

Avances de Investigación

Crecimiento del laurel (*Cordia alliodora*) en sistemas agroforestales de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá¹

Roberto Valdivieso²
Eduardo Somarriva³
Glen Galloway⁴
William Vázquez⁵
Donald Kass⁶

Palabras clave: laurel (*Cordia alliodora*), cacao (*Theobroma cacao*), plátano (*Musa AAB*), índice de sitio, productividad maderable, mortalidad, agroforestería, Panamá, Costa Rica.

RESUMEN

Se evaluó el crecimiento, sobrevivencia e índices de sitio de árboles de laurel (*Cordia alliodora*) en seis sistemas agroforestales (SAF). El crecimiento siguió este orden: sistema cacao-laurel-plátano > Taungya > cacaotales nuevos > cacaotales establecidos > plantaciones en línea > plantación pura. El índice de sitio, para una edad base de cinco años, estuvo influido por el SAF. Las causas de mortalidad del laurel variaron entre sitios y entre sistemas. Como causas de mortalidad elevada se destacan: altos niveles freáticos, drenaje lento, suelos arcillosos deficientes en P y con exceso de bases y sitios con alto riesgo de inundación.

GROWTH OF LAUREL (*Cordia alliodora*) IN AGROFORESTRY SYSTEMS IN TALAMANCA, COSTA RICA AND CHANGUINOLA, PANAMÁ

ABSTRACT

Growth, survival, and site indices of laurel trees (*Cordia alliodora*) used in six agroforestry systems was evaluated. Comparative growth rates were: cacao-laurel-plantain system > Taungya > new cacao plantations > established cacao plantations > line plantings > pure laurel stands. Site indices at a base age of five years were influenced by the agroforestry system. Causes of mortality of the laurel varied among systems and sites. The most common causes of increased mortality were: high water tables, restricted drainage, clay soils with P deficiency and high base saturation, and sites with a high risk of flooding.

¹ Basado en Valdivieso, R. 1997. Crecimiento del laurel (*Cordia alliodora* [Ruiz y Pavon] Oken) como componente maderable de sistemas agroforestales en Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá.

² M. Sc. en Agroforestería, CATIE, Turrialba, Costa Rica

³ Profesor Investigador Asociado, CATIE. E-mail: esomarr@catie.ac.cr

⁴ Forestal, Líder Proyecto Transforma, CATIE; E-mail: galloway@catie.ac.cr

⁵ Supervisor, Jefe Banco semilla forestales, CATIE E-mail: wvasquez@catie.ac.cr

⁶ Profesor Investigador Principal, CATIE. E-mail: dkass@catie.ac.cr

INTRODUCCIÓN

El laurel (*Cordia alliodora*) es una especie nativa del trópico americano, donde crece en plantaciones puras o asociado con pastos, caña de azúcar, café, cacao y cultivos anuales. Por sus características: copa abierta y poco densa, fuste recto y libre de ramas en un 50 a 60% de la altura total, aún a campo abierto, auto-poda, crecimiento rápido y madera valiosa, es un componente idóneo para sistemas agroforestales.

Desde 1987 se ha estudiado el crecimiento de *C. alliodora* en seis tipos de sistemas agroforestales en las zonas de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá. El objetivo del trabajo fue evaluar el desarrollo del laurel en esos ensayos y explicar su crecimiento de acuerdo con factores fisiográficos, edáficos y de manejo.

MATERIALES Y MÉTODOS

Las parcelas están ubicadas en el cantón de Talamanca, en la provincia de Limón, al sureste de Costa Rica (CR) y en el distrito de Changuinola, en la provincia de Bocas del Toro, al noreste de Panamá, en la zona de vida Bosque Húmedo Tropical. La temperatura media anual varía entre los 25 y 30°C, la altitud entre los 100 y 200 msnm y la precipitación entre los 2500 y los 3000 mm. La mayoría de los suelos pertenecen al orden Inceptisol.

El taungya (TA) y la plantación pura (PP) se establecieron en una finca ubicada sobre una terraza alta del río Sixaola, en la localidad de Olivia, CR; se plantaron cuatro parcelas de cada sistema. El taungya consistió en la siguiente secuencia de cultivos: tres ciclos de maíz (*Zea mays*), uno de jengibre (*Zingiber officinalis*) y arazá (*Eugenia stipitata*) un frutal permanente (Beer *et al.*, 1994; Lucas *et al.*, 1995).

Las plantaciones en línea (PL) o linderos se establecieron en CR, en nueve fincas ubicadas en la planicie costera y sobre una loma (Luján y Camacho, 1994; Luján *et al.*, 1996); se sembraron tres parcelas en cada una, con una distancia entre árboles de 2.5 m. Los ensayos con cacaotales nuevos (CN) se establecieron en dos fincas, con un espaciamiento de 6 x 6 m; una de estas fincas, con tres parcelas, se encuentra en la planicie costera, en

Puerto Viejo, Costa Rica y la otra, con cuatro parcelas, en las lomas de Fila Almirante, en Panamá (Somarriba *et al.*, 1995; Somarriba *et al.*, 1996). En los cacaotales viejos (CV) se reemplazaron los árboles de sombra antiguos con laureles plantados a 7 x 7 m. Se establecieron cinco ensayos en Panamá; dos en la planicie aluvial del río Sixaola en Guabito y tres en las lomas de Fila Almirante (Somarriba y Beer, 1994; Somarriba y Domínguez, 1994). Los sistemas cacao-laurel-plátano (CLP) se establecieron en dos fincas ubicadas en las planicies aluviales del río Changuinola, en Panamá. El laurel se plantó a 12 x 12 m; la proporción de cacao y plátano en las parcelas fue variable (Somarriba, 1994; Somarriba *et al.*, 1994).

Se evaluaron las propiedades químicas (fertilidad) y físicas de los suelos a una profundidad de 0 a 20 cm (textura, densidad aparente, porosidad, compactación o resistencia a la penetración, drenaje, riesgo de inundación, pedregosidad por volumen de suelo y profundidad efectiva), las variables fisiográficas (altitud, pendiente, posición topográfica, forma del terreno, erosión) y el manejo (vegetación colindante y SAF).

Se analizó el crecimiento en altura, diámetro y volumen y la relación altura/diámetro. Para calcular la mortalidad no se consideraron los replantes realizados durante el primer año. Para calcular el índice de sitio (IS) o altura dominante a la edad base de cinco años, se eligieron los cinco árboles más altos de cada parcela. Los IS de las diferentes parcelas se agruparon en clases de sitio alta, media y baja. Para determinar la asociación entre las clases de sitio y los SAF, se realizó una prueba de Chi cuadrado. Se obtuvieron dos modelos por regresión lineal múltiple para estimar el IS, el primero en función de las variables edafo-fisiográficas y el segundo en función de las variables de sitio, más las de manejo. Se utilizó una prueba de t para comparar las parcelas con más de 30% de mortalidad a los dos años con las de menos de 30%, con la finalidad de detectar las variables de sitio que podrían ser causa de mortalidad.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Mortalidad y raleo

En TA y PP hubo poca mortalidad, 6 y 15%, respectivamente (Cuadro 1) distribuida en forma

uniforme en el tiempo y atribuible a problemas de drenaje y compactación. En estos sistemas, los raleos empezaron temprano (el tercer año) y fueron de baja intensidad. Los linderos tuvieron la mortalidad acumulada más alta, 52% (Cuadro 1), debido a inundaciones, mal drenaje, napa freática alta, compactación de suelos, competencia de bejuco, otras plantas trepadoras y gramíneas, además de daños por quemaduras y deshierbas con machete (Luján y Camacho, 1994; Luján *et al.*, 1996). Los raleos se realizaron entre el tercer y el sexto año. La mortalidad en cacaotales nuevos y viejos fue de 20 a 26%. En los CLP la mortalidad fue de apenas un 2% y no hubo necesidad de raleo debido a la baja densidad de la plantación (Cuadro 1).



Los árboles de laurel (*Cordia alliodora*) crecen mejor cuando están asociados con cultivos que se manejan intensivamente (Foto E. Somarriba).

Crecimiento

Los árboles de laurel alcanzaron mayor crecimiento en altura y diámetro por sistema, según el siguiente orden: CLP > TA > CN > CV > PL > PP. Las diferencias entre sistemas son muy claras desde el punto de vista del volumen: CLP es cinco veces mayor que PP a los seis años y el doble de sus inmediatos seguidores, TA y CN.

A los dos años ya se distinguían bien dos grupos, compuestos por los sistemas de crecimiento rápido: CN, CLP y TA y los de crecimiento lento: PP, CV y PL (Cuadro 2).

Los raleos realizados en TA durante el tercero y el cuarto año permitieron que el incremento corriente anual (ICA) en volumen siguiera aumentando; al quinto año el ICA disminuyó, lo que indica que los raleos eran oportunos, pero de muy baja intensidad. En CN, el ICA disminuyó en el cuarto año, pero el raleo permitió observar un mejor desarrollo de los árboles del sexto al séptimo año. El ICA en volumen más bajo fue para PP, que ya había sufrido una merma en el cuarto año, pero los raleos continuos permitieron un alza en el quinto (Cuadro 2).

El más joven de los sistemas evaluados, CLP, aún mantiene en ascenso el incremento medio anual en volumen y aunque en las dos últimas mediciones mostró una merma en el ICA, el ICA actual es casi el doble que el de CN y casi cinco veces el de PP. Debido a su baja densidad, no requiere raleo. Aunque los incrementos en volumen están disminuyendo, siguen siendo los más altos de entre los SAF analizados. El laurel llega a superar los 50 cm de diámetro a los 30 años (Somarriba y Beer, 1987). En el caso de los CLP, estas dimensiones se alcanzarán mucho antes.

Relación altura/diámetro

En rodales densos, la competencia hace que el crecimiento de los árboles disminuya, lo que afecta primero el diámetro y luego la altura. Por eso en PP el laurel muestra una relación altura/diámetro alta en comparación con los otros sistemas. Además de la competencia entre árboles, en PP y PL hubo competencia con malezas; en los otros SAF, la sombra de los árboles y/o del cultivo (cacao, arazá y plátano) y el manejo agrícola dificultaron la proliferación de malezas. Se hubiera esperado que los linderos tuvieran mayor diámetro por unidad de altura dado que cuentan con más luminosidad, pero no fue así, lo que indica que hubo competencia con la vegetación colindante, las malezas y entre los mismos árboles del lindero. El CLP tuvo mayor desarrollo en diámetro por unidad de altura, porque los árboles nunca compitieron por luz ni entre ellos ni con los cultivos; además, tenían otras ventajas, pues contaron con fertilizaciones más frecuentes que los otros sistemas

(tres veces por año) y con un terreno drenado artificialmente, debido a los requerimientos del plátano y el cacao.

Variables que afectan el Índice de Sitio (IS)

Las correlaciones más altas con el IS corresponden a las variables de manejo. Los árboles asociados con cultivos como cacao o arazá tuvieron mayor crecimiento que los rodeados por bosque secundario o pastizales. Los mejores SAF fueron entonces para CLP, los cacaotales nuevos y viejos y el taungya; los linderos y las plantaciones puras quedaron por debajo. La mayoría de las parcelas estaba en un fondo plano, donde los árboles se desarrollaron mejor que en las pendientes. Según la clasificación de Bertsch (1995), en 17 parcelas el suelo presentaba deficiencias de fósforo. Con estas variables se elaboró el modelo siguiente:

$$IS = 12.67276 + 0.18331 P - 0.06778 \text{ Arcilla} + 1.09302 \text{ Mg} \\ (R^2 = 43\%)$$

Correlación de la mortalidad con las variables de sitio

Las variables de manejo son las que presentan mayor grado de correlación con la mortalidad a los dos años. La alta asociación con SAF se explica porque la mayoría de las parcelas con alta mortalidad son linderos. Se detectó mayor mortalidad en los suelos más arcillosos, deficientes en P y con exceso de bases, características que podrían coincidir con terrenos mal drenados.

CONCLUSIONES

De acuerdo con el crecimiento de los árboles de laurel, los sistemas agroforestales evaluados presentan el siguiente orden: CLP > TA > CN > CV > PL > PP, lo que demuestra que cuánto más intenso es el manejo del cultivo asociado, mayores pueden ser los beneficios para el crecimiento de los árboles.

Para lograr un crecimiento individual rápido, es necesario que los árboles dispongan de condiciones de desarrollo adecuadas desde los primeros años, que es cuando se producen los máximos incrementos en diámetro y altura.

Las variables edafo-fisiográficas más relacionadas con el crecimiento de los árboles de *C. alliodora* resultaron ser directamente proporcionales al contenido de P y Mg, e inversamente proporcionales al contenido de arcilla y a la relación (Ca+Mg)/K. El tipo de sistema agroforestal fue la variable más correlacionada con el crecimiento de los árboles. La altura dominante resultó no ser un buen indicador del potencial del sitio, ya que este valor estuvo muy influido por el manejo y por la competencia por los recursos del sitio (incluyendo luz) durante los primeros años.

Finalmente, se concluye que la selección de sitios fértiles y bien drenados es importante para establecer plantaciones de laurel, pero es aún más importante asociarlo con cultivos y manejarlo adecuadamente.

Cuadro 1. Densidad y crecimiento de *Cordia alliodora* en sistemas agroforestales de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá.

SAF	Edad (años)	Densidad inicial* (árboles/ha)	Mortalidad (%)	Raleo (%)	Densidad actual* (árboles/ha)	Altura (m)	DAP (cm)	Altura/DAP (m/cm)	Volumen (m ³ /árbol)
TA	8.7	556	6	48	253	21.4	28.6	75	0.638
PP	8.7	1111	15	51	374	18.6	19.8	94	0.329
PL	9.1	400	52	21	107	21.1	27.4	77	0.608
CN	7.0	278	20	18	174	22.9	27.4	84	0.543
CV	7.5	204	26	0	151	20.5	23.0	89	0.404
CLP	6.2	69	2	0	68	23.1	33.2	69	0.871

* La densidad de PL se mide en árboles/km

Cuadro 2. Volumen individual (m³/árbol) por edad (años) de árboles de *C. alliodora* en sistemas agroforestales de Talamanca, Costa Rica y Changuinola, Panamá.

SAF/ Edad	1	2	3	4	5	6	7	8	9
TA	0.026	0.066	0.156	0.308	0.410	n	n	n	0.657
PP	0.025	0.050	0.084	0.108	0.170	n	n	n	0.342
PL	0.025	0.040	0.081	0.132	0.245	0.318	0.455	0.536	0.600
CN	0.030	0.076	0.165	0.244	0.390	0.414	0.543	-	-
CV	0.025	0.048	0.093	0.136	0.225	0.330	0.378	-	-
CLP	0.031	0.069	0.184	0.408	0.630	0.846	-	-	-

Sistemas agroforestales (SAF): Taungya con arazá (TA), plantación pura (PP), plantación en línea (PL), cacao tal nuevo (CN), cacao tal viejo (CV), cacao-laurel-plátano (CLP); n: no se registraron datos ese año; -: los SAF no alcanzaron aún esa edad.

BIBLIOGRAFÍA CITADA

- BEER, J.; KAPP, G.B.; LUCAS, C. 1994. Alternativas de reforestación: Taungya y sistemas agrosilviculturales permanentes vs. plantaciones puras. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 230. 25 p.
- BERTSCH, F. 1995. Manual para interpretar la fertilidad de los suelos de Costa Rica. 2 ed. San José, C.R., Universidad de Costa Rica. 80 p.
- LUCAS A., C.; BEER, J.; KAPP, G. 1995. Reforestación con maderables: Sistemas agrosilviculturales vs. plantaciones puras en Talamanca, Costa Rica; Resultados agrícolas y forestales. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 243. 65 p.
- LUJAN, R.; BEER, J.; KAPP, G. 1996. Manejo y crecimiento de linderos de tres especies maderables en el valle de Sixaola, Talamanca, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 241. 69 p.
- LUJAN, R.; CAMACHO, B. 1994. Manejo y crecimiento de linderos: resultados de ensayos del Proyecto agroforestal CATIE/GTZ de tres especies maderables en la zona de Talamanca, Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 224. 94 p.
- SOMARRIBA, E. 1994. Sistemas cacao-plátano-laurel; el concepto. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 226. 33 p.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J.W. 1987. Dimensions, volumes and growth of *Cordia alliodora* in agroforestry systems. Forest Ecology and Management (Holanda) 18 (2): 113-126.
- SOMARRIBA, E.; BEER, J. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra de cacaotales establecidos; el concepto. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 238. 29 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L. 1994. Maderables como alternativa para la sustitución de sombra en cacaotales establecidos; manejo y crecimiento. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 240. 95 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L.; LUCAS, C. 1994. Cacao-Plátano-Laurel; Producción agrícola y crecimiento maderable. Resultados de ensayos del Proyecto Agroforestal CATIE/GTZ en la región de Changuinola, Panamá. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 233. 71 p.
- SOMARRIBA, E.; DOMÍNGUEZ, L.; LUCAS, C. 1996. Cacao bajo sombra de maderables en Ojo de Agua, Changuinola, Panamá: Manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 276. 49 p.
- SOMARRIBA, E.; MELÉNDEZ, L.; CAMPOS, W.; LUCAS, C. 1995. Cacao bajo sombra de maderables en Puerto Viejo, Talamanca, Costa Rica; Manejo, crecimiento y producción de cacao y madera. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no 249. 73 p.