



**Dimensiones, volúmenes  
y crecimiento de  
*Cordia alliodora*  
en sistemas agroforestales**



Serie Técnica  
**BOLETIN TECNICO No.16**

# **Dimensiones, volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales**

Eduardo Somarriba y  
John Beer

La publicación de este material ha sido financiada con fondos de la Fundación W. K. Kellogg, como parte del Proyecto de Capacitación Agropecuaria en el Istmo Centroamericano.



CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA  
Turrialba, Costa Rica, 1986

El CATIE es una asociación civil sin fines de lucro, autónoma, con carácter científico y educacional, que realiza, promueve y estimula la investigación, la capacitación y la cooperación técnica en la producción agrícola, animal y forestal, con el propósito de brindar alternativas a las necesidades del trópico americano, particularmente en los países del Istmo Centroamericano y de las Antillas. Fué creado en 1973 por el Gobierno de Costa Rica y el IICA. Acompañando a Costa Rica, como socio fundador, han ingresado Panamá en 1975, Nicaragua en 1978, Honduras y Guatemala en 1979 y República Dominicana en 1983.

© 1986. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza.

**ISBN 9977-57-000-0**

---

634.973931

S693

Somarriba Eduardo

Dimensiones volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales/Eduardo Somarriba y John Beer. --Turrialba, C. R. : Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, 1986. 28 p. ; 24 cm. --(Serie técnica. Boletín técnico no. 16)

ISBN 9977-57-000-0

1. *Cordia alliodora* I. Beer, John II. CATIE Título IV. Serie

## CONTENIDO

<b>Abstract</b> .....	5
<b>Compendio</b> .....	5
DIMENSIONES, VOLUMENES Y CRECIMIENTO DE <i>Cordia alliodora</i> EN SISTEMAS AGROFORESTALES .....	
<b>Introducción</b> .....	7
<b>Métodos</b> .....	8
Áreas de estudio .....	8
Sitios para parcelas permanentes .....	8
Selección de los árboles .....	9
Mediciones .....	10
Análisis de datos .....	10
<b>Resultados</b> .....	11
Relaciones <i>dap-h</i> .....	11
Volumetría .....	11
Epidometría .....	14
Mediciones en parcelas permanentes .....	14
Dendrocronología .....	14
<b>Discusión</b> .....	17
Relaciones <i>dap-h</i> .....	17
Volumetría .....	17
Epidometría .....	17
Mediciones periódicas en parcelas permanentes .....	17
Dendrocronología .....	18
<b>Conclusiones</b> .....	19
<b>Literatura citada</b> .....	20

## ABSTRACT

In Central America, combinations of the timber tree *Cordia alliodora* with coffee (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*) and sugar cane (*sacharum officinarum*) or pastures, are amongst the best examples of traditional agroforestry. Growth data, taken annually for 5-8 years in 12 permanent agroforestry sample plots, together with annual ring counts of basal discs and stem volume measurements of felled *C. alliodora*, were analysed to determine if the factors site and associated crop affect the following four relationships: diameter (*d.b.h.*)-height (*h*); *d.b.h.*-age (*E*); *d.b.h.* - overbark total stem volume (*Vt*); *Vt-E*. These two factors had no influence on the *d.b.h.-h* relationship. The permanent plot measurements indicated that *d.b.h.* growth rates increased in this order: pasture, sugar cane, coffee, cacao, but the ring growth analysis did not detect any significant differences. The real commercial volume (*VCR*) obtained by farmers is only 64% of *Vt*. A double entry volume table for *Vt* is presented as well as the average form factor for *Vt* (0.425) and *VCR* (0.272). On average, predicted growth rates are 3 cm/yr to age 5, 2 cm/yr between ages 5 and 10, and a *d.b.h.* of 55 cm after 34 years, which was calculated to be the optimal biological rotation. Considering the average *C. alliodora* densities reported in this study (68-290 trees/ha), such a rotation would give a *Vt* of 298-690 m<sup>3</sup>/ha and a *VCR* of 191-442 m<sup>3</sup>/ha but if silviculture were improved, the *VCR* could be considerably increased.

## COMPENDIO

En América Central, las combinaciones de la especie maderable laurel (*Cordia alliodora*) con cafetos (*Coffea arabica*) y plantas de cacao (*Theobroma cacao*) con caña de azúcar (*Sacharum officinarum*) o con pasturas constituyen los mejores ejemplos de la agroforestería tradicional. Los datos de crecimiento del laurel, tomados anualmente durante un período de 5 a 8 años en 12 parcelas agroforestales permanentes, así como los recuentos anuales hechos de los discos basales y las mediciones volumétricas de árboles derribados, fueron analizados para determinar si los factores localidad y cultivo asociado tienen efecto en las siguientes cuatro interrelaciones: diámetro-altura (*dap-h*); diámetro-edad (*dap-E*); diámetro-volumen total con corteza (*dap-Vt*); y volumen total-edad (*Vt-E*). Se constató que estos últimos dos factores no tuvieron efecto sobre la relación *dap-h*. Las mediciones efectuadas en las parcelas permanentes indicaron que las tasas de crecimiento del diámetro aumentaron en este orden: pasturas, caña de azúcar, café y cacao, pero el análisis del crecimiento de los anillos no mostró diferencias significativas. El volumen comercial real (*VCR*) que obtienen los productores es solamente un 64% del volumen total (*Vt*). Se presenta una tabla de doble entrada para *Vt*, así como también una estimación promedio para los factores *Vt* (0.425) y *VCR* (0.272). En promedio, las tasas de crecimiento predichas son de 3 cm/año, en árboles de 5 años; 2 cm/año, entre las edades 5 y 10 años; y un *dap* de 55 cm después de 34 años, edad que corresponde a la rotación biológica óptima. Al considerar las densidades promedio de *C. alliodora* mencionadas en el presente estudio (68-290 árboles/ha), esa rotación representa un *Vt* de 298-690 m<sup>3</sup>/ha; pero, si se mejoraran las prácticas silviculturales, el *VCR* podría aumentar considerablemente.

## **AGRADECIMIENTOS**

El estudio fue financiado por la Universidad de las Naciones Unidas (UNU), a través de un proyecto cooperativo para la investigación y la enseñanza de la agroforestería, iniciado en el CATIE en 1977. Los autores agradecen los comentarios de John Palmer, David Boshier, Gerardo Budowski, Rodolfo Salazar y Charles Briscoe; agradecen igualmente a Paulo Dittel y a los becarios del proyecto UNU/CATIE, por su asistencia en los trabajos de campo, a Marjorie de Fernández, por su trabajo mecanográfico y a Mario Gutiérrez y Jaime Rojas, por la revisión editorial y el diseño y producción de la publicación.

# Dimensiones, volúmenes y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales

## INTRODUCCION

Los sistemas agroforestales tienen una larga historia de manejo tradicional; existen, por lo tanto, muchos conocimientos empíricos sobre su manejo. El conocimiento técnico de la productividad biológica y económica de los cultivos es bastante amplio, pero es necesario dedicar más esfuerzos al estudio de los árboles (Beer, 1984). En este trabajo se estudiaron las dimensiones, volumetría de tallos y crecimiento de los árboles de laurel (*Cordia alliodora*) presentes en plantaciones de café (*Coffea arabica*), cacao (*Theobroma cacao*), caña de azúcar (*Saccharum officinarum*) y en pastizales.

Los árboles de laurel presentes en estos sistemas provienen de regeneración natural. Los finqueros regulan sus densidades en base al manejo del cultivo pero no ejercen ningún control silvicultural. Los propietarios toleran los árboles de laurel porque su madera es valiosa; además, crecen rápidamente, tienen copa pequeña y poco densa, presentan abundante regeneración natural y se autopodan, aún en campo abierto. También los toleran debido a que constituyen una reserva de capital que puede utilizarse cuando fallan los cultivos (Beer, 1980) o en otras eventualidades.

En Costa Rica, en plantaciones de café con manejo tradicional, los árboles de laurel forman un segundo estrato de sombra, encima de un primer nivel constituido por leguminosas arbóreas (p.e. *Inga* spp., *Erythrina* spp.) que son sometidas a podas regulares severas. En plantaciones de cacao, los árboles de laurel, en combinación con otras especies como *Cedrela odorata* o *Erythrina poeppigiana*, forman el único estrato de sombra de la plantación. Este estrato es podado pocas veces. Los árboles de laurel ingresan en los pastizales en las primeras etapas del establecimiento del cultivo, o cuando un manejo inadecuado permite cierto grado de avance de la sucesión forestal secundaria. En algunos casos, los árboles son remanentes de un cambio en el uso de la tierra (p.e. de café o cacao con sombra, a pastos o a caña).

La asociación temporal de árboles de laurel con cultivos anuales es una alternativa de reforestación biológicamente factible y económicamente ventajosa, en comparación con plantaciones forestales puras (Aguirre, 1963; Raigosa, 1968; Muñoz, 1975; Vega, 1978). En asociaciones con cultivos perennes y en pastizales, los árboles de laurel contribuyen al control de la erosión (Bermúdez Méndez, 1980), elevan la rentabilidad económica de los cafetales (González, 1980; Glover, 1981; Rodríguez, 1982) y mejoran el ciclo de nutrientes (Alpizar *et al.*, 1984; Glover y Beer, 1986).

## METODOS

### Areas de estudio

Los estudios se hicieron en fincas privadas localizadas en el Cantón de Turrialba y en la Provincia de Limón, Costa Rica.

Los sitios de estudio en el Cantón de Turrialba se encuentran entre los 600 y los 750 m.s.n.m. en la zona de vida de bosque premontano muy húmedo (Holdridge, 1978), con una temperatura media anual de 22°C (máxima promedio de 27°C y mínima de 18°C) y una precipitación media de 2600 mm/año, distribuidos en once meses lluviosos, de los cuales marzo es el único con menos de 100 mm. La diferencia entre la temperatura mensual promedio del mes más frío (enero) y el más cálido (marzo) es de 2°C. Los suelos son de origen volcánico, con un pH entre 5 y 6, y textura franco arcillosa. La mayoría de los suelos son de origen aluvial y otros descansan sobre lahares volcánicos, inestables y de fertilidad variable (Ibarra, *et al.*, 1970).

Localidades	Latitud Norte		Longitud Oeste	
Cantón Turrialba				
La Suiza	9°	52'	86°	36'
Bajo Chino	9°	52'	83°	39'
Provincia Limón				
Siquirres	10°	07'	83°	35'
Guápiles	10°	11'	83°	42'
Cahuita		09° 44'	83°	10'
Puerto Viejo		09° 38'	83°	15'

En la Provincia de Limón, las parcelas se ubicaron en dos zonas: 1) La zona Siquirres-Guápiles se encuentra entre los 50 y los 300 m.s.n.m., tiene una precipitación de 3000 a 4000 mm/año y una temperatura media anual de 25°C, con pocas oscilaciones mensuales. Los suelos son derivados de cenizas volcánicas en depósitos directos o aluviales, aunque existen áreas con suelos derivados de lavas andesíticas y piroclastos del Terciario. El pH oscila entre 4 y 6 (Pérez, *et al.*, 1979), 2) La zona Cahuita-Puerto Viejo es una franja costera ligeramente menos húmeda que la anterior, pero igualmente cálida, con suelos arenosos de origen aluvial. Ambas zonas se encuentran dentro de la zona de vida de bosque premontano muy húmedo, transición a basal (Holdridge, 1978).

### Sitios para parcelas permanentes

En el estudio se trató de incluir los ejemplos mejor manejados y con la más alta densidad de árboles de cada combinación agroforestal. Estos criterios



pretendían cubrir dos objetivos: 1) estudiar los ejemplos que podrían representar el máximo biológico- económico de cada combinación bajo manejo tradicional y 2) facilitar la evaluación de las posibles interacciones biológicas entre los árboles y los cultivos.

Las áreas no se estratificaron previamente (p.e. suelos) ni se trató de incluir muestras "representativas" del manejo tradicional. La selección de los "mejores ejemplos" restringe la extrapolabilidad de los resultados, ya que al excluir sitios con características extremas de suelo (p.e. mal drenaje, altos niveles de aluminio), manejo o clima, no es posible delinear bien las preferencias de sitio del laurel.

### Selección de los árboles

A pesar del reducido tamaño de los ejemplos disponibles (normalmente menos de 1 ha), en todos los casos se trató de incluir al menos 60 árboles en cada parcela. En minifundios cafetaleros esto requirió la inclusión de todos los árboles presentes, excluyendo los de la periferia. La explotación y la mortalidad natural durante el período de mediciones, redujeron el número final de árboles utilizados en los análisis (Cuadro 1).

Cuadro 1. Características de los sitios de estudio y datos de crecimiento periódico medio anual en *dap* (IPDAP) de árboles de laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas agroforestales, Costa Rica. Mediciones 1977-1985. Sitios 1-8 en Cantón de Turrialba, Sitios 9-12 en Provincia de Limón, Costa Rica.

Sitio	Cultivo asociado	N/ha		Arboles medidos	DAP (min-max)* cm	IPDAP (min-max) cm/año
		Cultivo	Laurel			
1	pasto	—	110	68	24(10-47)	0,4(0,0-1,3)
2	pasto	—	70	65	26( 8-49)	0,5(0,1-1,4)
3	caña	—	200	56	24( 9-42)	1,0(0,2-2,4)
4	caña	—	160	34	32(20-43)	0,5(0,1-1,3)
5	café	3700	260	67	20( 4-37)	1,8(0,5-3,6)
6	café	7300	290	74	23( 5-39)	0,9(0,2-1,8)
7	café	2800	120	62	36(26-48)	0,8(0,2-1,5)
8	café	4119	211	122	32(18-66)	0,9(0,1-2,9)
9	pasto	—	175	42	36(15-54)	0,7(0,1-1,7)
10	cacao	393	68	32	18( 6-39)	2,9(1,5-4,7)
11	cacao	483	166	26	36(18-48)	0,6(0,0-1,9)
12	cacao	407	76	26	35(24-46)	1,3(0,0-4,5)

\* Medición de 1980.

Las parcelas tienen formas irregulares y límites definidos por una línea imaginaria que discurre a lo largo de la distancia media entre los árboles más periféricos y los de muestreo ubicados inmediatamente hacia el centro del rodal. En plantaciones de caña y en pastizales, las parcelas incluyeron árboles que crecían en condiciones variables de densidad (40-290 árboles/ha). Los valores citados en este trabajo se refieren a los sitios de mayor densidad (Cuadro 1). Se excluyeron de las parcelas los árboles que crecían a orillas de caminos o aquellos adyacentes a campos con un uso agrícola diferente. Se elaboraron mapas detallados de cada parcela y se marcaron y midieron los árboles según las normas para parcelas permanentes (Synnott, 1979).

## Mediciones

Los diámetros a la altura del pecho (*dap*) y las alturas totales *h* se midieron cada año en la misma época durante un período que varió entre 5 y 8 años. El *dap* se midió con cinta y *h* con clinómetro Suunto. Los árboles se midieron de nuevo cuando, las mediciones de *h* para un mismo árbol, en años consecutivos, mostraron crecimientos mayores de 3 m o decrementos mayores de uno.

Los volúmenes se calcularon únicamente para los árboles no bifurcados, utilizando la fórmula de Smalian. En los árboles cuyos diámetros no fueron medidos hasta el ápice del tronco, el volumen de esta porción se estimó, aproximándolo al de un cono. Los volúmenes totales ( $V_t$ ), los volúmenes comerciales reales obtenidos por los propietarios (*VCR*) y los volúmenes comerciales esperados hasta diámetros de 25 cm (*VC1*) ó 30 cm (*VC2*), se calcularon en base a las mediciones de 166 árboles tumbados para comercialización, o como parte de raleos. El *dap* se midió antes de tumbar cada árbol; la altura comercial y el diámetro se midieron sobre el suelo en diferentes alturas del tronco con y sin corteza.

El número de anillos y los incrementos entre anillos se midieron en discos tomados a la altura de corte utilizada por los propietarios (0,5-1,0 m). Muchos de estos discos mostraban deformaciones en los últimos anillos debido al desarrollo de las raíces tablares. Esto obligó a excluir las mediciones de incrementos en los últimos cinco anillos. Para destacar los anillos se hicieron pruebas con fluoroglucinol, con terpentinas diluidas y con agua. El humedecimiento con agua produjo los mejores resultados.

El crecimiento radial se midió sobre cuatro radios perpendiculares. Para evitar la medición de anillos falsos y para asegurar que las mediciones en cada radio correspondían al mismo anillo, se trazó con lápiz el recorrido completo de cada uno. Cuando, por las deformaciones de las raíces tablares o por la ruptura de alguna porción del disco, no fue posible trazar cuatro radios, las mediciones se hicieron sobre al menos dos de ellos. Los discos completamente deformados por las raíces tablares o con el anillo central podrido o muy desplazado, se excluyeron.

## Análisis de datos

Los datos de dimensiones, volúmenes y crecimiento se analizaron por regresión. Se evaluaron 15 modelos para cálculo de volúmenes (programa VOLREG) y

14 modelos para calcular las relaciones *dap-h*, *dap-E*, *h-E* y *Vt-E* (programa INT2VARS, Heather J. Palmer, CATIE, 1984). Se seleccionó el modelo de mejor ajuste en base al valor de  $R^2$ , al valor de  $F$  para el modelo, al valor de "t" para los coeficientes de regresión, al índice de Furnival (Furnival, 1961) y a la distribución gráfica de los residuos de regresión. Los modelos evaluados para *Vt*, *VCI* o *VC2* incluyeron modelos ponderados por un factor de  $[(dap)^2 \times h]^{-1}$ . En la selección de los modelos para volumen, se exigió que las estimaciones de *Vt* fuesen siempre mayores que *VCI* o *VC2*.

En todos los estudios de regresión, el análisis de datos se desarrolló en tres etapas: 1) análisis de regresión por sitios, 2) análisis de covarianza entre sitios dentro de una misma combinación agroforestal y 3) análisis de covarianza entre combinaciones, para decidir sobre la posibilidad de construir un modelo general.

Los incrementos periódicos anuales en diámetro (*IPDAP*), entre sitios y entre asociaciones agroforestales, se analizaron con base en las mediciones de las parcelas permanentes y de los discos. Con los incrementos entre anillos se estimaron los promedios y rangos de variación del *dap* e *IPDAP* por edad y combinación agroforestal ( $n > 10$  árboles/edad).

En el análisis dendrocronológico se utilizaron: 1) los datos referentes al *dap*, *h* y *Vt*, y el número de anillos en el disco basal del tronco de 73 de los 146 árboles medidos en la sección sobre volumetría; y 2) los incrementos diamétricos entre anillos de 73 discos, para los cuales *h* y *Vt* no fueron medidos. Los discos de este grupo sólo incluyeron árboles dominantes.

## RESULTADOS

### Relaciones *dap-h*

No se detectaron diferencias en los modelos *dap-h* entre sitios ni entre combinaciones agroforestales en el Cantón de Turrialba, ni entre este cantón y la Provincia de Limón. Las diferencias en las dimensiones de los árboles en cada zona se manifestaron como un alargamiento de la nube de datos (Figura 1).

### Volumetría

El factor de forma promedio para *Vt* fue 0,425. Los modelos de mejor ajuste para *Vt*, *VCI* y *VC2* se presentan en el Cuadro 2. El Anexo 1 presenta los volúmenes totales con corteza. La proporción de *Vt* que representan *VCI* o *VC2*, aumenta a medida que aumenta el tamaño del árbol. En árboles con un diámetro mayor de 70 cm y una altura mayor de 40 m, esta proporción es cercana al 98% de *Vt*. El Volumen Comercial Real (*VCR*) promedio obtenido de árboles entre 40 y 75 cm de *dap*, representó un 64% de *Vt*, con pequeñas variaciones en el rango de tamaños. Esto equivale a un factor de forma para *VCR* con corteza, de 0,272. Los volúmenes (*Vt*, *VCI* y *VC2*) sin corteza se pueden calcular como:  $V(\text{sin corteza}) = -0,135 + 0,917$  (volumen con corteza).

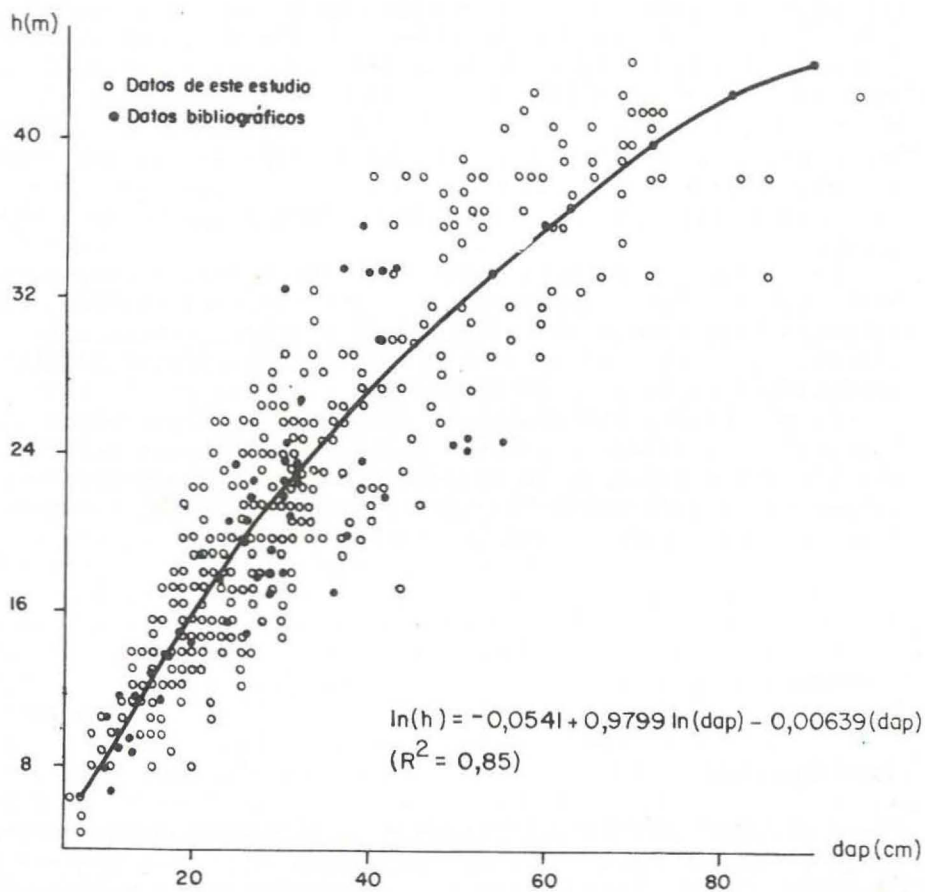


Fig. 1. Diagrama de dispersión y línea de regresión entre diámetro a la altura de pecho (*dap*) y la altura total (*h*) de árboles de *Cordia alliodora* en plantaciones de café, cacao, caña y pastos, en Turrialba y en la región Atlántica de Costa Rica.

Cuadro 2. Modelos de regresión que describen las dimensiones y volúmenes de árboles de laurel (*Cordia alliodora*) en plantaciones de cacao, café, caña y en pastos, Costa Rica. Exceptuando los modelos 7 y 8, todos mostraron  $F < 0,001$ .

Modelo		R <sup>2</sup>	T <sub>1</sub>	T <sub>2</sub>
1. In (h)	= -0,0541 + 0,9799 In (dap) - 0,00639 (dap)	0,85	P < 0,001	P < 0,001
2. In (V <sub>t</sub> )	= -9,62 + 2,697 In (dap)	0,95	P < 0,001	-
3. V <sub>t</sub>	= -0,0176 + 0,000034 (dap) <sup>2</sup> h - 0,000086 (dap) <sup>2</sup> + 0,00336 (h)	-	-	-
4. V <sub>cl</sub>	= 0,2189 + 0,000044 (dap) <sup>2</sup> h - 0,000215 (dap) <sup>2</sup> - 0,02784 (h)	-	-	-
5. V <sub>c2</sub>	= 0,2688 + 0,000048 (dap) <sup>2</sup> h - 0,000301 (dap) <sup>2</sup> - 0,0409 (h)	-	-	-
6. In (dap)	= 0,417 + 1,267 In (E) - 0,026 (E)	0,75	P < 0,001	P < 0,05
7. In (h)	= 0,3545 + 1,241 In (E) - 0,0097 (E <sup>1,267</sup> /e <sup>0,0026 E</sup> )	-	-	-
8. In (V <sub>t</sub> )	= -8,495 + 3,417 In (E) - 0,0701 (E)			

T<sub>1</sub> y T<sub>2</sub> son los valores de probabilidad de error de una prueba de "t" para cada coeficiente de regresión.

h = altura total (m); dap diámetro a la altura del pecho (cm); V<sub>t</sub> = volumen total con corteza (m<sup>3</sup>); E = edad (años) e = 2,7183.

V<sub>cl</sub> = volumen con corteza (m<sup>3</sup>) hasta la altura donde el tronco alcanza 25 cm de diámetro.

V<sub>c2</sub> = volumen con corteza (m<sup>3</sup>) hasta la altura donde el tronco alcanza 30 cm de diámetro.

Modelos 3, 4 y 5 son ponderados, por lo que no se citan los valores de R<sup>2</sup>, ni los valores de "T" para los coeficientes.

Modelos 7 y 8 son producidos por composición matemática de otros modelos. Parámetros de ajuste estadístico no son aplicables.

## Epidometría

**Mediciones en parcelas permanentes.** Existen marcadas diferencias ( $p < 0.001$ ) en el Incremento Periódico Medio Anual en Diámetro (*IPDAP*) entre sitios, y entre asociaciones agroforestales (Cuadro 1). Los mejores incrementos se midieron en plantaciones de cacao (2,9 cm/año) y de café (1,8 cm/año), en suelos aluviales, de topografía plana y con muchos árboles jóvenes. Los datos mostraron que el *IPDAP* de los árboles de laurel crecen según el siguiente orden: en asociación con cacao (0,0- 4,6 cm/año) con café (0,1-3,6 cm/año), con caña (0,1- 2,4 cm/año) y con pastos (0,0-1,7 cm/año). Esta tendencia fue aún evidente cuando se analizaron los *IPDAP* por clase diamétrica ( $n > 4$  árboles/clase) entre sitios y asociaciones agroforestales. Sin embargo, un análisis de regresión utilizando: 1) registros de árboles individuales, y 2) promedios de *IPDAP* por clases diamétricas de 2,5 y 5 cm, mostró que dentro del rango de datos analizados no existen tendencias consistentes entre estas variables.

**Dendrocronología.** En las asociaciones agroforestales estudiadas, las diferencias en el número de árboles por clase diamétrica, por sitio, no permitieron detectar diferencias significativas en las relaciones *dap-E* y *Vt-E*. El conjunto total de datos produjo una nube continua de puntos (Figura 2). Los árboles de laurel en plantaciones de cacao, café y pastos muestran un *IPDAP* de 3 cm/año en los primeros cinco años y de 2 cm/año hasta los diez años de edad. Entre 10 y 19 años de edad, la variabilidad en el *dap* por edad fue menor en árboles de sombra en cacao.

El análisis *h-E* mostró "lagunas" de datos en varias porciones del rango de edades. Los modelos de mejor ajuste produjeron: 1) *h* menor que 0 para *E* menor de 4 años, 2) sobreestimaciones de *h* para *E* mayor de 30 años; 3) decrementos en *h* a edades ligeramente mayores que las utilizadas en los cálculos; y 4) difícil interpretación biológica (p.e. polinomios de orden superior). Con base en estos resultados, las relaciones *h-E* se analizaron haciendo una composición de las funciones *dap-h* y *dap-E* (Figura 3). Este modelo produjo buenos ajustes para *E* menor de 37 años (con subestimaciones de 1-2 m cuando  $E > 25$  años) y mostró un comportamiento asintótico hasta los 49 años. Las estimaciones, dentro del rango de datos, sugieren que el laurel crece a razón de 2 m/año durante los primeros cinco años de edad, 1,5 m/año, entre los 6 y los 13 años; 1 m/año entre los 14 y los 19 años; y luego, a razón de 0,6-0,3 m/año, hasta los 36 años de edad.

El diagrama de dispersión entre *Vt* y *E*, mostró "lagunas" de datos en el caso de árboles mayores de 36 años, y aunque fue posible ajustar modelos de regresión adecuados estadísticamente, un análisis de sensibilidad mostró que los coeficientes de regresión sufrían cambios fuertes ante pequeños cambios en el número de árboles grandes. Se eliminaron entonces los árboles mayores de 36 años y se repitió el análisis de regresión; pero el modelo de mejor ajuste aún producía fuertes sobreestimaciones de *Vt* para *E* mayores de 28 años. Otros modelos, seleccionados con base en la mejor distribución de los residuos de regresión, produjeron la situación opuesta. Las mejores estimaciones de *Vt* se obtuvieron haciendo una composición entre los modelos *dap-Vt* y *dap-E* obtenidos en este estudio. El modelo obtenido (Cuadro 2) permite estimaciones confiables a edades menores de 41 años, y sugiere que en Costa Rica el turno

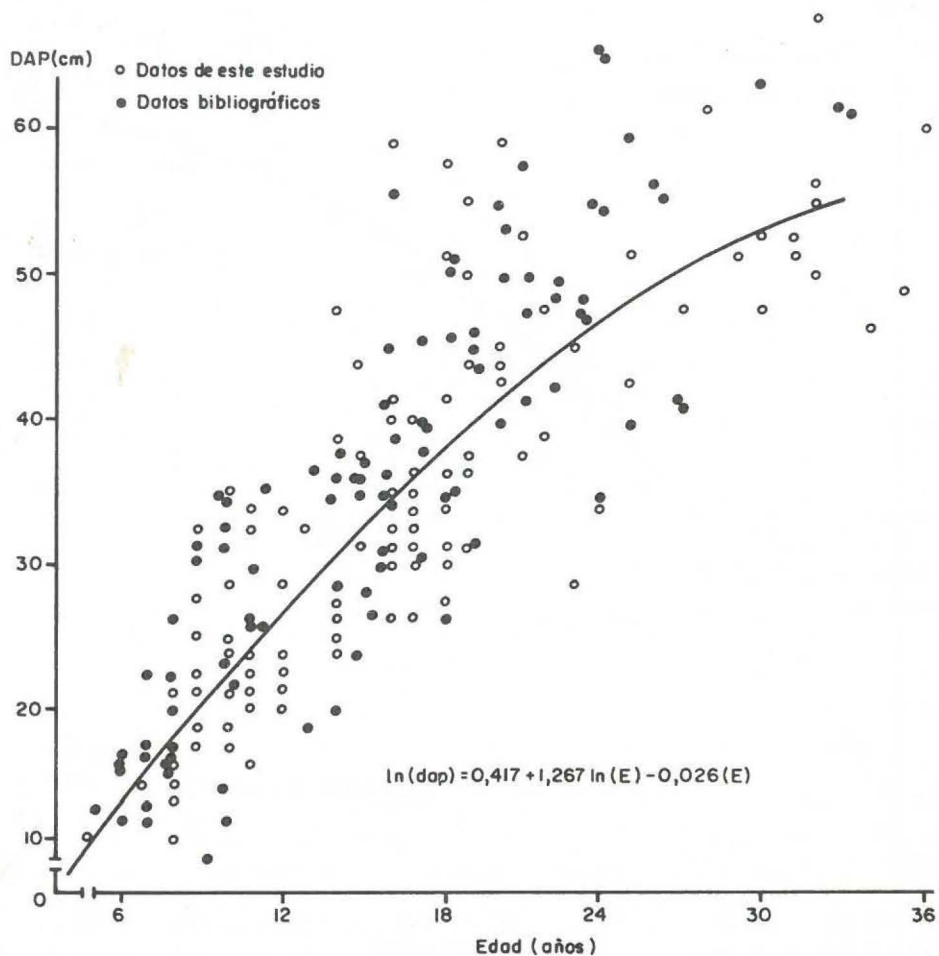


Fig. 2. Diámetro a la altura del pecho (*dap*) y edad de árboles de laurel (*Cordia alliodora*) en plantaciones de cacao y café y en pastos, Costa Rica.

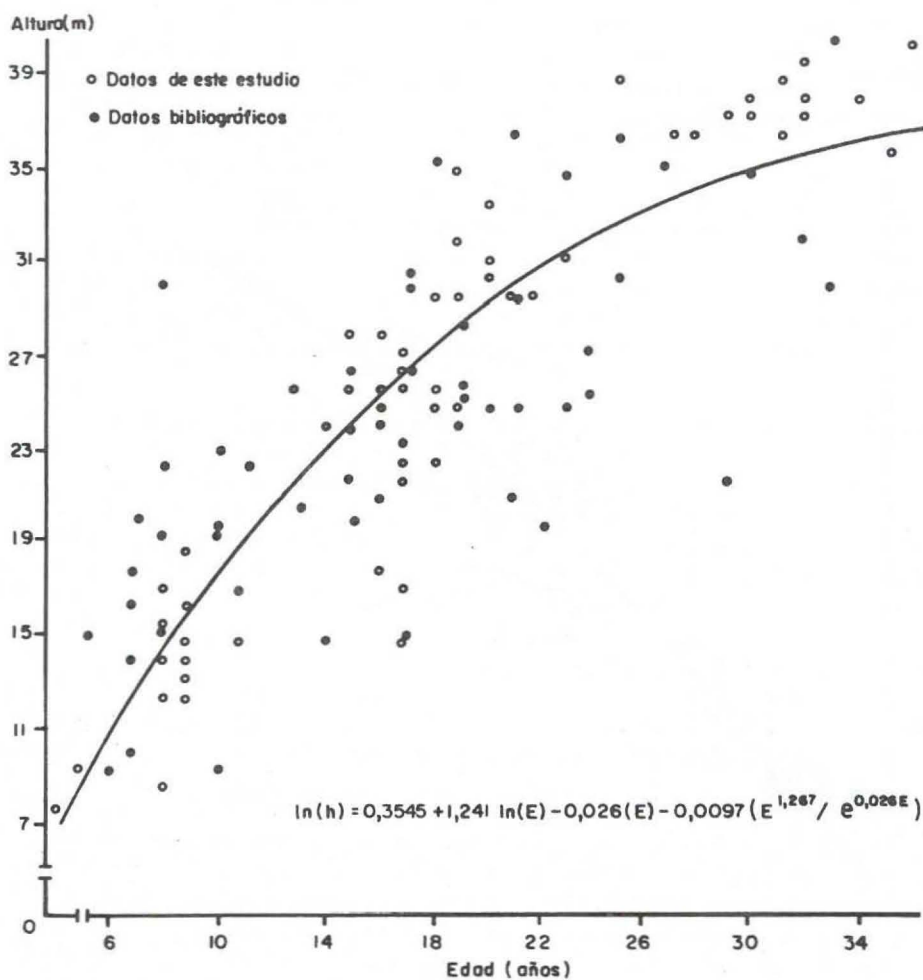


Fig. 3. Altura total y edad de árboles de *Cordia alliodora* en plantaciones de cacao y café en Costa Rica. La línea de regresión corresponde a una composición matemática entre el modelo  $\ln(h) = 0.0541 + 0.9799 \ln(\text{dap}) - 0.00639 (\text{dap})$  y  $\ln(\text{dap}) = 0.417 + 1.267 \ln(E) - 0.026 (E)$ ; donde h = altura total(m), dap = diámetro a la altura del pecho (cm) y E = edad en años.



óptimo para el laurel, en las regiones húmedas sin una estación seca bien marcada, es de 34 años.

Al considerar las densidades promedio de los árboles de laurel en los sitios estudiados, se espera que, al final del turno, los rendimientos de  $Vt$  oscilen entre 298 y 690 m<sup>3</sup>/ha, y los de  $VCR$  entre 191 y 442 m<sup>3</sup>/ha.

## DISCUSION

### Relaciones $dap-h$

Los modelos publicados para árboles de laurel en bosques (Pérez, 1954; Machado, 1972), en plantaciones jóvenes (CONIF, 1983) y en cafetales (Escobar, 1979; González González, 1980), son similares al modelo obtenido en este estudio pero sus ajustes estadísticos son más bajos ( $R^2=0,50$  vs  $0,85$ ). El ajuste de los datos bibliográficos a las estimaciones obtenidas en este estudio (Marshall, 1939; Marrero, 1948; Pérez, 1954; Lojan, 1965, 1968; Tschinkel, 1966; FAO, 1970; Jancovick, 1970; Johnson y Morales, 1970; Venegas, 1971; 1981; Mora, 1972; Campuzano, 1973; Marten, 1975; Vega, 1977; Salas y Franco, 1978; Combe y Gewald, 1979; Beer, 1980; Martínez, 1981; Oviedo, 1981; CONIF, 1983; Boshier, 1984) es casi perfecto en los árboles con un  $dap$  menor de 30 cm (Figura 1). En los árboles más grandes, los datos bibliográficos se dispersan más ampliamente a lo largo de la línea de regresión, pero siempre dentro del rango de variación de los datos obtenidos en este estudio.

### Volumetría

Se esperaba que el cociente  $VCR/Vt$  aumentaría con el tamaño del árbol (i.e un patrón similar a los cocientes  $VCI/Vt$  y  $VC2/Vt$ ). Este no fue el caso en el presente estudio debido a la presencia de distintos factores (raíces tablares, torceduras del tronco, pudrición del duramen, bifurcaciones, etc.) los cuales reducen el volumen de madera comercial, en una proporción que aumenta con el tamaño del árbol. Otro factor que afecta el  $VCR$ , es la variabilidad en el diámetro mínimo de comercialización, el cual depende de las condiciones de mercado de la madera en la región, de la cercanía a los caminos, etc. Debido a estos factores, los agricultores desaprovechan hasta un 36% del volumen total de sus árboles con un  $dap$  mayor de 70 cm. Excluyendo las condiciones de mercado, un buen programa de manejo silvicultural podría reducir estas pérdidas.

### Epidometría

**Mediciones periódicas en parcelas permanentes.** Los árboles de laurel mostraron marcados contrastes en las tasas de crecimiento diamétrico, dependiendo del tipo de cultivo asociado. Este comportamiento sería explicable gracias a la bondad ecológica y buenos suelos de las zonas cacaoteras, al buen manejo y

buenos suelos de los cafetales, a los daños mecánicos ocasionados a los árboles durante la cosecha de la caña y a los suelos poco fértiles y compactados de los pastizales ( Pérez, 1954; Peck and Mckenzie, 1972; Peck, 1976; Beer, 1980).

La elevada variabilidad en el *IPDAP* de los laureles medidos en este estudio podría reflejar las diferentes condiciones de densidad en las parcelas, las marcadas diferencias en el *dap* o la altura promedio de cada sitio, la variación genética entre zonas ecológicas (p.e. subespecies), las pendientes, etc. Las observaciones de campo mostraron que algunos árboles fuertemente atacados por parásitas (*Phoradendron robustissimum* Eichl.) o por el chancro (*Puccinia cordiae* (P. Henn.) Arthur), tienen un *IPDAP* significativamente menor que el de árboles sanos de igual *dap* y creciendo en el mismo campo agrícola. El grado de infestación por chancro y por parásitas fue mayor en el Cantón de Turrialba, que en la Provincia de Limón; y, en Turrialba, fue mayor en las plantaciones de café y caña, que en los pastizales.

La baja capacidad de los datos para discriminar diferencias significativas en el crecimiento del laurel entre sitios, entre sistemas agroforestales o entre zonas ecológicas, es efecto de las dos particularidades del muestreo utilizado: 1) la selección de "los mejores ejemplos", y 2) la utilización de diferente número de árboles por sitio (debido al reducido tamaño de los ejemplos), con diferentes números de árboles por clase de *dap* y por ende, con diferente *dap* promedio.

Se ha sugerido que el laurel crece más rápidamente y alcanza mayores dimensiones en zonas bajas y húmedas; que en elevaciones mayores (Beer, 1980; Camacho, 1981). Sin embargo, la percepción de estas diferencias podría también ser producida por distintas tasas de explotación del laurel en la zona y no únicamente por sus condiciones de crecimiento ni por la bondad ecológica de los sitios. Los datos de este estudio parecen reflejar esta situación. Excluyendo los árboles pequeños eliminados en raleos y los discos en los cuales no se incluyeron los últimos anillos, las edades promedio de cosecha fueron de 17 y 27 años en el Cantón de Turrialba y en la Provincia de Limón, respectivamente.

Esta diferencia parece surgir de las condiciones de manejo de los cultivos asociados. Antes de la aparición de la moniliasis (*Monilia roreri*) en 1979, las plantaciones de cacao se manejaban extensivamente; el aprovechamiento de los laureles era esporádico y muchos árboles se dejaban envejecer y alcanzar hasta 100 cm de *dap*. En los cafetales del Cantón de Turrialba, el manejo es muy intensivo. Un patrón similar pudo ocurrir en los pastizales de ambas zonas.

Los incrementos anuales en *dap* medidos en este estudio, coinciden con estudios aislados en la región de Turrialba (Lojan, 1965, 1968; Blake et al, 1976; Combe y Gewald, 1979; ) en la región Atlántica de Costa Rica (Pérez, 1954; Oviedo, 1981; ), en Colombia (Venegas, 1971; Salas y Franco, 1978; Salas y Valencia, 1979; ) y en Surinam (Vega, 1977, 1978).

**Dendrocronología.** Con excepción de los datos de Escobar (1979), las cifras para *dap-E* y *h-E* citadas en la literatura ( Marshall, 1939; Pérez, 1954; Lojan, 1965, 1968; FAO, 1970; Venegas, 1971; Mora, 1972; Martén, 1975; Vega, 1977; Combe y Gewald, 1979; Beer, 1980; Salas, 1980; Oviedo, 1981; Boshier, 1984; Hudson, 1984; ) se distribuyen en forma homogénea a lo largo del modelo calculado en este estudio (Figuras 2 y 3). Los datos presentados por Escobar (1979) siempre estuvieron por debajo de la nube general de los datos de este trabajo y de los citados en la literatura. Esto se debe a que sus datos sobreestiman la edad de los árboles (p.e. inclusión de anillos falsos y manchas de la madera)

y por la utilización del *dap* y *h* promedios del rodal como valores asociados a la edad medida sobre disco o barreno. En discos de laurel es fácil sobreestimar la edad, si no se traza todo el recorrido de cada anillo, y si los discos se toman muy abajo del tronco (las deformaciones de las raíces tablares producen anillos falsos). Si se utilizan barrenos, las posibilidades de error son aún mayores.

Los resultados de este estudio se refieren al turno biológico de "árboles individuales". El turno de 34 años, sugerido en el mismo estudio, es mayor que los de 20, 25 ó 30 años recomendados por otros autores (Venegas, 1971; Peck and McKenzie, 1972; Peck, 1976; Vega, 1977; Salas y Franco, 1978; Salas, 1980; Oviedo, 1981; Hudson 1984;). Las diferencias radican en que estos autores han basado sus recomendaciones en extrapolaciones del crecimiento inicial de plantaciones y de árboles individuales, sin definir si el turno recomendado es aplicable a rodales coetáneos o a árboles individuales, y sin definir a cual turno se refieren, si al biológico o al económico.

Los volúmenes totales esperados en rodales de diferentes edades o al final del turno (Marshall, 1939; Mora, 1972; Combe y Gewald, 1979), coincidieron con las cifras de volumen por árbol obtenidas en este estudio, extrapoladas a la edad y densidad que se señalaron. Las mayores diferencias ocurrieron cuando se compararon las estimaciones del estudio contra los rendimientos de plantaciones de laurel de siete años, plantadas a densidades de 1238 árboles/ha (Mora, 1972), donde se han medido 48 m<sup>3</sup>/ha en comparación con los 117 m<sup>3</sup>/ha estimados. En cambio, plantaciones de la misma edad, a densidades de 708 árboles/ha, produjeron 74 m<sup>3</sup>/ha en comparación con 67 m<sup>3</sup>/ha estimados en el estudio. Esto confirma la sensibilidad del laurel a las condiciones de densidad del rodal (Venegas, 1971; Vega, 1977; Combe y Gewald, 1979; Salas y Valencia, 1979;). Hudson, 1984, basado en mediciones de líneas de enriquecimiento de 5 y 10 años, ha propuesto un turno de 20 años, con una densidad final de 200 árboles/ha y árboles de 55 cm *dap* y 35 m de altura. Esto significaría un rendimiento de *Vt* de 688 m<sup>3</sup>/ha contra 274 m<sup>3</sup>/ha estimados con los datos de este estudio. Las estimaciones de *dap* y *h*, de Hudson, al final del turno, corresponden a los mejores árboles medidos en este trabajo.

## CONCLUSIONES

Los árboles de laurel (*Cordia alliodora*) presentes en plantaciones de cacao, café, caña y pastos, constituyen una reserva maderera considerable que justifica invertir esfuerzos en el manejo silvicultural de los rodales. De este modo, se minimizarán las pérdidas de madera comercial debido a problemas de forma, pudrición y bifurcación. Se recomienda un turno de 34 años para el incremento máximo promedio en volumen.

En los sitios evaluados en este trabajo, el crecimiento en *dap* de los laureles responde a las diferencias de sitios y de cultivos asociados. Los mejores crecimientos se obtuvieron en plantaciones de cacao y en cafetales. Los más bajos se midieron en pastizales. Esto es válido únicamente para las regiones húmedas de Costa Rica (2600-4000 mm/año), sin una época seca bien definida y a elevaciones inferiores a 650 m.s.n.m.. Sin embargo, la comparación de los resultados del estudio con los citados en la bibliografía, sugiere que el crecimiento del laurel es bastante similar en un amplio rango de condiciones ecológicas.

## LITERATURA CITADA

- AGUIRRE CORRAL, A. 1963. Estudio silvicultural y económico del sistema taungya en condiciones de Turrialba. Tesis Mag. Agr., IICA. Turrialba, Costa Rica. 97 p.
- ALPIZAR, L. *et al.* 1984. Estudio de sistemas agroforestales en el experimento central del CATIE, Turrialba. IV. Modelos de los ciclos de la materia orgánica y elementos nutritivos en los sistemas de café (*Coffea arabica*, híbrido Timor) con laurel (*Cordia alliodora*) y con poró gigante (*Erythrina poeppigiana*). CATIE. Turrialba, Costa Rica. 41 p. (mimeografiado).
- BEER, J. 1980. *Cordia alliodora* con *Theobroma cacao*: una combinación tradicional agroforestal en el trópico húmedo. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 5 p. (mimeografiado).
- BEER, J. 1984. Introducción al establecimiento de parcelas permanentes en asociaciones agroforestales tradicionales. In: Investigación de técnicas agroforestales tradicionales: ejemplo de organización de cursos cortos. J. Beer y E. Somarriba (eds). Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie técnica. Boletín técnico No. 12. pp. 52- 65.
- BERMUDEZ MENDEZ, M.M. 1980 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. Sci. UCR-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 74 p.
- BLAKE, J., ROSERO, P. and LOJAN, L. 1976. The interaction between phenology and rainfall in the growth of *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken in a plantation at Turrialba, Costa Rica. Comm. For. Rev. 55(1):37-40.
- BOSHIER, D.H. 1984. The international provenance trial of *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken in Costa Rica. In: Barnes, R.D. and Gibson, G.L. (editors). Provenance and Genetic Improvement Strategies in Tropical Forest Trees. Proc. Commonwealth Forestry Institute, Univ. of Oxford, Oxford, England. pp. 168-187.
- CAMACHO M., P. 1981. Ensayo de adaptabilidad y rendimiento de especies forestales en Costa Rica. Instituto Tecnológico de Costa Rica (ITCR). Cartago, Costa Rica. 256 p.
- CAMPUZANO, G. 1973. Evaluación de plantaciones puras y de enriquecimiento en La Chiquita - San Lorenzo - Esmeraldas, Ecuador. Dirección General Forestal, Quito, Ecuador. 12 p. (mimeografiado).
- COMBE, J. y GEWALD, N. (eds.). 1979. Guía de campo de los ensayos forestales del CATIE en Turrialba, Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 378 p.
- CORPORACION NACIONAL DE INVESTIGACION Y FOMENTO FORESTAL (CONIF). 1983. Resumen de investigaciones sobre la especie *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken - "Laurel". Bogotá, Colombia. CONIF. Boletín informativo No.2. 16 p.
- ESCOBAR, M.L. 1976. El crecimiento y el rendimiento del guácimo nogal *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Cham asociado con café en el Suroeste de Antioquia. Tesis Ing. For., Univ. Nacional. Medellín, Colombia. 176 p.
- FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). 1970. Prácticas de plantación en América Latina. Roma, FAO. Cuadernos de Fomento Forestal No. 15.
- FURNIVAL, G.M. 1961. An index for comparing equations used in volume tables. For. Sci. 7(4):337-341.
- GIRALDO, L.G., VALLE, J.L. del y ESCOBAR, M. 1980. El crecimiento del nogal, *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken, en relación con algunos factores climáticos, edáficos y fisiográficos en el Suroeste de Antioquia, Colombia. In: Simposio sobre Producción de Madera en los Neotrópicos por medio de plantaciones. J.L. Whitmore, (redactor). Inst. Trop. For. Río Piedras, Puerto Rico. pp. 32- 44.

- GLOVER, N. Coffee yields in a plantation of *Coffea arabica* var. "Caturra" shaded by *Erythrina poeppigiana* with and without *Cordia alliodora*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 17. 26 p.
- GLOVER, N. and BEER, J. 1986. Nutrient cycling in two traditional Central American agroforestry systems. *Agroforestry Systems* 4:77-87.
- GONZALEZ GONZALEZ, L.E. 1980. Efecto de la asociación de laurel (*Cordia alliodora*) sobre la producción de café (*Coffea arabica*) con y sin sombra de poró (*Erythrina poeppigiana*). Tesis Mag. Sci. UCR-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 110 p.
- GONZALEZ, R. 1980. Plantaciones forestales a nivel experimental en Costa Rica. *Agro-nomía Costarricense* 4(1):99-109.
- HOLDRIDGE, L.R. 1978. Ecología basada en zonas de vida. San José, Costa Rica, IICA. Serie Libros y Materiales Educativos No. 34. 216 p.
- HUDSON, J.M. 1984. A note on *Cordia alliodora* in Vanuatu. *Comm. For. Rev.* 63(3):181-183.
- IBARRA, E. et al. 1970. Inventario de recursos, Cantón de Turrialba. Turrialba, Costa Rica, IICA. Publicación Miscelánea No. 62. 115 p.
- JANCOVICK, C. 1970. Plantaciones forestales en el nor- occidente del Ecuador. *Servicio Forestal*. Quito, Ecuador. 27 p. (mimeografiado).
- JOHNSON, P. and MORALES, R. 1972. A review of *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Oken. *Turrialba* 22(2):210-220.
- LOJAN, L. 1965. Aspectos del crecimiento diamétrico quincenal de algunos árboles tropicales. *Turrialba* 15(3):231-237.
- LOJAN, L. 1968. Tendencias del crecimiento radial de 23 especies forestales del trópico. *Turrialba* 18(3):275-281.
- MACHADO, A. do. 1972. Estudio comparativo de metodos de medicao num bosque secundario tropical. Tesis Mag. Sci., IICA. Turrialba, Costa Rica. 86 p.
- MARRERO, J. 1984. Forest planting in the Caribbean National Forest: past experience as a guide for the future. *Carib. For.* 9(2):85- 148.
- MARSHALL, R.C. 1939. *Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago*. Oxford University Press. Oxford, England 249 p.
- MARTEN, K.D. 1975. A summary of the performance of various species in departamental trial plots. Solomon Islands For. Dept. Research Report. (mimeografiado).
- MARTINEZ HIGUERA, H. 1981. Evaluación de ensayos de especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sci., Turrialba, Costa Rica. UCR- CATIE. 200 p.
- McCAFFREY, D. 1972. Volume tables for laurel, *Cordia alliodora*, in Northern Costa Rica. *Turrialba* 22(4):499-453.
- MORA NARVAREZ, B. 1972. Indices de crecimiento del laurel *Cordia alliodora* en la zona de Santo Domingo de los Colorados. Tesis Ing. Agr., Univ. Central, Quito, Ecuador. 67 p.
- MUÑOZ ALDEAN, M. 1975. Comportamiento inicial del laurel *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken plantado en asocio con maíz (*Zea mays*) bajo dos niveles de fertilización. Tesis Mag. Sci. UCR-CATIE. Turrialba, Costa Rica. 78 p.
- NEIL, P.E. 1984. A fast growing tropical hardwood species - *Cordia alliodora* Cham. in Vanuatu. In: Barnes, K.D. and Gibson, G.L. editors. *Provenance and Genetic Improvement Strategies in Tropical Forest Trees*. Proc. Commonwealth Forestry Institute, Univ. of Oxford, Oxford, England. pp. 423-425.
- OVIEDO MARIN, J. 1981. *Cordia alliodora* (Ruíz & Pavón) Cham. San José, Costa Rica, Ministerio de Agricultura y Ganadería, Dirección General Forestal, Informe Divulgativo No. 35. 12 p.
- PECK, R.B. 1976a. Consideraciones sobre los costos de tres sistemas de establecimiento de bosques artificiales en el litoral Pacífico de Colombia. Nariño, Colombia, Maderas y Chapas de Nariño S.A. 11 p. (mimeografiado).

- PECK, R.B. 1976b. Selección preliminar de especies aptas para el establecimiento de bosques artificiales en tierra firme del litoral Pacífico de Colombia. Boletín IFLAIC 50:29-39.
- PECK, R.B. 1976c. Sistemas agro-silvo-pastorales como una alternativa para la reforestación en los trópicos americanos. CONIF. Bogotá, Colombia. 9 p. (mimeografiado).
- PECK, R.B. and McKENZIE, T. 1972. Forest management possibilities of *Cordia alliodora* (R. & P.) Cham. for the lowland humid tropics of Costa Rica. IICA. Turrialba, Costa Rica. 11p. (mimeografiado).
- PEREZ FIGUEROA, C.A. 1954. Estudio forestal del laurel, *Cordia alliodora* (R. & P.) Cham. en Costa Rica. Tesis Mag. Sci., IICA. Turrialba, Costa Rica. 182 p.
- PEREZ, S. et al. 1979. Manual descriptivo del mapa de asociaciones de subgrupos de suelos de Costa Rica. Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria (OPSA). San José, Costa Rica. 236 p.
- RAIGOSA, J. 1968. Efecto del abonamiento sobre el crecimiento inicial de plantaciones de *Anthocephalus cadamba* y *Cordia alliodora* (R. & P.) Cham. en dos tipos de suelos. Tesis Mag. Sci. IICA. Turrialba, Costa Rica. 102 p.
- RODRIGUEZ, L.E. 1982. Estudio económico del nogal cafetero (*Cordia alliodora*) en el Suroeste Antioqueño. Tesis Economía Agrícola, Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia 222 p.
- SALAS, G. de las. 1980. El laurel (*Cordia alliodora*), una especie forestal prometedor para el trópico americano: evidencias en Colombia y Costa Rica. In: Simposio sobre Producción de madera en los neotrópicos por medio de plantaciones. J.L. Whitmore (redactor). Inst. Trop. For., Río Piedras, Puerto Rico. pp. 274-286.
- SALAS, G. de las y FRANCO, M. 1978. Influencia del factor edáfico sobre el crecimiento inicial del laurel (*Cordia alliodora*) en las terrazas del Río Mira, Nariño, Colombia. CONIF. Bogotá, Colombia. 34 p. (mimeografiado).
- SALAS, G. de las y VALENCIA, J. 1979. Notas sobre la reforestación con *Cordia alliodora* (Ruiz & Pavón) Oken en dos zonas tropicales de bajura: Tumaco y Carare-Opón, Colombia. CONIF, Bogotá, Colombia. Serie Técnica No. 10.
- SYNNOTT, T.J. 1979. A manual of permanent plot procedures for tropical rain forests. Oxford, England. Comm. For. Inst., Tropical Forestry Paper No. 14. 1979. 67 p.
- TSCHINKEL, H.M. 1966. Annual growth rings in *Cordia alliodora*. Turrialba 15(1):73-80.
- VEGA, L. 1977. La silvicultura de *Cordia alliodora* (R. & P.) Oken como especie exótica en Surinam. Boletín IFLAIC 52:3-26.
- VEGA, L. 1978. Plantaciones de *Cordia alliodora* en combinación con cultivos agrícolas: una alternativa de manejo en Surinam. Boletín IFLAIC 53:21-38.
- VENEGAS, T. L. 1971. Observaciones y experiencias en la reforestación con *Cordia alliodora* "nogal" en Caldas, Bogotá, Colombia. INDERENA. Nota técnica No. 12. 8 p.
- VENEGAS, T. L. 1981. *Cordia alliodora* (R. et. Pav.) Cham: ensayo de procedencias en la Costa del Pacífico de Colombia, Suramérica. Bogotá, Colombia. INDERENA. Investigaciones forestales No. 7. 8 p.

## ANEXO

**Tabla de volumen total con corteza (Vt) para *Cordia alliodora*.  $Vt = 0,017615 + 0,000034 (d^2h) - 0,000086(d^2) + 0,003358(h)$ , donde d = dap (cm), h = altura total(m) y Vt = volumen total(m<sup>3</sup>).**

dap	10	12	14	16	18	20	22	24	26	28	30	32	34	36	38
10	0,041	0,055													
12	0,052	0,069	0,086												
14	0,066	0,086	0,106												
16	0,081	0,105	0,130												
18	0,099	0,128	0,156	0,185	0,214										
20		0,152	0,186	0,220	0,255	0,289	0,323								
22			0,219	0,259	0,299	0,339	0,379								
24			0,256	0,302	0,348	0,394	0,440	0,486	0,533						
26			0,295	0,348	0,401	0,454	0,507	0,560	0,613						
28			0,337	0,398	0,458	0,519	0,579	0,640	0,700	0,760					
30			0,383	0,451	0,520	0,588	0,657	0,725	0,793	0,862	0,930	0,998			
32			0,432	0,509	0,586	0,662	0,739	0,816	0,893	0,970	1,047	1,124			
34				0,570	0,656	0,742	0,827	0,913	0,999	1,085	1,171	1,257			
36				0,634	0,730	0,825	0,921	1,016	1,112	1,207	1,303	1,398			
38				0,703	0,808	0,914	1,020	1,125	1,231	1,337	1,442	1,548			
40					0,891	1,007	1,124	1,240	1,356	1,473	1,589	1,705	1,822		
42					0,978	1,106	1,233	1,361	1,488	1,616	1,744	1,871	1,999		
44							1,348	1,487	1,627	1,766	1,906	2,045	2,184		
46							1,468	1,620	1,772	1,923	2,075	2,227	2,378		
48							1,594	1,758	1,923	2,087	2,252	2,417	2,581		
50							1,725	1,903	2,081	2,259	2,437	2,615	2,793	2,971	
52								2,053	2,245	2,437	2,629	2,821	3,013	3,205	
54									2,415	2,622	2,828	3,035	3,241	3,448	3,654
56									2,592	2,814	3,035	3,257	3,479	3,700	3,922
58									2,776	3,013	3,250	3,487	3,724	3,962	4,199
60										3,219	3,472	3,726	3,979	4,232	4,486
62										3,432	3,702	3,972	4,242	4,512	4,782
64										3,652	3,939	4,227	4,514	4,801	5,089
66										3,879	4,184	4,489	4,794	5,100	5,405
68											4,436	4,760	5,083	5,407	5,731
70											4,696	5,039	5,381	5,724	6,066