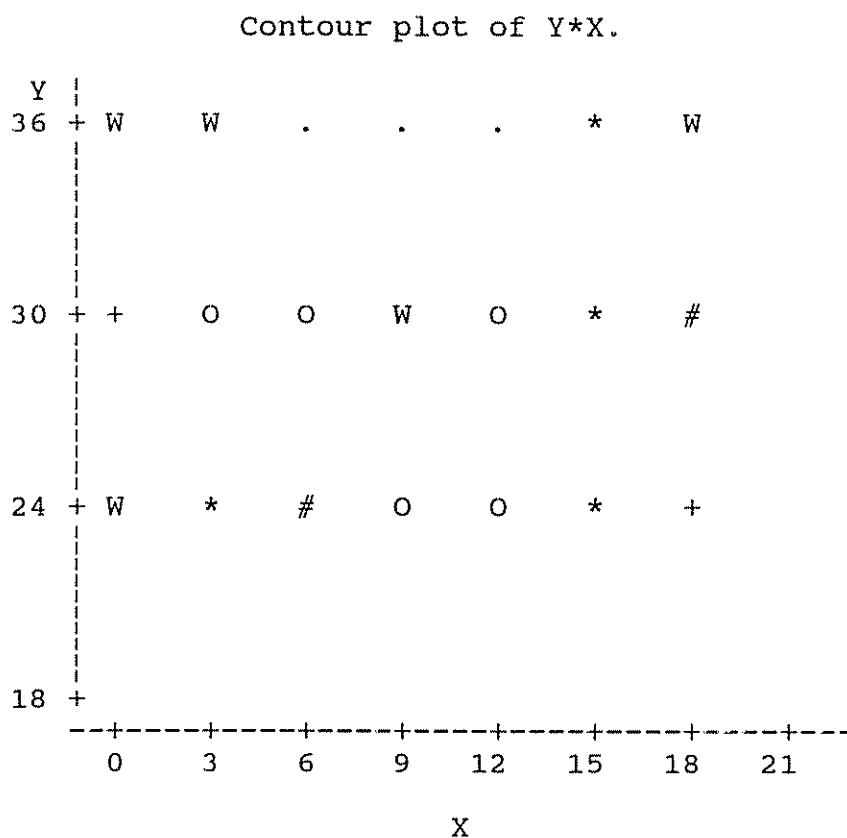


Figura 4Ac. Proyección de copa promedio y por repetición (dm) para tres tratamientos: Acacia, Laurel y Musa asociado, durante cuatro fechas de medición. Talamanca, Costa Rica, 1994.



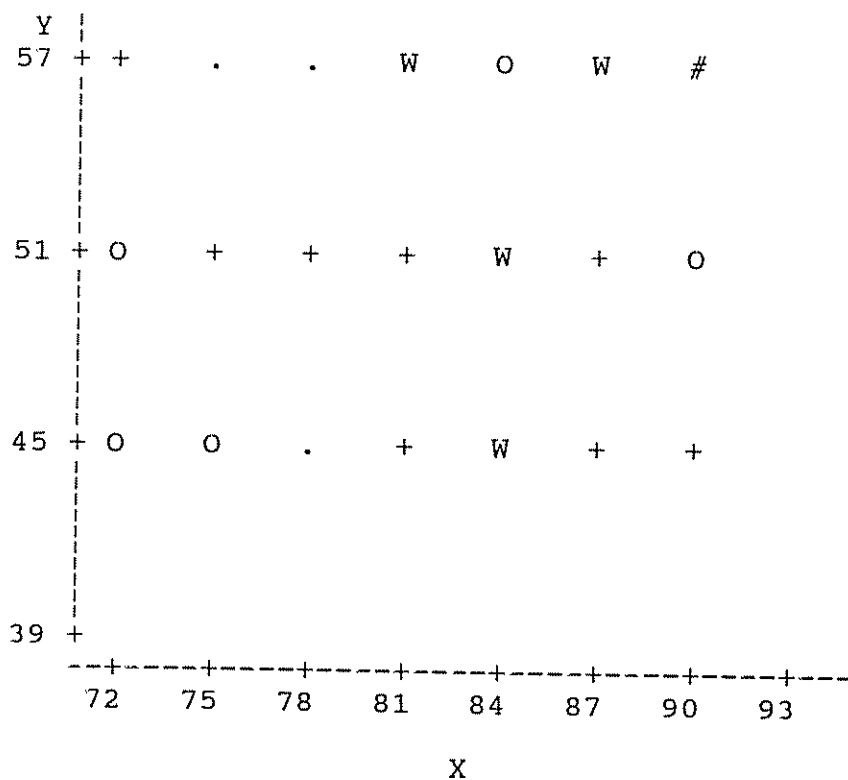
ANEXO 5A. GRAFICOS DE CONTORNOS DE LA PRODUCCION DE FRUTAS ANUALES ACUMULADA POR PARCELA



Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC
.....	4281.00 - 9041.67	WWWWW	18563.00 - 23323.67
+++++	9041.67 - 13802.33	*****	23323.67 - 28084.33
OOOOO	13802.33 - 18563.00	#####	28084.33 - 32845.00

Figura 5Aa. Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Acacia asociada repetición 1 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94.

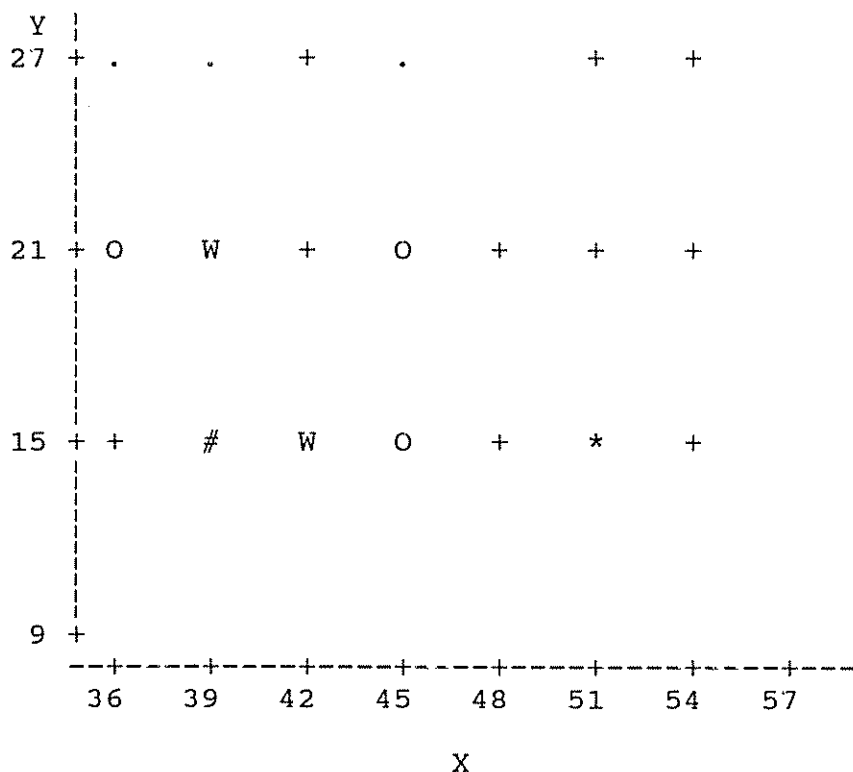
Contour plot of Y*X.



Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC
.....	19083.00 - 23721.83	WWWWW	32999.50 - 37638.33
+++++	23721.83 - 28360.67	*****	37638.33 - 42277.17
OOOOO	28360.67 - 32999.50	#####	42277.17 - 46916.00

Figura 5Ab. Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Acacia asociada repetición 2 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94.

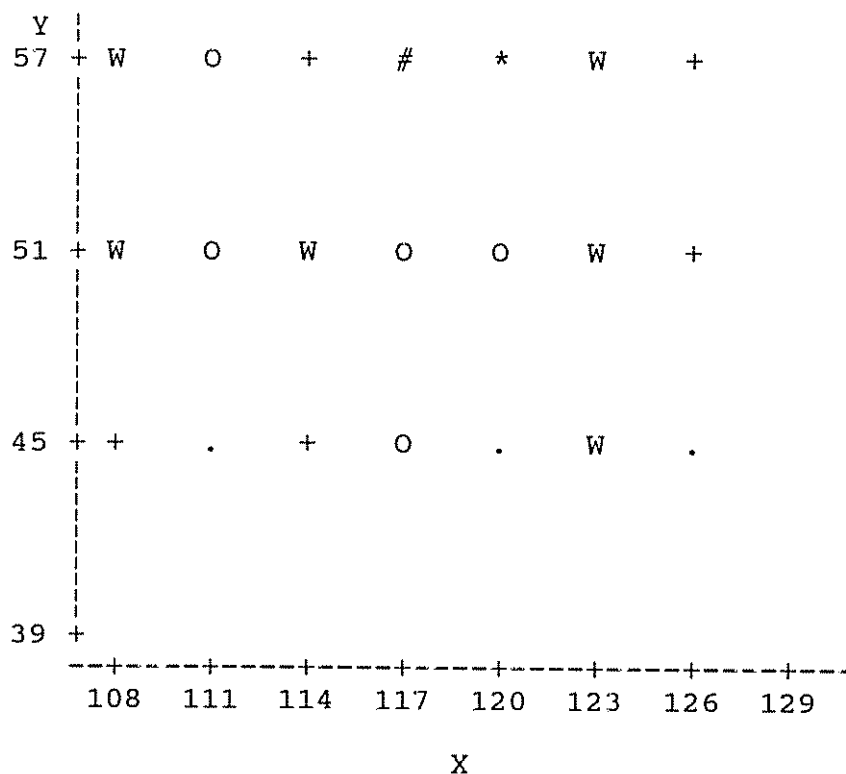
Contour plot of Y*X.



Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC
.....	15000 - 22500	OOOOO	30000 - 37500	*****	45000 - 52500
+++++	22500 - 30000	WWWWW	37500 - 45000	#####	52500 - 60000

Figura 5Ac. Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Laurel asociado repetición 1 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94.

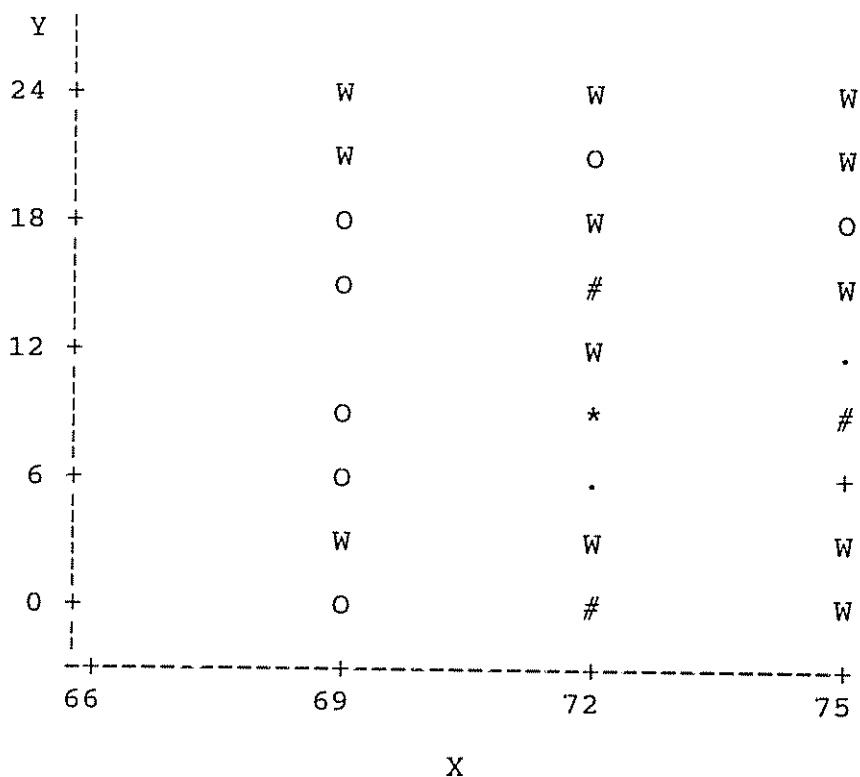
Contour plot of Y*X.



Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC
.....	22500 - 26250	OOOOO	30000 - 33750	*****	37500 - 41250
+++++	26250 - 30000	WWWWW	33750 - 37500	#####	41250 - 45000

Figura 5Ad. Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Laurel asociado repetición 2 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94.

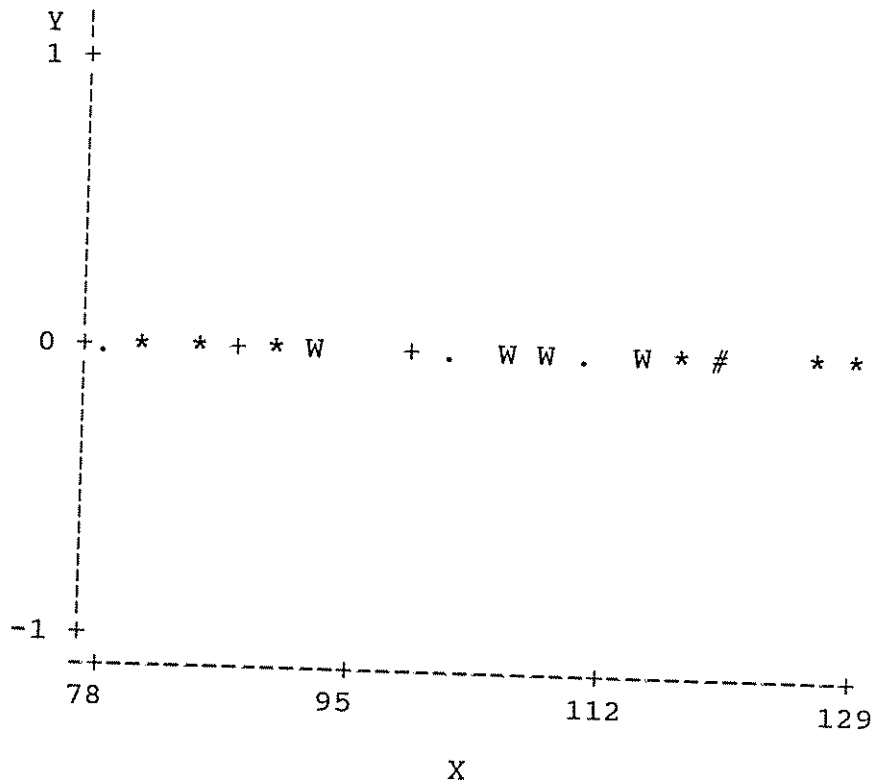
Contour plot of Y*X.



Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC
.....	0 - 7500	OOOOO	15000 - 22500	*****	30000 - 37500
+++++	7500 - 15000	WWWWW	22500 - 30000	#####	37500 - 45000

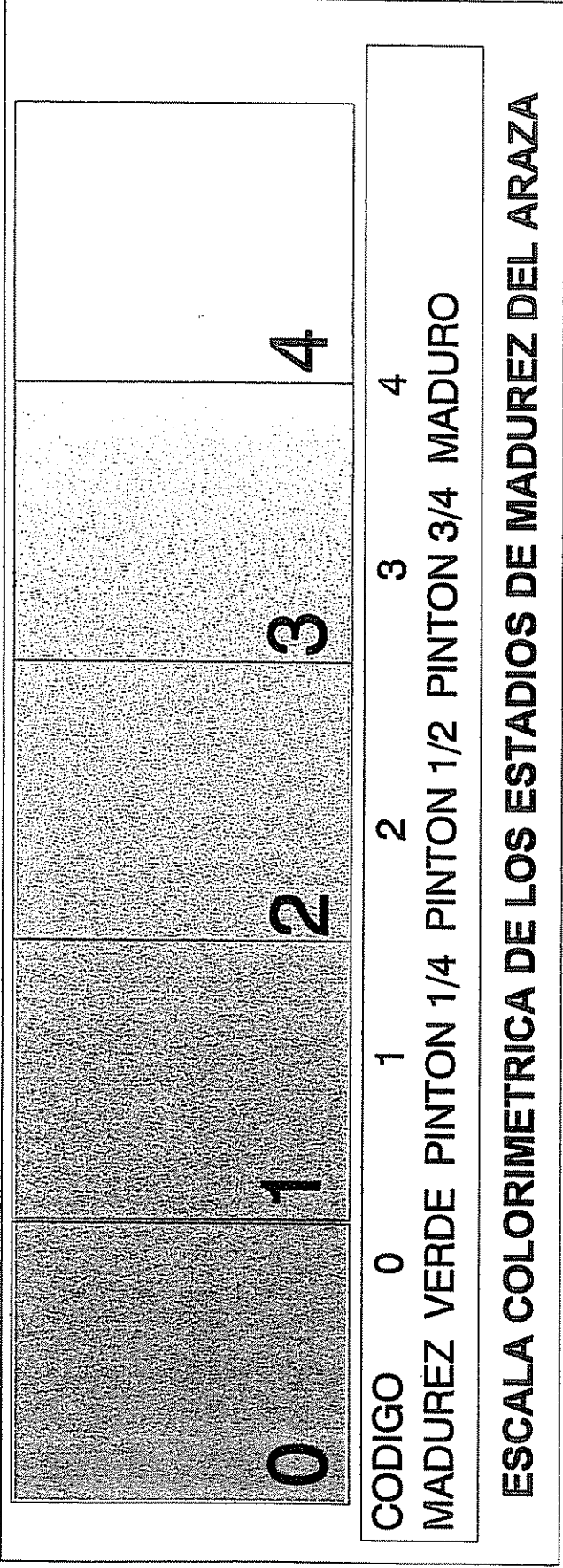
Figura 5Ae. Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Musa asociada repetición 1 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94.

Contour plot of Y*X.



Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC	Symbol	PRODAC
.....	0 - 7500	OOOOO	15000 - 22500	*****	30000 - 37500
+++++	7500 - 15000	WWWWW	22500 - 30000	#####	37500 - 45000

Figura 5Af. Rangos de producción acumulada (peso fresco en g/ha) por plantas individuales en el tratamiento Musa asociada repetición 2 para el período del 25/11/93 hasta el 17/11/94.



CODIGO 0 1 2 3 4
MADUREZ VERDE PINTON 1/4 PINTON 1/2 PINTON 3/4 MADURO

ESCALA COLORIMETRICA DE LOS ESTADIOS DE MADUREZ DEL ARAZA

Cuadro 1A. Análisis financiero del sistema agrosilvicultural Laurel asociado.

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Mano de obra - maíz										
Siembra	13.4	85	27.6	176						
Resiembra			1.5	10						
Raleo			12	76						
Deshierbe			16.3	104						
Aplicar fungicida			2.2	14						
Cosecha	5.9	38	19.9	127						
Total de M.d.O. maíz	19.3	123	79.5	507						
Mano de obra - Laurel										
Ahoyado	1.6	10					2.1	13		
Sacar troncos										
Transplante	5.3	34								
Resiembra	0.4	3	0.2	1	0.5	3				
Plantar estacas	2.7	17								
Raleo							3.1	20	3.6	23
Control fitosanitario							1.2	8		
Rodaje	1.7	11								
Poda			2.4	15	12.2	78				
Aplicar herbicidas										
Otros labores cultur.										
Cosecha										
Total de M.d.O. Laurel	11.7	75	2.6	16	16.3	104	6.4	41	3.6	23

Cuadro 1A. Análisis financiero del sistema agrosilvicultural Laurel asociado.

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Mano de obra - General										
Sacar troncos		0	10.2	65						
Volteo	7	45								
Chapea	11.2	71	18	114	50.7	322	12.5	80	13.5	86
Aplicar herbicida	1.4	9	6.8	43	14.8	94	20	127	2.4	15
Total M.d.O. general	19.6	125	35	222	65.5	416	32.5	207	15.9	101

	Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Mano de obra - General										
Sacar troncos										
Volteo										
Chapea	7.1	45	7.1	45	7.1	45	7.1	45	7.1	45
Aplicar herbicida	3.8	24	3.8	24	3.8	24	3.8	24	3.8	24
Total M.d.O. general	10.9	69	10.9	69	10.9	69	10.9	69	10.9	69

	Año 11		Año 12		Año 13		Año 14		Año 15	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Mano de obra - General										
Sacar troncos										
Volteo										
Chapea	7.1	45	7.1	45	7.1	45	7.1	45	7.1	45
Aplicar herbicida	3.8	24	3.8	24	3.8	24	3.8	24	3.8	24
Total M.d.O. general	10.9	69	10.9	69	10.9	69	10.9	69	10.9	69

Cuadro 1A. Análisis financiero del sistema agrosilvicultural Laurel asociado.

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Mano de obra - Jengibre										
Constr. camellones			25	159						
Siembra			15	95						
Aporque			24.8	158						
Deshierbe			55.3	352						
Aplicar fertilizantes			14.5	92						
Control fitosanitario			14.2	90						
Aplicar nematocida			3	19						
Aplicar fungicida			27.2	173						
Cosecha			23	146						
Total de M.d.O. Jengibre			202	1284						
Mano de obra - arazá										
Transplante							5.8	37		
Resiembra										
Plantar estacas							5.9	38		
Deshierbe							8.9	57		
Aplicar fertilizantes							14.8	94	2.5	16
Control fitosanitario									0.1	1
rodaje									8.8	56
Poda							27.6	176	1.4	9
Aplicar fungicida										
Quitar (re)brotes									11.7	74
Aplicar bioestimulante									0.3	2
Aplicar insecticida									0.2	1
Cosecha										
Total M.d.O. arazá							63	402	25	159
Total M.d.O.			5.9	127	202	1284	102	650	44.5	283

Cuadro 1A. Análisis financiero del sistema agrosilvicultural Laurel asociado.

	Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Mano de obra - arazá										
Transplante										
Resiembra	0.9	6								
Plantar estacas										
Deshierbe	0.4	3								
Aplicar fertilizant	1.3	8	2	13	2	13	2	13	2	13
Control fitosanitar	1.7	11	3	19	3	19	3	19	3	19
Rodaje	7.7	49	5	32	5	32	5	32	5	32
Poda	0.3	2	2	13	2	13	2	13	2	13
Aplicar fungicida	0.3	2								
Quitar (re)brotes										
Aplicar bioestimulante										
Aplicar insecticida										
Cosecha	33.9	216	103	655	123	782	141	897	141	897
Total M.d.O. arazá	46.5	297	115	732	135	859	153	974	153	974
Total M.d.O.	57.4	366	125.9	801	146	928	163.9	1043	163.9	1043

	Año 11		Año 12		Año 13		Año 14		Año 15	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Mano de obra - arazá										
Transplante										
Resiembra										
Plantar estacas										
Deshierbe										
Aplicar fertilizant	2	13	2	13	2	13	2	13	2	13
Control fitosanitar	3	19	3	19	3	19	3	19	3	19
Rodaje	5	32	5	32	5	32	5	32	5	32
Poda	2	13	2	13	2	13	2	13	2	13
Aplicar fungicida										
Quitar (re)brotes										
Aplicar bioestimulante										
Aplicar insecticida										
Cosecha	141	897	141	897	141	897	141	897	141	897
Total M.d.O. arazá	153	974	153	974	153	974	153	974	153	974
Total M.d.O.	163.9	1043	163.9	1043	163.9	1043	163.9	1043	163.9	1043

Cuadro 1A. Análisis financiero del sistema agrosilvicultural Laurel asociado.

	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	
Insumos - Laurel											
Cicatrizante			1.9	8.43	16						
Plántulas	629	0.17	29	0.17	5	41	0.17	7			
Estacas	556	0.01	6								
Combustible							10.6	0.45	5	13.8	0.45
Motosierra							106.1	0.29	31	138.9	0.29
Total insumos Laurel		113		5		23		36		46	
Insumos - maíz											
Insecticidas			33	8.93	295						
Fungicidas			0.1	14.48	1						
Semilla local	16	0.93	15								
Semilla mejorada			64	2.93	188						
Total insumos maíz		15		484							
Insumos - Jengibre											
Fórmulas compuestas			637	0.24	153						
Urea			511	0.27	138						
Fungicidas			9.5	27.19	258						
Nematicidas			177.7	2.6	462						
Desinfectante			16.1	2.33	38						
Semilla local			8.796	0.04							
Total insumos Jengibre					1049						

Cuadro 1A. Análisis financiero del sistema agrosilvicultural Laurel asociado.

	Año 6		Año 7		Año 8		Año 9		Año 10	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Resumen Mano de obra										
Total M.d.O. general	10.9	69	10.9	69	10.9	69	10.9	69	10.9	69
Laurel										
Maíz										
Jengibre										
Total M.d.O. arazá	46.5	297	115	861	135	976	153	976	153	976
Total mano de obra	57.4	366	125.9	930	145.9	1045	163.9	1045	163.9	1045
Resumen Insumos										
General		73		73		73		73		73
Laurel										
Maíz										
Jengibre										
Arazá		114		114		114		114		114
Total insumos		187		187		187		187		187
Total costos		553		1117		1232		1232		1232
Productos										
Postes										
Maíz										
Jengibre										
Arazá (100 kg)	56.6	8.33	471	250	8.33	2083	300	8.33	2499	300
Madera										
Total productos		471		2083		2499		2499		2499
Beneficio Neto		-82		966		1267		1267		1267
Beneficio Neto acumulado		499		1465		2732		3999		5266
Beneficio Neto Ampliado		-82		966		1267		1267		1267
Flujo de Caja		284		1896		2312		2312		2312

Cuadro 1A. Análisis financiero del sistema agrosilvicultural Laurel asociado.

	Año 11		Año 12		Año 13		Año 14		Año 15	
	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor	Cant.	Precio Valor
Resumen Mano de obra										
Total M.d.O. general	10.9	69	10.9	69	10.9	69	10.9	69	10.9	69
Laurel										
Maíz										
Jengibre										
Total M.d.O. arazá	153	976	153	976	153	976	153	976	153	976
Total mano de obra	163.9	1045	163.9	1045	163.9	1045	163.9	1045	163.9	1045
Resumen Insumos										
General		73		73		73		73		73
Laurel										
Maíz										
Jengibre										
Arazá		114		114		114		114		114
Total insumos		187		187		187		187		187
Total costos		553		990		1117		1231		1231
Productos										
Postes										
Maíz										
Jengibre										
Arazá (100 kg)	300	8.33	2499	300	8.33	2499	300	8.33	2499	300
Madera										
Total productos		2499		2499		2499		2499		2499
Beneficio Neto		1946		1509		1382		1268		6496
Beneficio Neto acumulado		7212		8721		10103		11371		17867
Beneficio Neto Ampliado		1946		1509		1382		1268		6496
Flujo de Caja		2312		2312		2312		2312		7540