

**EVALUACION PRELIMINAR DE LOS SISTEMAS
AGROFORESTALES DEL ENSAYO CENTRAL
"LA MONTAÑA"**

Margit Romijn
Ellen Wilderink

Informe de un estudio especial

CENTRO AGRONOMOICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Programa de Recursos Naturales Renovables Programa de Plantas Perennes
Turrialba, Costa Rica, 1981

CONTENIDO

	Página
Introducción	1
Agradecimiento.....	3
Parte I. Componente Café	4
Tratamiento y mediciones de las parcelas	4
Resultados	5
Discusión	6
Literatura Citada	8
Cuadro 1	10
Cuadro 2	11
Cuadro 3	12
Cuadro 4	13
Cuadro 5	14
Parte II. Componente Cacao.....	15
Tratamientos y mediciones de las parcelas.....	15
Resultados	17
Discusión	21
Literatura Citada	22
Cuadro 1	18
Cuadro 2	19
Cuadro 3	20
Parte III. Componente Laurel	23
Tratamientos y mediciones de las parcelas	23
Resultados	27
Discusión	36
Literatura Citada	43
Cuadro 1	25
Cuadro 2	28
Cuadro 3	29
Cuadro 4	30

	Página
Cuadro 5	32
Cuadro 6	40
Cuadro 7	40
Figura 1	24
Figura 2	26
Figura 3	31
Figura 4	34
Figura 5	35
Figura 6	37
Figura 7	38

INTRODUCCION

Este informe es el resultado de un estudio especial realizado por las estudiantes forestales, Margit Romijn y Ellen Wilderink, de la Universidad Agrónoma de Wageningen, Holanda. El estudio se realizó en el CATIE, durante los meses de abril y mayo de 1981, con la cooperación de técnicos de los Programas de Plantas Perennes y de Recursos Naturales Renovables. Como material de base se disponía de los archivos de mediciones en las parcelas agroforestales del Ensayo Central "La Montaña", del Programa de Plantas Perennes. El ensayo se inició en el mes de agosto de 1977 y tendrá una duración de 8 años. En el presente estudio se analizaron los datos encontrados en los archivos y se incluyeron los resultados de las mediciones tomadas en el mes de abril de 1981. Como parte de este estudio, las autoras se han limitado a la evaluación de las parcelas de este ensayo que cuentan con un componente arboreo o sean las siguientes combinaciones:

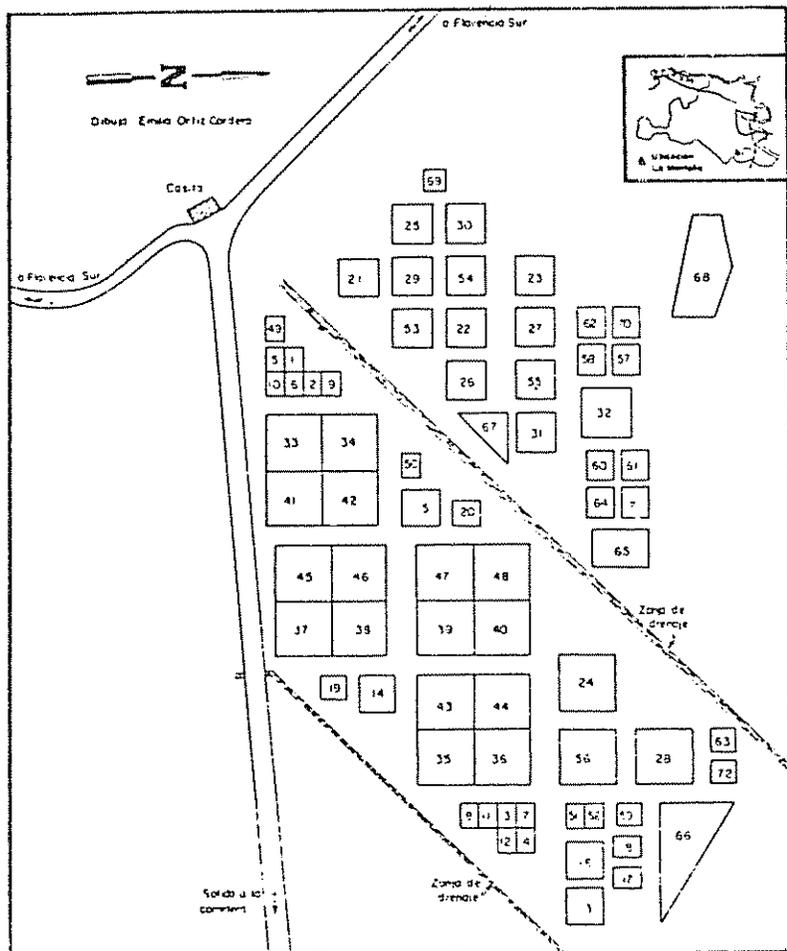
1. Café + laurel + plátano + frijol (parcela 33-36)
2. Café + poró + frijol (parcela 37-40)
3. Cacao + laurel + plátano + maíz + gandul (parcela 41-44)
4. Cacao + poró + frijol (parcela 45-48)
5. Laurel + pasto (parcela 21-24)
6. Laurel + maíz (parcela 53-56)

En la siguiente figura se presenta un croquis de la ubicación de las parcelas con su respectiva numeración.

Los objetivos generales del ensayo son:

1. Comparar los sistemas agrícolas de plantas perennes más comunes en la zona, incluyendo cultivos de ciclo corto y medio.
2. Estudiar cada uno de los sistemas agrícolas en su evolución y transformación durante el tiempo que dure el experimento.

El informe está subdividido en tres partes. La primera parte cubre las parcelas de café asociado con otros cultivos, la segunda parte provee



Plano general (sin escala) del experimento central de plantas perennes 1977
La Montaña, CATIE, Turrialba

Descripción de tratamientos

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

detalles del comportamiento de las parcelas de cacao asociado con otros componentes y la última enfoca el crecimiento de los árboles de laurel en las diferentes combinaciones presentes en este ensayo.

Con el fin de permitir el uso de este informe para el estudio del componente café, cacao o laurel en forma aislada, se optó por una presentación completamente separada de los datos para los tres componentes. De este modo, los interesados en el comportamiento del café en este ensayo podrán consultar la Parte I solamente, los interesados en cacao la Parte II y de último los que quieran conocer detalles del laurel, podrán limitarse a la Parte III.

Los objetivos específicos de este estudio son:

1. Evaluar la producción de café en dos asociaciones diferentes a la edad de 3,5 años.
2. Evaluar la producción de cacao en dos asociaciones diferentes a la edad de 3,5 años.
3. Comparar el crecimiento del laurel en asocio con café, cacao, maíz o pasto, respectivamente.
4. Resumir el estado actual de la investigación en estas parcelas agroforestales en un informe especial.

AGRADECIMIENTO

Las autoras desean expresar su agradecimiento al personal del Programa de Plantas Perennes, especialmente al Dr. G. Enríquez quien facilitó los archivos del ensayo, y al personal del Programa de Recursos Naturales Renovables en las personas de los Ingenieros N. Gewald y J. Palmer, quienes proporcionaron asesoría en la toma y análisis de datos, y en la redacción final de este informe.

I. COMPONENTE "CAFE"
ENSAYO CENTRAL DE CULTIVOS PERENNES
"LA MONTAÑA"

A. TRATAMIENTOS Y MEDICIONES DE LAS PARCELAS 33-40

Todas las plantas y árboles han sido plantados en agosto de 1977 (Enríquez, 1979) en parcelas de 324 m² (18 x 18 m). Cada tratamiento cuenta con 4 repeticiones. Los tratamientos consisten en las siguientes asociaciones:

En las parcelas 33-34-35-36:

- Café (*Coffea arabica* L. cult. Timor hybrid)
- Laurel (*Cordia alliodora*)
- Plátano (*Musa paradisiaca*)
- Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

En las parcelas 37-38-39-40:

- Café (*Coffea arabica*, cult. Timor hybrid)
- Poró (*Erythrina poeppigiana*)
- Frijol (*Phaseolus vulgaris*)

Después del primer año se cosechó el frijol, y actualmente (1981) el café está asociado con laurel y plátano en las parcelas 33-36 y con poró en las parcelas 37-40.

Las mediciones del diámetro del laurel se iniciaron en octubre de 1978, en febrero y en octubre de 1979, y en abril de 1981; en las tres últimas fechas también se midieron las alturas.

Desde noviembre de 1979 se ha medido la producción de café, más o menos cada 15 días, anotando los siguientes datos:

- el número de granos maduros producidos por mata de café
- el número de granos vanos por mata de café
- el peso fresco total de granos por mata de café

Además, se midieron los diámetros y las alturas de las matas de café dos veces por año.

Las densidades de siembra utilizadas en todas las parcelas son las siguientes:

café: 1 x 2 m = 5.000/ha (162 matas/parc.)
 laurel: 6 x 6 m = 278/ha (9 laureles/parc.)
 poró: 3 x 6 m = 555/ha (18 porós/parc.)
 plátano: 6 x 6 m = 278/ha (9 plátanos/parc.)

La fertilización consiste en la aplicación de 40 gr de abono 10-30-10 a cada mata de café, 4 veces por año, equivalente a 800 kg/ha/año. Los otros componentes del sistema no han sido fertilizados.

Hasta abril de 1981 las matas de café no han sido podadas por ser demasiado jóvenes; los porós fueron podados a principios de 1981 y se dejó la biomasa podada en las parcelas en forma de "mulch". Inicialmente los plátanos eran los principales proveedores de sombra para el café, pero con el rápido crecimiento de los laureles se ha reducido el número de plátanos, eliminándoles después de haber producido frutos. Los tallos y las hojas de plátano fueron picados y dejados sobre el suelo. Los laureles fueron podados hasta media altura en varias oportunidades y forman ahora el dosel superior dando sombra a los cafetos.

B. RESULTADOS

Datos del laurel a la edad de 3,5 años, en parcelas 33-36 (ver Cuadro 1)

-diámetro promedio a la altura del pecho: $\bar{d} = 20,7 \text{ cm}$
 -altura media: $\bar{h} = 9,1 \text{ m}$
 -incremento medio anual del diámetro (oct, 79-abr, 81) $\bar{i}_d = 5,0 \text{ cm/año}$
 -incremento medio anual de la altura (oct, 79-abr, 81) $\bar{i}_h = 1,5 \text{ m/año}$

Véase Cuadro 2: Recomendaciones para un raleo de laurel (dic, 1980)

Nota: Según G. Enríquez (1979), la idea es no ralear el laurel hasta el fin de este ensayo. Se experimentará 8 años con esta densidad hasta que las copas se cierren. En realidad no se ha raleado el laurel hasta ahora.

Para comparar estas cifras con datos de combinaciones de laurel con pasto, laurel con maíz y laurel con cacao, véase el aparte "Componente laurel" de es este informe.

Datos de producción de café (ver cuadros 3 y 4)

Producción de café en las parcelas 33-36 (café+laurel+plátano):

-5996 kg café 'verde' /ha/año (de 1-7-1980 hasta 5-1-1981)

Producción de café en las parcelas 37-40 (café+poró):

-12.254 kg/ha/año (de 1-7-1980 hasta 5-1-1981)

Para obtener los datos de café, como: producciones, incrementos de matas de café, alturas y diámetros, aplicaciones de abono, etc., pueden dirigirse al Departamento de Cultivos del CATIE (Luis Guillermo Salazar, Ext. 262)

C. DISCUSION

Véase Cuadro 5: Para poder comparar los diferentes datos de las producciones de café es necesario hacer una conversión de las unidades tradicionalmente usadas en kilogramos café 'verde' producido por hectárea por año.

Fanega = cantidad de café verde (volumen). En la literatura se dan varios datos: 1 fanega = 318 kg

= 560 kg

= 280 kg, etc.

Después de los cálculos, el mejor valor parece ser:

1 fanega = 380 kg café 'verde'

1 fanega de café verde produce 1 quintal (45 kg) de café oro.

Influencia del laurel sobre la producción de café

En general, se dice que mucha sombra de laurel disminuye la producción de café. Según de Geus (1973) el café en estado natural crece con poca sombra; ésta reduce la cantidad de luz disponible para las matas de café, por lo cual reduce la iniciación de la florescencia, y en consecuencia, la producción de granos.

Además, hay competencia por los alimentos y el agua, entre las raíces de café y de laurel, porque las raíces del laurel crecen también en la capa superior del suelo.

Sin embargo, existen muchas ventajas en la combinación de café con laurel (y poró). Por ejemplo:

- producción de material orgánico por el laurel; contribuyendo en un posible reciclaje de nutrimentos;
- protección contra temperaturas extremas y contra demasiada luz solar;
- protección contra la erosión del suelo;
- represión de malezas y enfermedades (por ejemplo *Cercospora coffeicola*) (Bermúdez, 1980).

Económicamente, una densidad de 100-200 laureles por hectárea, evidencia mejores resultados cuando se incluye también el valor de la madera de laurel en los cálculos (González, 1980 y Beer, 1979).

Densidad del café

Las plantas de café necesitan un suelo muy profundo, permeable, con un pH = 6-6,5; la composición química es de menor importancia que la composición física (J. de Geus, 1973).

Actualmente, la tendencia es plantar las matas de café en forma más densa (+ 7000 matas/ha) y sin árboles de sombra, para 'auto-sombreamiento' (Bermúdez, 1980). Pero este sistema necesita un manejo más intensivo en cuanto a aplicaciones de fertilizantes, herbicidas, etc.

Cuando hay árboles de sombra, la mejor densidad para *Coffea arabica* variedad Caturra, es + 3450 matas/ha (J. de Geus, 1973).

Para el año 1980 existe una gran diferencia entre la producción de café en combinación con laurel y plátano (parcelas 33-36) y la producción de café en asocio con poró (parcelas 37-40) a la edad de 3 años. La última combinación produjo más que el doble de la primera.

-Producción de café (en asocio con laurel y plátano): 5,996 kg café verde/ha/año.

-Producción de café (en asocio con poró): 12.254 kg café verde/ha/año.

En comparación con las cifras del Cuadro 5 (producción de café en varios lugares), la producción de café en las parcelas 37-40 (café en asocio con poró) es alta. Esto podría ser una consecuencia del manejo intensivo en "La Montaña" (aplicaciones de fertilizantes y herbicidas), así como el efecto beneficioso del poró que provee una sombra "manejable" y que fija nitrógeno. Un análisis de los suelos en las diferentes parcelas podría indicar si actualmente difieren entre las parcelas sin poró y las parcelas con poró.

Las matas de café en las parcelas 33-36 tienen un aspecto pobre con pocas hojas, ramas largas y pocas flores. Posiblemente esto es causado por la competencia del plátano o es el resultado de un exceso de sombra, causado por el laurel (densidad alta: 248 árboles/ha). Para la producción de café sería mejor eliminar el plátano y podar o ralear el laurel. Después de unos años, los laureles tendrán una altura suficiente para dar una sombra difusa al café.

Debido a que no se sabe si el laurel o el plátano (o los dos) es la causa de la baja producción de café y tomando en consideración que al ralear el laurel se complicará enormemente el análisis del ensayo, se recomienda eliminar los plátanos y efectuar una poda fuerte de los laureles. Es de esperar que los resultados de la producción de café en el año 1981 indicarán el primer efecto de esta intervención. En base a estos datos se puede tomar una decisión sobre la realización de un raleo de los laureles.

D. LITERATURA CITADA

1. BEER, J. W., *et al.* A case study of traditional agro-forestry practices in a wet tropical zone: the "La Suiza" Project, Turrialba, Costa Rica, CATIE-UNU. 1979, 28 p.
2. _____, "CATIE-UNU Convenio" annual report 1980, Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 28 p.
3. _____, *Cordia alliodora* with *Theobroma cacao*: a traditional agro-forestry combination in the humid tropics. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. 6 p.

4. BERMUDEZ MENDEZ, M. Erosión hídrica y escorrentía superficial en el sistema de café (*Coffea arabica* L.), poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook) y laurel (*Cordia alliodora* (R. & P.) Cham.) en Turrialba, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 74 p.
5. COMBE, J. y GEWALD, N. J. eds. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, 1979. 357 p.
6. DOC-OPSA. Programa de mejoramiento de la producción de café en Costa Rica. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria, San José, Costa Rica. 1979. DOC-OPSA N° 33.
7. ENRIQUEZ, G. A. Central trial of perennial crops as compared with some annuals. In Workshop Agro-Forestry Systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica, March 1979. Proceedings. Edited by G. De las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. p.193.
8. FUENTES FLORES, R. Coffee production farming systems in Mexico. In Workshop Agro-Forestry Systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica, March 1979. Proceedings. Edited by G. De las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. p.60.
9. GEUS, J. G. DE. Fertilizer guide for the tropics and subtropics. Centre d'Etude de L'Azote, Zurich, 1973. 773 p.
10. GONZALEZ GONZALEZ, L. E. Efecto de la asociación de laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) sobre la producción de café (*Coffea arabica* L.) con y sin sombra de poró (*Erythrina poeppigiana* (Walpers) O. F. Cook). Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1980. 110 p.
11. MUÑOZ ALDEAN, M. Comportamiento inicial del laurel (*Cordia alliodora* (Ruiz & Pav.) Oken) plantado en asocio con maíz (*Zea mays*) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sc. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1975. 78 p.
12. OFICINA DEL CAFE. Informe de labores 1978. Oficina del Café, San José, Costa Rica, 1979. 58 p.
13. UGALDE A., L. A. Descripción y evaluación de las prácticas agroforestales en la cuenca piloto de La Suiza, Cantón de Turrialba, Turrialba, Costa Rica, UNU/CATIE, 1979. 31 p.

Cuadro 1. Valores promedios de diámetros y altura del laurel (*Cordia alliodora*) en asocio con café, plátano y frijol en en Ensayo Central de Plantas Perennes en "La Montaña", a la edad de 3,5 años.

N° de parcela	Fecha de medición	Diámetro promedio* (cm)	\bar{i}_d^{**} (cm/año)	Altura promedio* (m)	\bar{i}_h^{**} (m/año)
33	20-10-78	6,5			
	28- 2-79			5,6	
	17-10-79	14,7	8,2 (1)	7,2	2,7 (2)
	2- 4-81	23,1	5,6 (1)	9,7	1,7 (1)
34	20-10-78	6,7			
	28- 2-79			5,7	
	17-10-79	12,7	6,0 (1)	6,6	1,5 (2)
	2- 4-81	19,3	4,4 (1)	8,6	1,3 (1)
35	20-10-78	5,2			
	28- 2-79			5,4	
	17-10-79	13,3	8,1 (1)	7,2	3,1 (2)
	2- 4-81	20,8	5,0 (1)	9,4	1,5 (1)
36	20-10-78	5,6			
	28- 2-79			4,8	
	17-10-79	11,8	6,2 (1)	6,4	2,7 (2)
	2- 4-81	19,4	5,1 (1)	8,6	1,5 (1)
	20-10-78	6,0			
	28- 2-79	9,2		5,4	
	17-10-79	13,1	7,1 (1)	6,9	2,5 (2)
	2- 4-81	20,7	5,0 (1)	9,1	1,5 (1)

* Datos en base a 9 árboles/parcela (N = 278 árb/ha)

** Valores calculados en base a un período de 18 meses (1) ó de 7 meses (2)

$$(1) \bar{i}_d = (\bar{d}_{2-4-81} - \bar{d}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18} \quad \text{y} \quad \bar{i}_h = (\bar{h}_{2-4-81} - \bar{h}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18}$$

$$(2) \bar{i}_h = (\bar{h}_{17-10-79} - \bar{h}_{28-2-79}) \times \frac{12}{7}$$

Cuadro 2. Datos dasométricos e intensidad del raleo propuesto en laurel a la edad de 40 meses, "La Montaña"

Parcelas	33 y 34	%	35 y 36	%	Promedio	
					Dos repe ticiones	%
Area basal total (m ² /ha)	12,58	100	11,58	100	12,08	100
Area basal a extraer (m ² /ha)	4,97	39,5	4,38	37,8	4,67	38,8
Area basal residual (m ² /ha)	7,61	60,5	7,20	62,2	7,40	61,2
I.M.A. (cm/año)	5,81	-	5,35	-	5,58	-
D.A.P. (\bar{x} , cm)	19,18	-	17,67	-	18,42	-

Cuadro 3. Producciones de café, de noviembre de 1979 hasta enero de 1981; creciendo en asocio con *Cordia alliodora* y *Musa paradisiaca* en el Ensayo Central de Plantas Perennes, "La Montaña".

Períodos de cosechas	Producciones de café verde en kilos por parcela				Producción total de café verde en 60 semanas (kg/parc)	Producción de café verde por hectárea en 60 semanas (kg/ha)	Producción de café verde en el período desde 1-7-1980 hasta 5-1-1981. (Producción año 1980) (kg/ha/año)
	13-11-79 - 1-7-80*	1-7-80 - 7-10-80	7-10-80 - 16-12-80	16-12-80 - 5-1-81			
33	18,8	55,1	106,3	0,4	180,6	5573,3	4993,2
34	22,0	79,6	89,9	0,5	192,0	5925,1	5246,2
35	41,8	131,1	98,8	2,2	273,9	8452,6	7162,6
36	63,6	115,2	96,8	1,4	277,0	8548,2	6585,5
TOTAL	146,2	381,0	391,8	4,5	923,5		
PROMEDIOS	36,6	95,3	98,0	1,1	230,9	7125,6	5996,1

Incluye parte de la producción del año 1979.
 Superficie de una parcela: 324 m²
 Matas de café por parcela: 162 (= 5000/ha)
 Laureles por parcela: 9 (= 278/ha)
 Fecha de plantación: Agosto 1977

Cuadro 4. Producciones de café, de noviembre de 1979 hasta febrero de 1981, creciendo en asocio con *Erythrina poeppigiana*, en el Ensayo Central de Plantas Perennes, "La Montaña".

Períodos de cosechas	Producciones de café verde en kilos por parcela				Producción total de café verde en 66 semanas (kg/parcel)	Producción de café verde por hectárea en 66 semanas (kg/ha)	Producciones de café verde en el período desde 1-7-1980 hasta 16-2-1981 (Producción año 1980) (kg/ha/año)	
	1-7-79 a 1-7-80 *	7-10-80 a 16-12-80	7-10-80 a 16-12-80 a 5-1-81	5-1-81 a 21-1-81				
37	14,3	120,1	253,9	16,8	4,7	4,1	12773,0	12331,7
38	13,6	119,9	213,9	23,7	7,1	5,8	11850,2	11430,5
39	38,8	128,1	202,8	1,9	1,1	0,6	11520,0	10322,7
40	31,9	140,4	317,3	14,6	6,2	5,2	15911,4	14927,0
TOTAL	98,6	508,5	987,9	57,0	19,1	15,7	1686,8	
PROMEDIOS	24,7	127,1	247,0	14,3	4,8	3,9	13013,7	12254,5

* Incluye parte de la cosecha del año 1979.

Superficie de una parcela: 324 m²
 Matas de café por parcela: 162 (= 5000/ha)
 Porós por parcela: 18 (= 556/ha)
 Fecha de plantación: Agosto 1977

Cuadro 5. Producción de café en varios lugares

Lugar	Densidad de café (Matas/ha)	Especies y variedades de café	Café en combinación con...	Densidad del poró (árboles/ha)	Densidad del laurel (árboles/ha)	Densidad del árbol (árboles/ha)	Abono: aplicación/año	Fórmula	Producción de café/año/ha	Conversión a kg verde/año/ha (Véase pág. 6 para factores de conversión)	Literatura
La Montaña Turrialba	5.000	C. arabica var. Hibrido de Timor	Laurel, plátano	-	278	-	800 kg 4 veces/año	10-30-10	5.996 kg café "verde"		Resultados de este ensayo
	5.000	C. arabica var. Hibrido de Timor	Poró	555	-	-	1000 kg 4 veces/año	10-30-10	12.254 kg café "verde"		
Finca del ATIE	3.800	Mayoría de "catuira" y "arabigo"	Poró y laurel	299	-	-	En caso de 1.200 kg presencia: 2 veces/año 100-200 (según disponibilidad)	20-7-12-3-12			Publicación del Proyecto de la
La Guiza Sr. Delgado	4.101	C. arabica var. "Caturra"	Poró	238	-	-	900 kg/año 2 veces/año	Enero:10-5-15-6-2 Junio:20-7-12-3-12	11.017 kg café "verde"		J. W. Beer, 5,8
	3.643	"Caturra"	Poró + laurel	222	242	-	800 kg/año 2 veces/año	Enero:10-5-15-6-2- Junio:20-7-12-3-12	10.776 kg café "verde"		
El Bajo Chino Turrialba	3.200	"Caturra" poró	Poró	215	-	-	Enero: 545 kg/ha	18-5-15-6-12	6.891 kg café "verde"		G. González,
	3.200	"Caturra"	Poró + laurel	215	340	-	Julio: 3,78 lt/ha	Abono foliar	6.296 kg café "verde"		
	3.200	"Caturra"	Poró + laurel	215	180	-			7.344 kg café "verde"		
La Volina Turrialba	3.200	"Caturra"	Poró	215	-	-	Enero: 545 kg/ha	18-5-15-6-12	8.259 kg café "verde"		G. González, 3
	3.200	"Caturra"	Poró + laurel	215	410	-	Julio: 3,78 lt/ha		7.344 kg café "verde"		
	3.200	"Caturra"	Poró + laurel	215	120	-	3,78 lt/ha	Abono foliar	9.126 kg café "verde"		
Finca Nueva Turrialba	2.777	"Bourbon"	Poró	215	-	-	Enero: 545 kg/ha	18-5-15-6-12	6.391 kg café "verde"		G. González, 1
	2.777	"Bourbon"	Poró + laurel	215	270	-	Julio: 3,78 lt/ha	Abono foliar	5.577 kg café "verde"		
	2.777	"Bourbon"	Poró + laurel	215	180	-			5.729 kg café "verde"		
Finca y alrededores	2.700		Laurel + poró	210	117	-	Sf	Sf	18,5 fanegas	7.030 kg café verde	L. Ugalde, 13
Finca piedad de Turrialba	7	Mayoría "Caturra"	Poró y/o laurel y/o otros árboles	-	-	-	Sf	Sf	25,4 fanegas = 1.141 kg café oro en 1977/78	9.652 kg café verde	Oficina del Café, 15
	7	Caturra y otros	Poró y/o laurel y/o otros árboles	-	-	-			27,6 fanegas = 1.243 kg café oro en 1976/77	10.488 kg café verde	DOC-OPSA, 14
	7	Caturra y otros	Poró y/o laurel y/o otros árboles	-	-	-			31 fanegas en 1980/81 = 1.106 kg café oro	11.780 kg café verde	Artículo de LA NACION, 4 de marzo de 1981
Finca Arce	2.165	"Caturra"	Arbol de sombra p.e. Inga	150	-	-	Sf	Sf	25-45 quintales/ha	9.500-17.100 kg café verde	R. Puentes, 16

II. PROGRAMA DE PLANTAS PERENNES
ENSAYO CENTRAL "LA MONTAÑA"
COMPONENTE "CACAO"
 (Parcelas 41-42-43-44 y 45-46-47-48)

A. TRATAMIENTOS Y MEDICIONES DE LAS PARCELAS 41-42--47-48

Todas las plantas y árboles han sido plantados en agosto de 1977 (Enríquez, 1979) en parcelas de 324 m² (18 x 18 m). Cada tratamiento cuenta con 4 repeticiones. Los tratamientos consisten en las siguientes asociaciones:

En las parcelas 41-42-43-44:

- Cacao (*Theobroma cacao*) híbridos Catongo x Pound-12; EET-400 x SCA-12 y UF-2g x 1MC-67
- Laurel (*Cordia alliodora*)
- Plátano (*Musa paradisiaca*)
- Gandul (*Cajanus cajan*)
- Maíz (*Zea mays*)

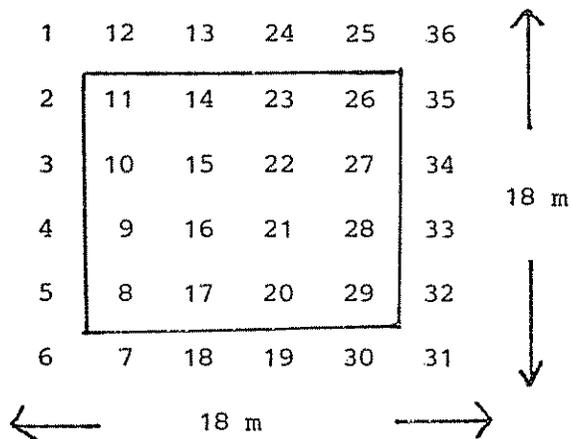
En las parcelas 45-46-47-48:

- Cacao (*Theobroma cacao*)
- Poró (*Erythrina poeppigiana*)
- Plátano (*Musa paradisiaca*)
- Gandul (*Cajanus cajan*)
- Maíz (*Zea mays*)

Después del primer año se cosecharon el gandul y el maíz, quedando ahora las asociaciones de cacao con laurel y plátano en las parcelas 41-44 y con poró y plátano en las parcelas 45-48.

Se empezaron las mediciones de diámetros de laurel en octubre de 1978 y después en febrero de 1979, octubre de 1979 y abril de 1981. En las tres últimas fechas también se midieron las alturas.

Desde junio de 1979 se midió la producción de cacao cada 10 días; en estas mediciones se excluyeron los árboles de cacao del borde, entonces sólo 16 árboles por parcela (todos son: Catongo x Pound-12) se incluyeron en el análisis.



Catongo x Pound-12:

8-9-10-11-14-15
16-17-20-21-22
23-26-27-28-29

EET-400 x SCA-12 y
UF-29 x IMC-67:

Todos los otros
números de los
bordes

Tamaño de la parcela: 0.0324 h

Se midió:

- El número de mazorcas (=frutos maduros), producidos en 10 días por árbol
- El peso húmedo de las mazorcas por árbol
- El número de frutos malos (enfermos, pequeños, etc.)
- El número de chupones, producidos en los 10 días
- El número de frutos jóvenes

Nota: Cada 10 días se cosechan las mazorcas y frutos malos y se cortan los chupones. También las alturas y diámetros de los árboles de cacao se midieron 2 veces por año.

No se encontraron datos de producción de poró y plátano.

Las densidades de siembra utilizadas en todas las parcelas fueron las siguientes:

Cacao: 3 x 3 m = 1.111/ha (36 árboles/parc.)
Laurel: 6 x 6 m = 278/ha (9 árboles/parc.)
Plátano: 6 x 6 m = 278/ha (9 plátanos/parc.)
Poró: 6 x 6 m = 278/ha (9 porós/parc.)

Antes de la siembra de árboles de cacao se pusieron 100 gramos de abono (10-30-10) en cada hoyo. Después de 6 meses los árboles recibieron 150 gramos por árbol (18-10-6-5) 4 veces por año (enero/febrero; abril/mayo;

julio/agosto; octubre/noviembre), equivalente a 667 kg de abono por hectárea por año. Los otros componentes del sistema no recibieron fertilizantes.

Aparte de la eliminación periódica de los chupones no se han efectuado podas en el cacao ni en el poró.

Información general de cacao

El clima óptimo para el cacao, según De Geus, es:

Temperatura promedio: 25.5°C, con una fluctuación máxima de 9°C. Esta temperatura se presenta en la zona de 15° latitud sur, hasta 15° latitud norte, con elevaciones inferiores a los 1000 m.s.n.m.

Precipitación: más de 1.250 mm por año, y sin un período seco de más de 3 meses.

Suelo: el cacao necesita un suelo profundo (> 1,5 m), drenado, con una buena estructura, con buena capacidad de retención de agua, rico en nutrientes y material orgánico y con un pH = 6.5, aproximadamente.

Las raíces del cacao crecen en la capa superior del suelo (85% en los 15 cm más superficiales).

B. RESULTADOS

Datos del laurel a la edad de 3,5 años en parcelas 41-42-43-44: (Ver Cuadro 1

-diámetro promedio a la altura del pecho:	$\bar{d} = 17,1$ cm
-altura media:	$\bar{h} = 8,9$ m
-incremento medio anual del diámetro:	$\bar{I} = 5,0$ cm/año
-incremento medio anual de la altura:	$\bar{I}_h = 1,5$ m/año

Para comparar estas cifras con datos de combinaciones de laurel con pasto, laurel con maíz y laurel con café, véase la tercera parte de este trabajo ("Componente Laurel").

Datos de producción de cacao (ver Cuadros 2 y 3)

Parcelas 41-42-43-44 (cacao con laurel); datos desde junio de 1979 hasta marzo de 1981:

Cuadro 1. Valores promedios e incrementos de diámetro y altura de árboles de laurel asociados con cacao, plátano, gandul y maíz en el Ensayo Central de Plantas Perennes "La Montaña", a la edad de 3,5 años.

N° de parcela	Fecha de medición	Diámetro		Altura	
		promedio * \bar{i}_d^{**}	(cm/año)	promedio *	\bar{i}_h^{**}
		(cm)		(m)	(m/año)
41	20-10-78	6,1			
	28- 2-79	8,4		5,7	
	17-10-79	12,0	5,9 (1)	7,1	2,4 (2)
	2- 4-81	18,6	4,4 (1)	9,3	1,5 (1)
42	20-10-78	5,2			
	28- 2-79	7,6		5,3	
	17-10-79	10,9	5,7 (1)	6,9	2,7 (2)
	2- 4-81	16,4	3,7 (1)	8,9	1,3 (1)
43	20-10-78	4,4			
	28- 2-79	6,7		5,0	
	17-10-79	10,3	5,9 (1)	6,6	2,7 (2)
	2- 4-81	17,5	4,8 (1)	9,4	1,9 (1)
44	20-10-78	4,3			
	28- 2-79	6,2		4,2	
	17-10-79	9,5	5,2 (1)	5,6	2,4 (2)
	2- 4-81	16,0	4,3 (1)	8,0	1,6 (1)
PROMEDIOS	20-10-78	5,0			
	28- 2-79	7,2		5,1	
	17-10-79	10,7	5,7 (1)	6,6	2,6 (2)
	2- 4-81	17,1	4,3 (1)	8,9	1,6 (1)

* En base a 9 árboles/parcela (N = 278 árboles/ha)

** Valores calculados en base a un período de 18 meses (1) ó 7 meses (2)

$$(1) \quad \bar{i}_d = (\bar{d}_{2-4-81} - \bar{d}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18} \quad \text{y} \quad \bar{i}_h = (\bar{h}_{2-4-81} - \bar{h}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18}$$

$$(2) \quad \bar{i}_h = (\bar{h}_{17-10-79} - \bar{h}_{28-2-79}) \times \frac{12}{7}$$

Cuadro 2 Experimento Central de Plantas Perennes
Parcelas 41, 42, 43, 44
Promedio de 16 árboles/parcela = 363/ha
(Catongo x Pound 12)
Tamaño 12 x 12 m
Cacao + laurel (Cordia alliodora)

Parcela	Fecha de mediciones	Peso húmedo kg	Mazorcas	Chupones CH.W.*	Frutas jóvenes	Peso/maz. Mazorcas fruta + CH. W.*	% CH. W.*	Enfermedad rosada = <u>Corticium salmonicolor</u>	
41	Enero-Dic.79	7.750	52	100	288	1.184	0.149	340	85
	Enero-Dic.80	16.100	129	193	2.958	0.125	424	424	70
	Enero-Mar.81	8.350	66	66	113	779	0.127	179	63
Subtotales		32.200	247	359	696	4.821	$\bar{x}=0.131$	943	$\bar{x}=74$
42	Junio-Dic.79	1.950	14	72	70	537	0.139	84	83
	Enero-Dic.80	15.600	164	221	76	2.114	0.095	240	32
	Enero-Mar.81	6.380	49	176	158	663	0.130	107	54
Subtotales		41.480	227	469	304	3.314	$\bar{x}=0.105$	431	71
43	Junio-Dic.79	4.700	41	65	192	959	0.115	233	82
	Enero-Dic.80	15.925	158	315	150	2.413	0.101	308	49
	Enero-Mar.81	10.599	91	99	17	325	0.116	108	16
Subtotales		31.224	290	479	359	3.697	$\bar{x}=0.108$	649	$\bar{x}=55$
44	Junio-Dic.79	0.450	3	35	41	304	0.150	44	93
	Enero-Dic.80	13.850	124	128	309	1.746	0.112	433	71
	Enero-Mar.81	5.140	44	114	83	551	0.117	127	65
Subtotales		19.440	171	277	433	2.601	$\bar{x}=0.114$	604	$\bar{x}=72$
Totales		124.344	935	1.584	1.792	14.433	$\bar{x}=0.114$	2.627	$\bar{x}=68$

* CH. W. = Cherele Wilt

Cuadro 3 Experimento Central de Plantas Perennes
 Parcelas 45, 46, 47, 48
 Promedios de 16 árboles/parcela = 363/ha
 (Catonco x pound 12)
 Cacao + poró (Erythrina poeppigiana)
 Tamaño 12 x 12 m

Parcela	Fecha de mediciones	Peso húmedo kg	Mazorcas	Chupones	CH.W. [*]	Frutas jóvenes	Peso/maz. fruta	Mazorcas + Ch. W. [*]	CH. W. [*]	Enfermedad rosada = <u>Corticium salmonicolor</u>
45	Unio-Dic.79	4.950	39	54	359	1.263	0.127	398	90	
	Enero-Dic.80	20.185	180	178	170	2.640	0.112	350	49	1 árbol
	Enero-Mar.81	7.575	61	93	47	858	0.124	108	44	1 árbol
Subtotales		32.710	280	325	576	4.761	\bar{x} = 0.117	847	\bar{x} = 67	
46	Junio-Dic.79	0.375	4	126	147	716	0.094	151	97	
	Enero-Dic.80	16.350	136	175	299	2.930	0.120	435	69	no
	Enero-Mar.81	16.790	108	93	42	730	0.155	150	28	3 árboles
Subtotales		33.515	248	394	488	4.376	\bar{x} = 0.135	736	\bar{x} = 66	
47	Junio-Dic.79	3.710	35	64	51	564	0.106	86	59	
	Enero-Dic.80	19.180	160	150	117	2.679	0.120	277	42	1 árbol con Monilia, 1 talado
	Enero-Mar.81	10.285	82	48	43	951	0.125	125	34	1 árbol
Subtotales		33.175	277	262	211	4.194	\bar{x} = 0.120	488	\bar{x} = 43	
48	Junio-Dic.79	1.025	6	31	60	419	0.171	425	14	
	Enero-Dic.80	11.300	100	137	129	2.272	0.113	229	56	no
	Enero-Mar.81	11.950	81	47	75	1.000	0.148	156	48	no
Subtotales		24.275	187	215	264	3.691	\bar{x} = 0.130	810	\bar{x} = 33	
Totales		123.675	992	1.196	1.519	17.022	\bar{x} = 0.125	2.881	\bar{x} = 53	

* CH. W. = Cherville Wilt

Producción total de 4 parcelas de cacao (mazorcas): 124,3 kg (= peso húmedo)

Producción de frutos malos, de las 4 parcelas: 1.792 (= número)

Producción de chupones de las 4 parcelas: 1,584 (= número)

Porcentaje frutos malos con respecto a la producción total de mazorcas y frutos malos: 68%

Arboles enfermos: 2 árboles en total

Parcelas 45-46-47-48 (cacao con poró); datos desde junio de 1979 hasta marzo de 1981:

Producción total de 4 parcelas de cacao (mazorcas): 123,7 kg

Producción de frutos malos, de las 4 parcelas: 1,539 (= número)

Producción de chupones de las 4 parcelas: 1.196 (= número)

Porcentaje frutos malos con respecto a la producción total de mazorcas y frutos malos: 53%

Arboles enfermos: 7 árboles en total

Para obtener información más detallada acerca de estas parcelas, como producción de cacao, incrementos de árboles de cacao, aplicaciones de abono, herbicidas, etc., dirigirse al Departamento de Plantas Perennes del CATIE (Sr. Alfredo Paredes).

C. DISCUSION

No hay grandes diferencias en la producción de mazorcas de las parcelas 41-42-43-44 y 45-46-47-48. Pero en general, puede decirse que el cacao produce un poco mejor en asocio con poró, en comparación con su asocio con laurel. Por ejemplo, las parcelas 45-46-47-48 (cacao + poró) produjeron más mazorcas, con mayor peso, menos frutos malos y menos chupones. Es posible que la presencia de chupones influya en modo negativo sobre la producción de cacao, pero por otro lado, hay más árboles enfermos en las parcelas 45-46-47-48 (cacao + poró), la mayoría de los cuales tienen "enfermedad rosada" = *Corticium salmonicolor*, y otros tienen Monilia.

Hasta ahora, una gran influencia del laurel sobre la producción de cacao no es perceptible. Pero según de Geus (1973), la producción de cacao alcanza el nivel "normal" 4-5 años después de la siembra.

Para comparar los datos de producción de cacao en la literatura, con la producción de cacao en "La Montaña", es necesario convertir el peso húmedo a peso seco de cacao. Un porcentaje de humedad de 60% es un promedio muy usado.

En el año de 1980, la producción de cacao en las parcelas 41-42-43-44 (cacao + laurel) fue de 473,7 kilos de cacao verde por hectárea, igual a 189,5 kilos de cacao seco por hectárea. Para las parcelas 45-46-47-48 (cacao + poró) fue de 521,7 kilos de cacao verde = 208,7 kilos de cacao seco (10% más).

Según de Geus (1973), una producción de cacao seco de 224 kilos por hectárea en el segundo año después de la siembra es "normal", pero en el cuarto año se puede esperar una producción de 2.240 kilos secos por hectárea. Por lo tanto, no es posible sacar conclusiones en esta fase del ensayo.

D. LITERATURA CITADA

1. BEER, J. W. "CATIE-UNU Convenio" annual report 1980. Turrialba, Costa Rica. CATIE, 1980. 28 p.
2. COMBE, J. y GEWALD, N. J. eds. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Recursos Naturales Renovables, 1979. 357 p.
3. ENRIQUEZ, G. A. Central trial of perennial crops as compared with some annuals. In Workshop Agro-Forestry Systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica, March 1979. Proceedings. Edited by G. De las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. p.60.
4. CEUS, J. G., DE. Fertilizer guide for the tropics and subtropics. Centre d'Etude de L'Azote, Zurich, 1978. 773 p.
5. ROSERO, P. y GEWALD, N. J. Growth of laurel (*Cordia alliodora*) in coffee and cacao plantations and pastures in the Atlantic Region of Costa Rica. In Workshop Agro-Forestry Systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica, March 1979. Proceedings. Edited by G. De las Salas. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. p.205.

III. EVALUACION DEL CRECIMIENTO DE LAUREL
EN CUATRO DIFERENTES ASOCIACIONES EN EL ENSAYO CENTRAL "LA MONTAÑA"
CATIE, TURRIALBA

A. TRATAMIENTOS Y MEDICIONES DE LAS PARCELAS

Diseño del Ensayo Central

El experimento se estableció en el mes de setiembre de 1977 y durará hasta el año 1985. Las cuatro asociaciones diferentes de laurel, cada una con 4 repeticiones son:

Laurel (*Cordia alliodora*) asociado con:

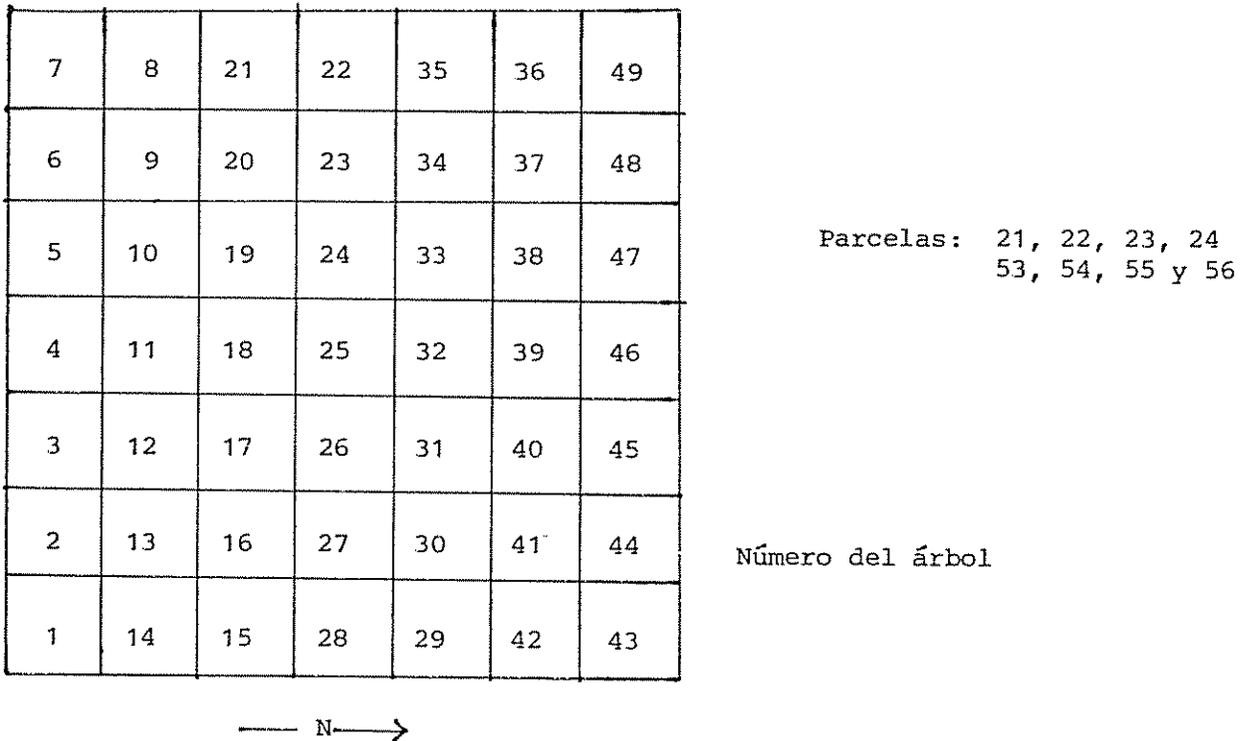
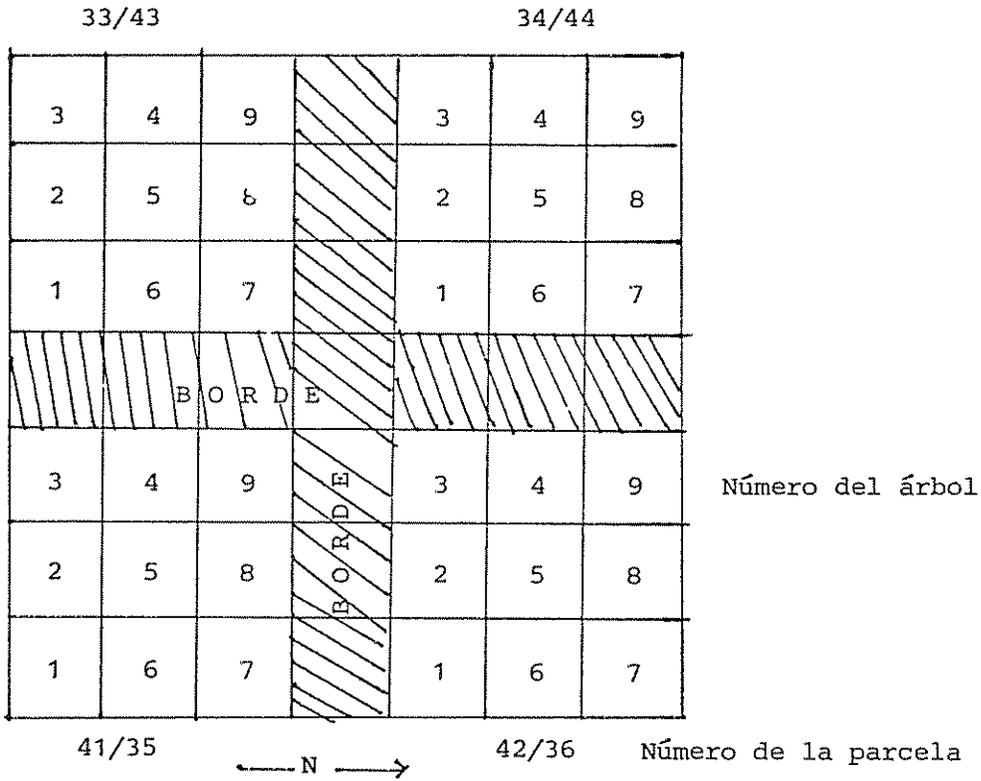
1. Café (*Coffea arabica* "híbrido de Timor") + plátano (*Musa sp.*) + frijol (*Phaseolus vulgaris*)
2. Cacao (*Theobroma cacao*) + plátano (*Musa sp.*) + gandul (*Cajanus cajan*) + maíz (*Zea mays*)
3. Maíz (*Zea mays*)
4. Pasto Estrella (*Cynodon plectostachyus*)

Se ha aplicado fertilizante en cada asociación (Ver Cuadro 1).

Los cultivos marcados con [1, ..., 4] se asociaron durante la fase inicial del ensayo solamente.

Cada parcela tiene una superficie de 18 x 18 m = 0,0324 hectárea, salvo las parcelas de laurel con maíz y con pasto que miden 21 x 21 m = 0,0441 ha.

Figura 1. Diseño de las parcelas, Ensayo Central, "La Montaña", CATIE.



Cuadro 1. Datos generales de las asociaciones del laurel "La Montaña"

Lote #	Asociación de laurel	Espaciamiento laurel (m)	Densidad laurel (arb./ha)	Fertilizante (Kg/ha/año)	Densidad cultivo (pl./ha)
33-36	Café	6 x 6	278	800	5.000
41-44	Cacao	6 x 6	278	667	1.111
53-56	Maíz	3 x 3	1.111 317*	si**	20.000
21-24	Pasto	3 x 3	1.111 363*	123	--

* Densidad después del raleo (Dic. 1980)

** Se desconoce la cantidad exacta (posiblemente la cantidad suministrada fue similar a la aplicada en las parcelas 21-24)

Para evitar diferencias en la influencia de la luz durante el año, las parcelas están orientadas de norte a sur. En las hileras de los árboles no se encuentran cultivos.

Mediciones

En cada parcela se ha medido:

1. El diámetro a la altura del pecho (d) en las siguientes fechas: 20/10/78, 28/2/79, 17/10/79 y 2/4/81 y también el 10/12/80 en las asociaciones con pasto y con maíz.
2. La altura total (h) en las fechas siguientes: 20/2/79, 17/10/79 y 2/4/81.

Todos los árboles de las asociaciones con pasto y con maíz se han medido, pero en las de café y de cacao, se han excluido los árboles del "borde" (véase Fig. 1).

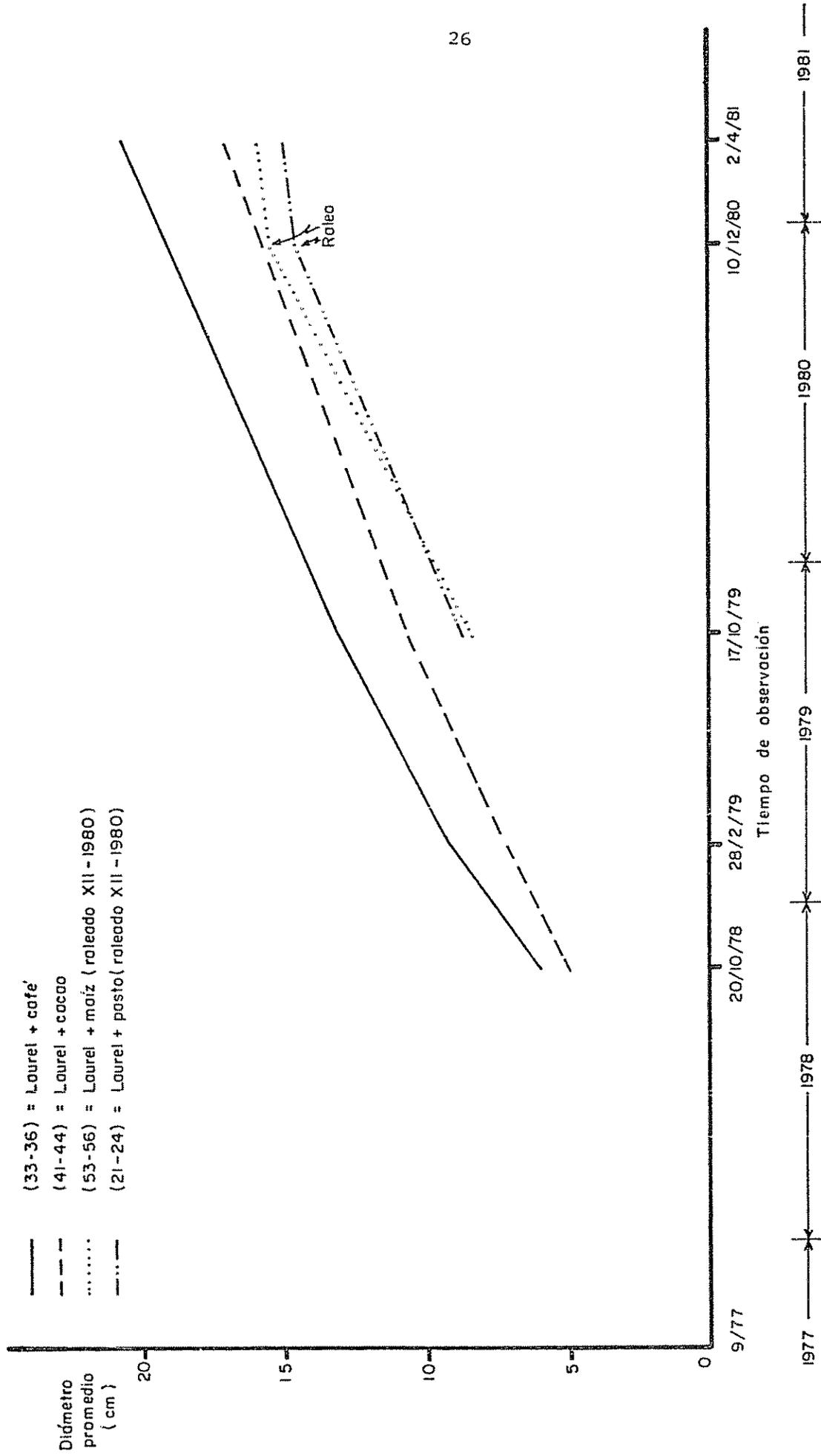


Fig. 2 Crecimiento en diámetro de Cordia alliodora, plantado en setiembre de 1977 bajo 4 tratamientos. Edad \pm 3.5 años. La Montaña, CATIE, Turrialba

En diciembre de 1980 se realizó un raleo selectivo de 70% aproximadamente, en las parcelas de laurel con pasto y con maíz, y quedaron 16 y 14 árboles por parcela, respectivamente.

C. RESULTADOS

En la asociación de laurel con pasto y con maíz, los resultados se dan en base a los 16 ó 14 árboles que quedaron después del raleo. Los resultados del laurel asociado con café y con cacao, son en base a los 9 árboles de cada parcela (sin borde).

Los incrementos del diámetro y de la altura son calculados en base a un período de 18 y 7 meses. El laurel tiene un período de crecimiento alto de junio a diciembre, por lo cual debe tenerse cuidado en la interpretación de estos datos.

Diámetro

La Figura 2 fue elaborada en base a los datos presentados en los Cuadros 2, 3, 4 y 5.

En las asociaciones de laurel con café, cacao, maíz y pasto, el diámetro promedio en abril de 1981 fue de 20,7, 17,1, 15,9 y 15,1 cm, respectivamente.

El incremento del diámetro (\bar{i}_d) del laurel con café tiene un promedio de 7,1 cm/año y disminuye a un promedio de 5,0 cm/año en el segundo período (vea Cuadro 2). El \bar{i}_d del laurel con cacao queda más o menos constante durante el período del 28/2/79 al 2/4/81, con valores de 5,7 y 4,3 cm/año, pero siempre es algo inferior al incremento del diámetro de laurel con café (vea Cuadro 3). En la figura 2 se puede observar que, durante el período del 17/10/79 al 10/12/80 el laurel asociado con maíz muestra un \bar{i}_d muy alto que disminuye después del raleo en diciembre de 1980; tiene un \bar{i}_d promedio de 4,9 cm/año. Basándose en los diámetros del laurel en fechas 17/10/79 y 2/4/81 resulta que el incremento del laurel asociado con maíz es casi igual al \bar{i}_d del laurel con café (vea Cuadro 4).

Cuadro 2. Valores promedios e incrementos de diámetro y altura de árboles de laurel asociados con café, frijol y plátano en el Ensayo Central de Plantas Perennes, "La Montaña", a la edad de 3,5 años.

N°de parcela	Fecha de medición	Diámetro promedio* (cm)	\bar{i}_d^{**} (cm/año)	Altura promedio* (m)	\bar{i}_h^{**} (m/año)
33	20-10-78	6,5			
	28- 2-79			5,6	
	17-10-79	14,7	8,2 (1)	7,2	2,7 (2)
	2- 4-81	23,1	5,6 (1)	9,7	1,7 (1)
34	20-10-78	6,7			
	28- 2-79			5,7	
	17-10-79	12,7 (1)	6,0 (1)	6,6	1,5 (2)
	2- 4-81	19,3 (1)	4,4 (1)	8,6	1,3 (1)
35	20-10-78	5,2			
	28- 2-79			5,4	
	17-10-79	13,3	8,1 (1)	7,2	3,1 (2)
	2- 4-81	20,8	5,0 (1)	9,4	1,5 (1)
36	20-10-78	5,6			
	28- 2-79			4,8	
	17-10-79	11,8	6,2 (1)	6,4	2,7 (2)
	2- 4-81	19,4	5,1 (1)	8,6	1,5 (1)
PROMEDIO	20-10-78	6,0			
	28- 2-79	9,2		5,4	
	17-10-79	13,1	7,1 (1)	6,9	2,5 (2)
	2- 4-81	20,7	5,0 (1)	9,1	1,5 (1)

* Promedios de 9 árboles/parcela (N = 278 árboles/ha)

** Valores calculados en base a un período de 18 meses (1) ó de 7 meses (2)

$$(1) \bar{i}_d = (\bar{a}_{2-4-81} - \bar{a}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18} \quad \text{y} \quad \bar{i}_h = (\bar{h}_{2-4-81} - \bar{h}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18}$$

$$(2) \bar{i}_h = (\bar{h}_{17-10-79} - \bar{h}_{20-2-79}) \times \frac{12}{7}$$

Cuadro 3. Valores promedios e incrementos de diámetro y altura de árboles de laurel asociados con cacao, plátano, gandul y maíz en el Ensayo Central de Plantas Perennes, "La Montaña", a la edad de 3,5 años.

N° de parcela	Fecha de medición	Diámetro promedio *	\bar{i}_d^{**}	Altura promedio*	\bar{i}_h^{**}
		(cm)	(cm/año)	(m)	(m/año)
41	20-10-78	6,1			
	28- 2-79	8,4		5,7	
	17-10-79	12,0	5,9	7,1	2,4 (2)
	2- 4-81	18,6	4,4 (1)	9,3	1,5 (1)
42	20-10-78	5,2			
	28- 2-79	7,6		5,3	
	17-10-79	10,9	5,7	6,9	2,7 (2)
	2- 4-81	16,4	3,7 (1)	8,9	1,3 (1)
43	20-10-78	4,4			
	28- 2-79	6,7		5,0	
	17-10-79	10,3	5,9	6,6	2,7 (2)
	2- 4-81	17,5	4,8 (1)	9,4	1,9 (1)
44	20-10-78	4,3			
	28- 2-79	6,2		4,2	
	17-10-79	9,5	5,2	5,6	2,4 (2)
	2- 4-81	16,0	4,3 (1)	8,0	1,6 (1)
PROMEDIO	20-10-78	5,0			
	28- 2-79	7,2		5,1	
	17-10-79	10,7	5,7	6,6	2,6 (2)
	2- 4-81	17,1	4,3 (1)	8,9	1,6 (1)

* Promedios de 9 árboles/parcela (N = 278 árboles/ha)

** Valores calculados en base a un período de 18 meses (1) ó 7 meses (2)

$$(1) \bar{i}_d = (\bar{d}_{2-4-81} - \bar{d}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18} \quad \text{y} \quad \bar{i}_h = (\bar{h}_{2-4-81} - \bar{h}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18}$$

$$(2) \bar{i}_h = (\bar{h}_{17-10-79} - \bar{h}_{28-2-79}) \times \frac{12}{7}$$

Cuadro 4. Valores promedios e incrementos de diámetro y altura de árboles de laurel antes y después del raleo, asociados con maíz y frijol en el Ensayo Central de Plantas Perennes, "La Montaña", a la edad de 3,5 años.

N° de parcela	Fecha de medición	Diámetro promedio* (cm)	\bar{i}_d^{**} (cm/año)	Altura promedio* (m)	\bar{i}_h^{**} (m/año)
53	2- 3-78			3,4	
	17-10-79	10,4		5,0	2,7 ⁽²⁾
	2- 4-81	18,0	5,1 ⁽¹⁾	8,8	2,5 ⁽¹⁾
54	2- 3-78			3,0	
	17-10-79	8,8		4,9	3,3 ⁽²⁾
	2- 4-81	15,7	4,6 ⁽¹⁾	7,8	1,9 ⁽¹⁾
55	2- 3-78			1,4	
	17-10-79	7,9		4,0	4,5 ⁽²⁾
	2- 4-81	15,1	4,8 ⁽¹⁾	6,8	1,9 ⁽¹⁾
56	2- 3-78			1,5	
	17-10-79	6,8		3,8	3,9 ⁽²⁾
	2- 4-81	14,6	5,2 ⁽¹⁾	7,3	2,3 ⁽¹⁾
PROMEDIO	2- 3-78			2,3	
	17-10-79	8,5		4,4	3,6 ⁽²⁾
	2- 4-81	15,9	4,9 ⁽¹⁾	7,7	2,2 ⁽¹⁾

* Promedios de 14 árboles/parcela (N = 317 árb/ha)

** Valores calculados en base a un período de 18 meses (1) ó de 7 meses (2)

$$(1) \bar{i}_d = (\bar{d}_{2-4-81} - \bar{d}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18} \quad \text{y} \quad \bar{i}_h = (\bar{h}_{2-4-81} - \bar{h}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18}$$

$$(2) \bar{i}_h = (\bar{h}_{17-10-79} - \bar{h}_{2-3-79}) \times \frac{12}{7}$$

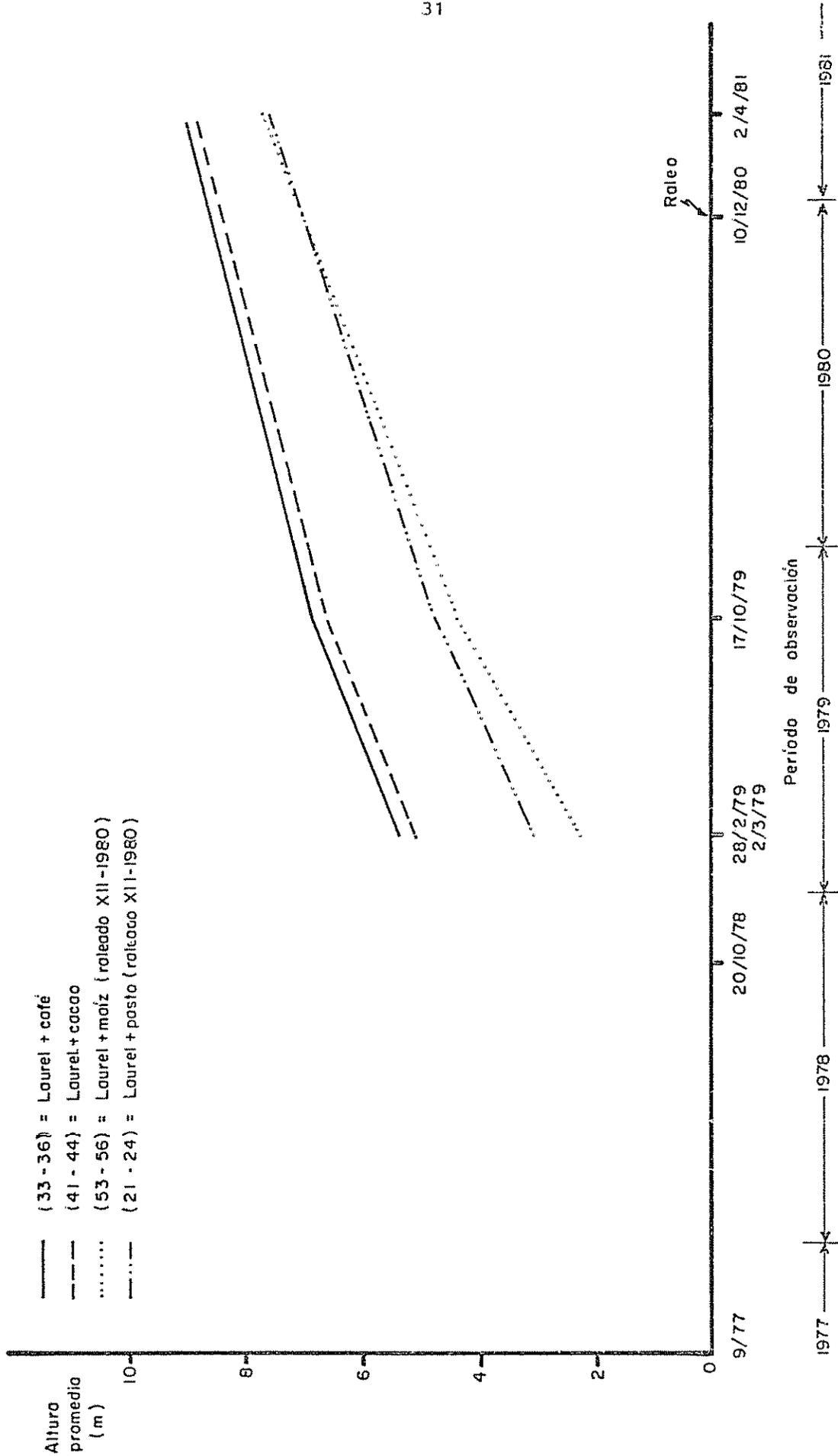


Fig. 3 Crecimiento en altura de *Cordia alliodora*, plantado en setiembre de 1977 bajo 4 tratamientos. Edad \pm 3.5 años. La Montaña, CATIE, Turrialba

Cuadro 5. Valores promedios e incrementos de diámetro y altura de árboles de laurel antes y después del raleo, asociados con pasto en el Ensayo Central de Plantas Perennes, "La Montaña", a la edad de 3,5 años.

N° Parcela	Fecha de medición	Diámetro promedio* (cm)	\bar{i}_d^{**} (cm/año)	Altura promedio* (m)	\bar{i}_h (m/año)
21	2- 3-79			3,7	
	17-10-79	9,8		5,2	2,6 ⁽²⁾
	2- 4-81	15,7	3,9 ⁽¹⁾	8,1	1,9 ⁽¹⁾
22	2- 3-79			3,8	
	17-10-79	8,9		5,0	2,1 ⁽²⁾
	2- 4-81	15,1	4,1 ⁽¹⁾	7,9	1,9 ⁽¹⁾
23	2- 3-79			3,0	
	17-10-79	9,3		4,6	2,7 ⁽²⁾
	2- 4-81	15,2	3,9 ⁽¹⁾	7,4	1,9 ⁽¹⁾
24	2- 3-79			1,9	
	17-10-79	7,0		4,4	4,3 ⁽²⁾
	2- 4-81	14,2	4,8	7,1	1,8 ⁽¹⁾
PROMEDIO	2- 3-79			3,1	
	17-10-79	8,8		4,8	2,9 ⁽²⁾
	2- 4-81	15,1	4,2 ⁽¹⁾	7,6	1,9 ⁽¹⁾

* Promedios de 16 árboles/parcela (N = 363 árb/ha)

** Valores calculados en base a un período de 18 meses (1) ó de 7 meses (2)

$$(1) \bar{i}_d = (\bar{d}_{2-4-81} - \bar{d}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18} \quad \text{y} \quad \bar{i}_h = (\bar{h}_{2-4-81} - \bar{h}_{17-10-79}) \times \frac{12}{18}$$

$$(2) \bar{i}_h = (\bar{h}_{17-10-79} - \bar{h}_{2-3-79}) \times \frac{12}{7}$$

El laurel asociado con pasto muestra también una disminución del \bar{i}_d después del raleo y tiene un valor promedio de 4,2 cm/año (vea Cuadro 5).

Altura (Ver Fig. 3, Cuadros 2, 3, 4 y 5)

En las asociaciones de laurel con café, cacao, maíz y pasto, la altura promedio en abril de 1981 fue de 9,1; 8,9; 7,7 y 7,6 m, respectivamente.

El incremento de la altura (\bar{i}_h) del laurel con maíz es el más alto tanto en el primer período de observación (2/3/79 - 17/10/79) -con un promedio de 3,6 m/año- como en el segundo período (17/10/79 - 2/4/81), con un promedio de 2,2 m/año.

El \bar{i}_h del laurel con pasto es un poco más alto (2,9 y 1,9 m/año) que el del laurel con café (2,5 y 1,5 m/año, respectivamente) y que el del laurel con cacao (2,6 y 1,6 m/año).

Los incrementos en altura del laurel asociado con café y con cacao son muy parecidos.

Relación entre diámetro y altura

En las Figuras 4, 5, 6 y 7 se presentan las nubes de puntos que representan los datos de campo en cuanto a altura y diámetro.

Se prepararon "scatterplots" y se realizó una regresión lineal múltiple (versión HJP 6/10/80) para determinar la fórmula de la línea que mejor se ajustaba a los valores de d y h observados. Para las cuatro asociaciones la correlación entre d^2/h , d^2 y d era la mejor, o sea que tenían el mismo tipo de curva de regresión, pero con coeficientes distintos. Las fórmulas que relacionan la altura con el diámetro del laurel en las diferentes asociaciones son las siguientes:

$$\text{Laurel + café: } 1/h = \frac{1,57093}{d^2} + \frac{1,13481}{d} + 0,00566467 \quad (R^2 = 0,97)$$

$$\text{Laurel + cacao: } 1/h = \frac{8,49956}{d^2} + \frac{0,807559}{d} + 0,00660473 \quad (R^2 = 0,96)$$

$$\text{Laurel + pasto: } 1/h = \frac{58,0786}{d^2} + \frac{1,82732}{d} + 0,00373421 \quad (R^2 = 0,88)$$

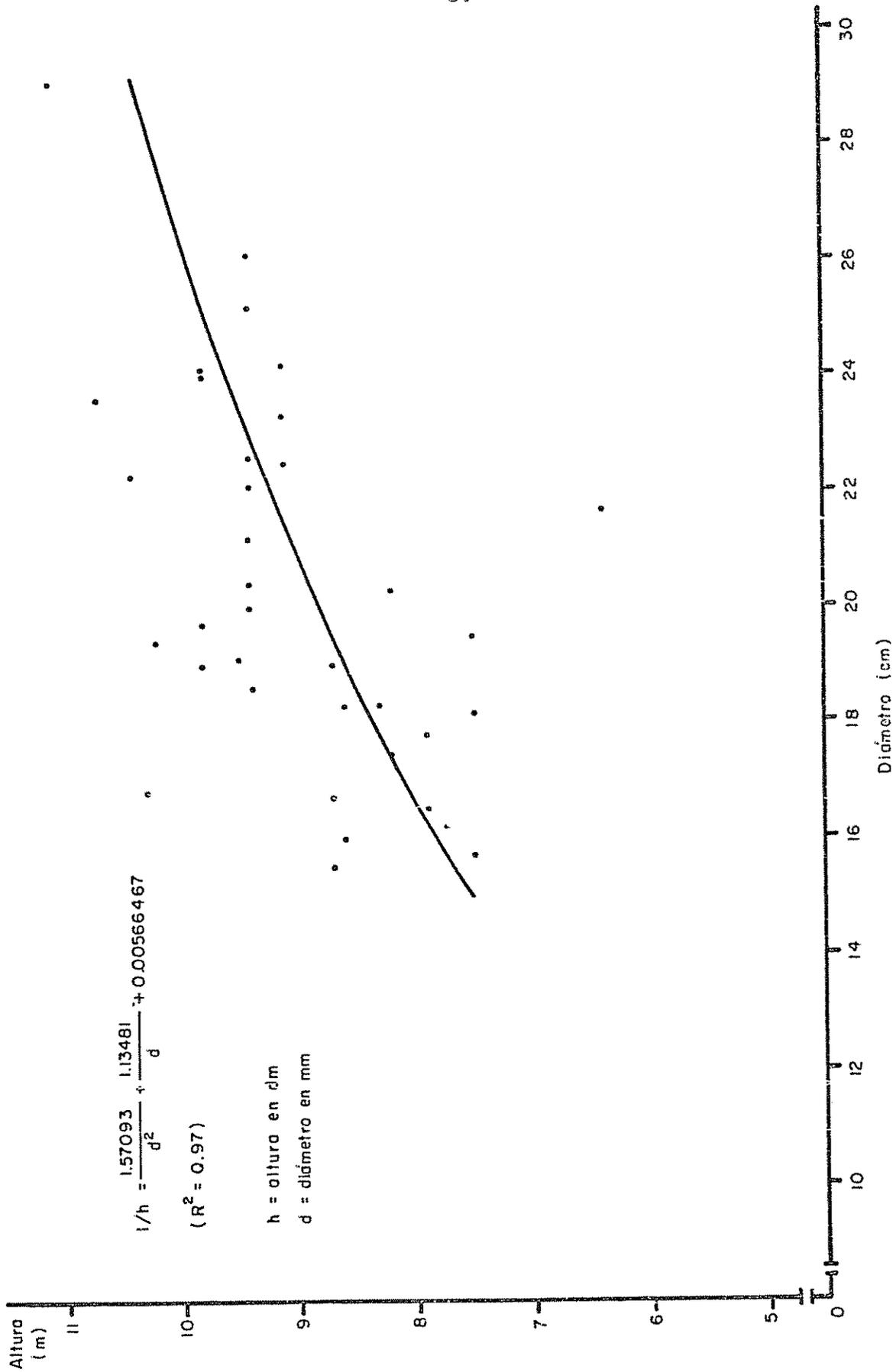


Fig. 4 Relación diámetro-altura promedio a 3.5 años de edad de laurel (*Cordia alliodora*) asociado con café (*Coffea arabica*) (# 33, 34, 35 y 36) en base a 4 x 9 árboles Ensayo central de plantas perennes, La Montaña, CATIE. 4/1981

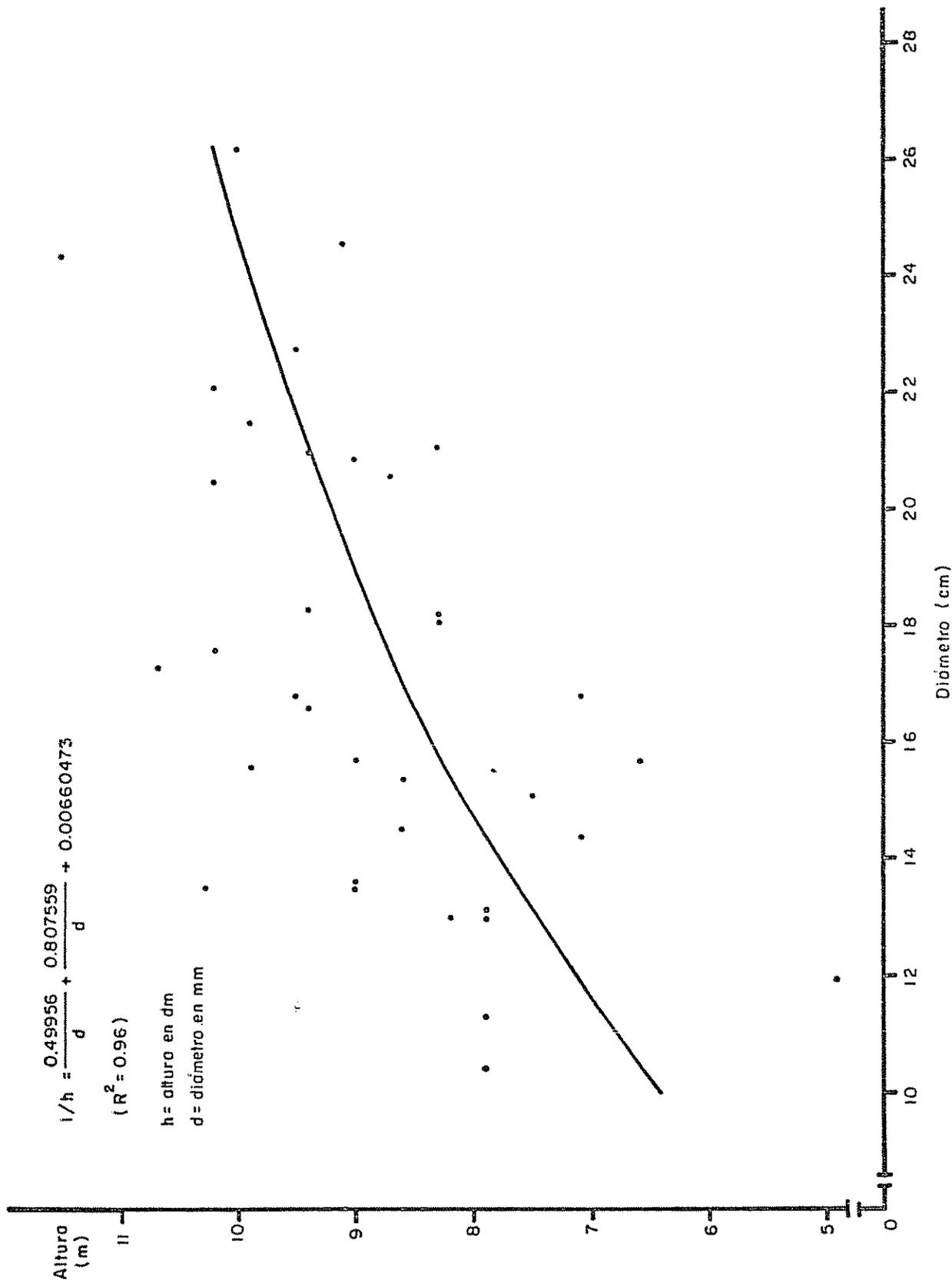


Fig. 5 Relación diámetro-altura promedio a 3.5 años de edad de laurel (*Cordia alliodora*) asociado con cacao (*Theobroma cacao*) (# 41, 42, 43 y 44) en base a 4 x 9 árboles. Ensayo central de plantas perennes, La Montaña, CATIE. 4/1981

$$\text{Laurel} = \text{maíz: } 1/h = \frac{14.4716}{d^2} + \frac{0.945578}{d} + 0.00650320 \quad (R^2 = 0,85)$$

(h en dm, d en mm)

Las curvas para las asociaciones con café, maíz y pasto se parecen mucho, mientras que la curva que relaciona el diámetro con la altura de laurel asociado con cacao (y poró!) resultó un poco más alta.

D. DISCUSION

Las curvas de regresión que representan la relación diámetro-altura promedio son muy parecidas y es posible usar la misma curva de regresión para laurel con café, con maíz y con pasto. Sin embargo, la curva del laurel con cacao es un poco más alta que las otras, aunque la diferencia no es mucha. En otras palabras, los árboles de asociaciones diferentes tienen la misma forma. Por lo tanto, se puede decir que no son las características genéticas sino el manejo (fertilizantes, asociaciones diferentes, etc.) del laurel lo que causa las diferencias en incremento. Hasta ahora, el crecimiento del laurel en este ensayo es el máximo que se ha podido observar en la zona de Turrialba.

Si se comparan los datos del diámetro promedio y altura promedio con los de la literatura (véase Cuadro 6) se puede notar que el diámetro promedio y la altura promedio de los ensayos en "La Montaña", son muy altos. La buena calidad de los suelos, el buen drenaje y el manejo intensivo en "La Montaña" (muchas aplicaciones de fertilizantes y herbicidas, cultivos de la tierra, etc.) son las causas principales.

Quizás los diámetros y las alturas promedios del laurel con café y con cacao son tan altos porque estas parcelas han recibido una fuerte aplicación de fertilizante (800 y 667 kg/ha/año, respectivamente), en comparación con las parcelas de laurel con pasto (solamente 123 kg/ha/año). No se sabe si el sistema radicular del café ejerce una competencia menos fuerte que el del pasto, porque faltan datos en la literatura al respecto.

Los incrementos del diámetro y de la altura del laurel en las parcelas con maíz son los más altos, pero no es posible explicar el porqué, dado que faltan datos específicos del manejo de este ensayo (cantidad de fertilizante, laboreo del suelo, etc.).

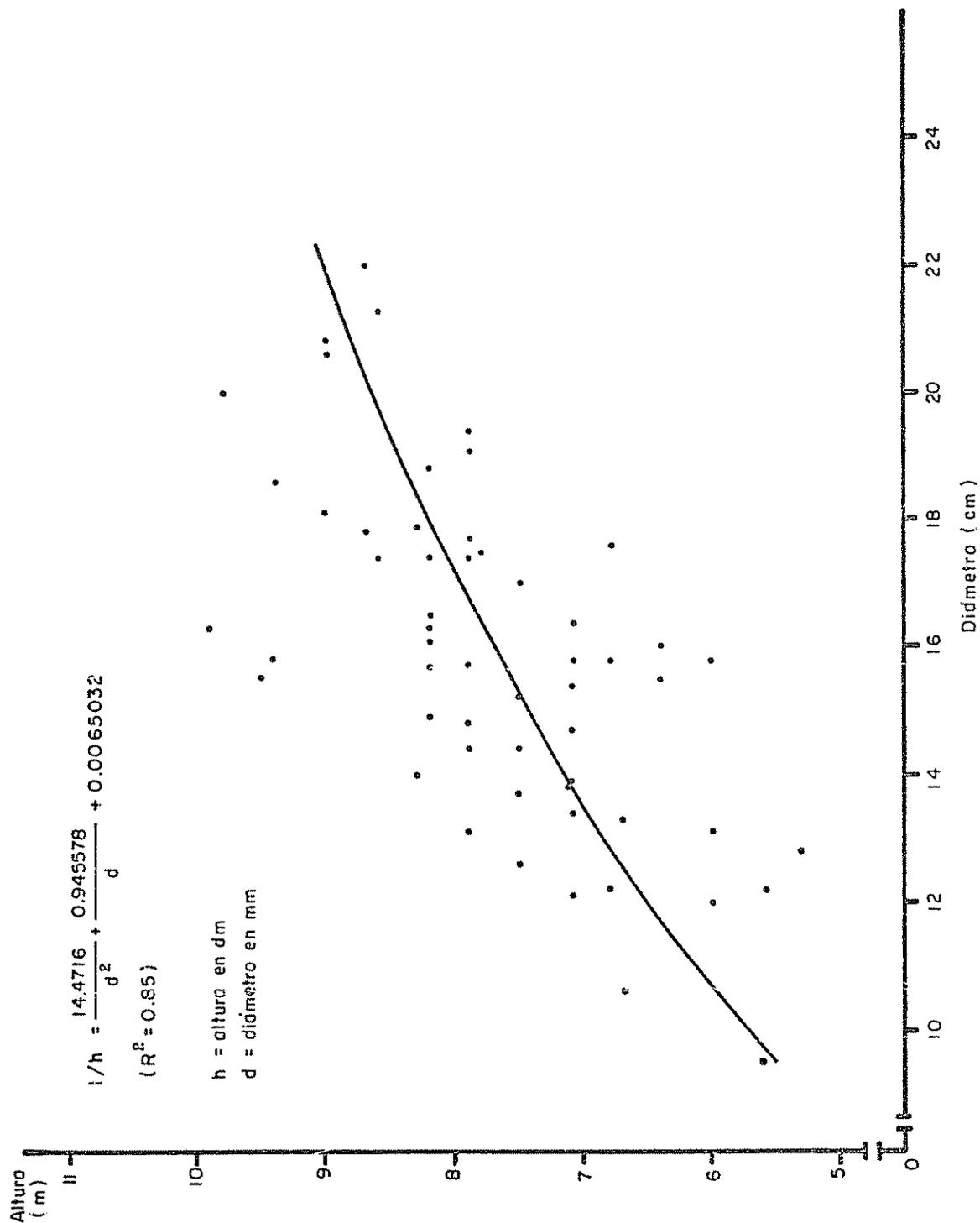


Fig. 6 Relación diámetro -altura promedio a 3.5 años de edad de laurel (*Cordia alliodora*) asociado con maíz (*Zea mays*) (#53, 54, 55 y 56) en base a 4 x 14 árboles. Ensayo central de plantas perennes, La Montaña, CATIE. 4/1981

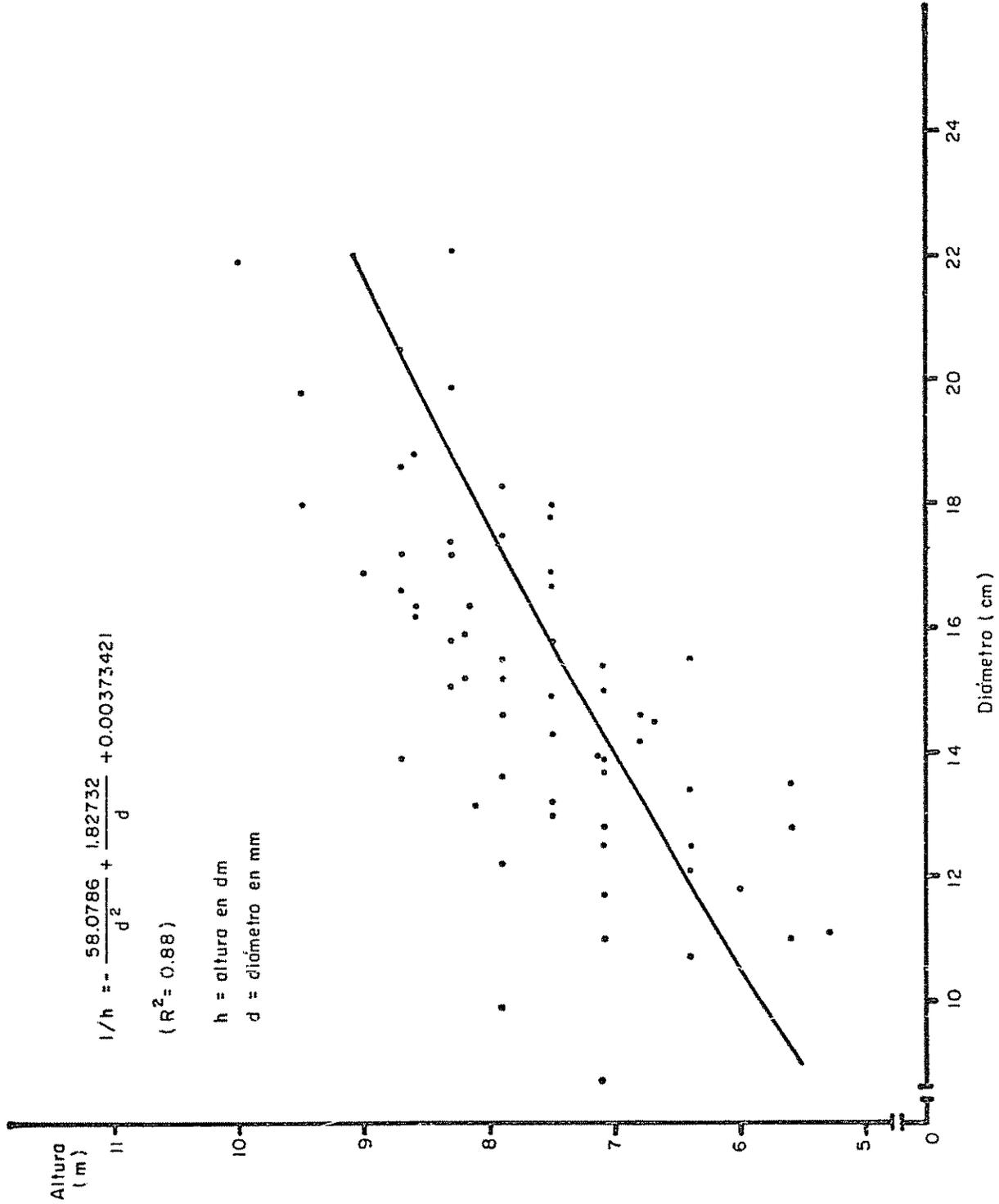


Fig.7 Relación diámetro - altura promedio a 3.5 años de edad de laurel (*Cordia alliodora*) asociado con pasto (*Cynodon plectostachyus*) (# 21, 22, 23 y 24) en base a 4 x 16 árboles
 Ensayo central de plantás perennes, La Montaña, CATIE, 4/1981

Mauro Muñoz (1975) ha examinado la influencia del maíz y del fertilizante sobre el crecimiento del laurel y concluye que el maíz tuvo una influencia más positiva (pero insignificante) que el fertilizante. Indica que es posible que la cantidad del fertilizante no fue suficiente (250 kg/ha/año) para tener una influencia notoria. Entonces, es posible que la asociación con maíz sea la causa del alto incremento del laurel en la asociación con el maíz.

En los ensayos de UNU/CATIE en La Suiza (Beer, 1979) se encontró que el incremento del laurel en las plantaciones de café fue más alto que el del laurel con pasto. Esta diferencia podría deberse al mejor manejo del suelo en cafetales y a la compactación del suelo por el ganado, en las capas del suelo donde está concentrado el sistema radicular del laurel.

No se encuentra ganado en las parcelas de laurel con pasto en el Ensayo Central en "La Montaña", por lo tanto, debe tenerse cuidado si se quieren comparar datos de este ensayo con los de otros ensayos de laurel con pasto.

Gewald y Rosero (1979) indican que una densidad adecuada del laurel en asociación es de 100 árboles por hectárea a una edad de 15 años.

Según Beer (1979) la densidad óptima parece estar entre 100 y 200 árboles de laurel por hectárea, correspondiendo a árboles maduros y brinzales, respectivamente.

Entonces, si se consideran los crecimientos muy altos del laurel en "La Montaña" y se comparan las densidades de todas las parcelas con las de laurel sobre café, cacao y pasto en la literatura (véase Cuadro 7), se puede notar que las densidades en "La Montaña" no son demasiado altas. Además las copas aún no se han cerrado.

Sin embargo, uno de los objetivos principales del Ensayo Central de Plantas Perennes es comparar los sistemas agrícolas de plantas perennes. Por lo tanto, se recomienda (Romijn & Wilderink, 1981) disminuir la sombra del laurel sobre café, porque éste tiene una producción más baja de frutos en comparación con el café bajo poró (*Erythrina poeppigiana*).

Enríquez (1979) asumió que el laurel con un espaciamiento de 6 x 6 m no

Cuadro 6. Datos del laurel asociado con café, maíz o pasto.

Ubicación	Laurel con:	Densidad laurel (árbo./ha)	Diámetro promedio (cm)	Altura promedio (m)	Edad (años)	Bibliografía
La Suiza	Café	242	16,9	13,0	3- 7	1
La Suiza	Café	275	23,1	--	5-15	1
Bajo San Lucas	Maíz	1,600	6,4	5,0	4	2
La Suiza	Pasto*	114	22,7	17,1	15	1

* 0,5 ganado/ha

Cuadro 7. Densidades del laurel en diferentes asociaciones y edades según Beer (1979), Rosero y Gewald (1979).

Ubicación	Asociación del laurel	Densidad del laurel (árboles/ha)	Edad (años)
Siquirres	RN* + cacao	176	17-22
Cahuíta	RN* + pasto	150	20-25
Home Creek	RN* + cacao	100	22-27
Bajo Chino	RN* + café	228**	17
La Suiza	RN* + pasto	114	15
La Suiza	RN* + café	242	3-7

* Regeneración natural

** Se considera demasiado alta

necesita raleo en sus primeros ocho años y que es la duración del ensayo.

Recientemente se ha comprobado que insectos atacaban los fustes de *Terminalia ivorensis* en un ensayo agroforestal en Florencia Sur, CATIE. Se piensa que los árboles son tan susceptibles al ataque de estos insectos, debido a su muy rápido crecimiento. Tal vez lo mismo puede suceder en el caso de los laureles en "La Montaña" porque tienen también un crecimiento muy rápido. Una poda fuerte de los árboles puede impedir su crecimiento y tal vez disminuir la probabilidad de un ataque.

En el ensayo 1 en La Suiza (Beer 1979 a-b) la densidad del laurel sobre el café también es un poco alta (véase Cuadro 7) pero en este cafetal se podan los árboles desde su cuarto año hasta una altura de 7,5 m aproximadamente, y los árboles tienen edades y tamaños diferentes, de modo que muy probablemente, no hay exceso de sombra para el café.

Romijn y Wilderink (1981) mencionan dos posibilidades para disminuir la sombra del laurel en las parcelas del café.

1. Una poda a fin de no ralear árboles que no son comerciales todavía y luego se puede realizar un raleo más comercial.
2. Un raleo selectivo para una distribución uniforme de los árboles. Los árboles raleados no son comerciales, Complicará el análisis de futuros datos.

Los árboles deben cortarse en dirección norte a sur, de modo que causen un daño mínimo a las plantas de café.

Aún no se puede decir si la densidad del laurel asociado con cacao es demasiado alta y por lo tanto, si tiene una influencia adversa en la producción de cacao. El cacao todavía es demasiado joven para demostrar una producción normal y para comparar con la producción de cacao bajo poró.

Como faltan los datos de producción de pasto y maíz bajo laurel, tampoco fue posible decir si la densidad del laurel de estas asociaciones es demasiado alta.

Todos los laureles tienen la misma forma porque las curvas de regresión

son parecidas. Entonces no son las características genéticas sino es el mane
jo lo que causa los incrementos diferentes.

El crecimiento promedio del laurel en "La Montaña" es muy alto y hasta ahora el máximo que se ha podido observar en la literatura sobre plantaciones jóvenes de esta especie. La buena calidad del suelo y el buen manejo en "La Montaña" podrían ser las causas principales.

El diámetro y la altura promedio del laurel asociado con café y con cacao, son más altos que los del laurel asociado con pasto y con maíz. Las aplicaciones fuertes de fertilizante pueden ser la causa principal.

El laurel asociado con maíz tiene los mayores incrementos en diámetro y en altura. No fue posible indicar una posible causa ya que faltan datos acerca de este ensayo.

Para obtener resultados de laurel más confiables, se necesita usar parce
las más grandes que 18 x 18 m, para que queden más árboles si se excluyen los árboles de los bordes.

Bien que los laureles tienen un incremento muy alto y sus copas aún no se cierran, se recomienda una poda o un raleo selectivo en las parcelas de café por las siguientes razones:

1. El café no produce bien con una sombra tan fuerte
2. Un desarrollo tan rápido de los laureles podría aumentar la susceptibilidad a plagas o enfermedades.

Es necesario medir diámetros y alturas al momento de realizar un raleo, de modo que se pueda calcular el cambio en área basal, diámetro promedio y el volumen raleado.

Se recomienda medir anualmente los diámetros y las alturas en abril y oc
tubre, con el fin de obtener datos que permitan la elaboración más exacta de las curvas de crecimiento en diámetro y en altura. El Programa de Plantas Peren
nes podrá seguir coordinando tales mediciones con técnicos del Programa de Re
cursos Naturales Renovables.

D. LITERATURA CITADA

1. BEER, J. W. *et al.* A case study of traditional agro-forestry practices in a wet tropical-zone: the "La Suiza" project. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979a. 28 p. (en español)
2. _____ . The UNU/CATIE "La Suiza" agro-forestry case study. In Workshop Agro-forestry Systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica, March 1979. Proceedings. Edited by G. De las Salas, Turrialba, CATIE, 1979b. pp.188-192.
3. COMBE, J. y GEWALD, N. J. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1979. 378 p.
4. ENRIQUEZ, G. A. Central trial of perennial crops as compared with some annuals. In Workshop Agro-forestry Systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica, March 1979. Proceedings. Edited by G. De las Salas. Turrialba, CATIE, 1979. pp. 193-197.
5. MUÑOZ ALDEAN, M. Comportamiento inicial del laurel (*Cordia alliodora* (R & P) Oken) plantado en asocio con maíz (*Zea mays*) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sc., Turrialba, Costa Rica, CATIE/UCR, 1975. 20 p.
6. ROMIJN, M. y WILDERINK, E. Evaluación preliminar de los sistemas agro-forestales del ensayo central "La Montaña". I. Componente café. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1981. p. 4.
7. ROSERO, P. y GEWALD, N. J. Growth of laurel (*Cordia alliodora*) in coffee and cacao plantations and pastures in the Atlantic region of Costa Rica. In Workshop Agro-forestry Systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica, March 1979. Proceedings. Edited by G. De las Salas, Turrialba, CATIE, 1979. pp. 205-209.