

## Avances de Investigación

# Aprovechamiento sostenible de madera de *Cordia alliodora* de regeneración natural en cacaotales y bananales de indígenas de Talamanca, Costa Rica<sup>1</sup>

Alfonso Suárez<sup>2</sup>, Eduardo Somarriba<sup>3</sup>

**Palabras claves:** Bribri; Cabécar; inventario forestal; proyección del rendimiento.

### RESUMEN

La sostenibilidad del aprovechamiento ( $dap \geq 45$  cm) de madera de laurel (*Cordia alliodora*) en cacaotales y bananales se determinó mediante la predicción a cinco años del incremento neto en volumen aprovechable, con la condición de mantener por lo menos las existencias de volumen aprovechable iguales a las estimadas para el año de partida (inventario en el 2001). Se utilizó un modelo de matrices de transición tipo Usher, el cual emplea información del incremento diamétrico (medido en anillos anuales de crecimiento) y supervivencia (derivada de la distribución diamétrica). Las existencias ( $m^3 ha^{-1}$ ), la tasa de corta ( $m^3 ha^{-1} año^{-1}$ ) y el incremento ( $m^3 ha^{-1} año^{-1}$ ) de madera aprovechable fueron respectivamente: 22,65; 0,86; y 1,86 en cacaotales; 12,26; 0,07; y 1,33 en bananales. Por lo tanto, el aprovechamiento es sostenible y hay un incremento neto en las existencias de madera aprovechable.

**Sustainable utilization of *Cordia alliodora* timber from natural regeneration in cacao and banana plantations in indigenous communities in Talamanca, Costa Rica**

### ABSTRACT

The sustainability of *Cordia alliodora* timber harvesting in cacao and banana plantations was determined using a five year forecast of the increment in usable volume ( $dap \geq 45$  cm) under the assumption that the initial useable volume (inventory in 2001) is maintained. An Usher type transition matrix model, based on stem diameter growth (measured in annual growth rings) and survival (derived from the diameter distribution), was used. The timber stocks ( $m^3 ha^{-1}$ ), extraction rate ( $m^3 ha^{-1} year^{-1}$ ) and increment ( $m^3 ha^{-1} year^{-1}$ ) of useable timber were: 22.65; 0.86; and 1.86 in cocoa plantations; and, 12.26; 0.07; and 1.33 in banana plantations, respectively. Therefore, the utilization is sustainable and there is a net increment in the usable timber stocks.

## INTRODUCCIÓN

Los indígenas Bribri y Cabécar de Talamanca, Costa Rica cultivan cacao (*Theobroma cacao*) y banano (*Musa* sp. AAA) orgánico como una de sus estrategias de supervivencia (Borge y Castillo 1997). Estos cultivos se manejan como sistemas agroforestales (SAF) multietratos con un dosel de sombra de especies frutales, medicinales, maderables y no maderables (Guiracocha *et al* 2001; Trujillo 2001), que ayudan a la conservación de la

biodiversidad en las fincas (Reitsma *et al* 2001; Guiracocha *et al* 2001).

El laurel (*Cordia alliodora*) es la principal especie maderable en las áreas agrícolas de las fincas indígenas. Representa el 40% del área basal total de los árboles de sombra de los cacaotales y el 54% en los bananales (Guiracocha *et al* 2001). La madera de esta especie es

<sup>1</sup> Basado en Suárez, A. 2001. Aprovechamiento sostenible de madera de *Cordia alliodora* y *Cedrela odorata* de regeneración natural en cacaotales y bananales de indígenas de Talamanca, Costa Rica. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica.

<sup>2</sup> M.Sc. Agroforestería Tropical, CATIE, Turrialba, Costa Rica. Centro de Investigaciones Forestales, Universidad Autónoma del Estado de Hidalgo, Apartado postal 32 Tulancingo, Hidalgo, México E-mail: alfonsoosuarizslas@yahoo.com.mx (autor para correspondencia).

<sup>3</sup> Profesor Investigador, CATIE. E-mail: esomarri@catie.ac.cr

muy apreciada por los indígenas para la construcción de viviendas, botes, bateas y muebles (Borge y Castillo 1997). Del total de madera aprovechada legalmente en la Reserva Indígena Bribri, el 77% es de laurel; de este volumen el 82% se extrae de los cacaotales y bananales orgánicos.

La presión sobre las fuentes de madera está aumentando a medida que crece la población (Borge y Castillo 1997). Para las autoridades indígenas, el aprovechamiento y manejo sostenible de este recurso es una de las prioridades en materia forestal y ambiental. Sin embargo, se desconoce si los cacaotales y bananales tienen la capacidad de producir la suficiente madera para sostener la tasa actual de extracción. El objetivo de este estudio fue determinar si el aprovechamiento actual de madera del laurel en los cacaotales y bananales orgánicos de los indígenas de Talamanca es sostenible.

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Zona de estudio

El estudio se realizó en las reservas indígenas Bribri y Cabécar del cantón de Talamanca, Limón, Costa Rica (9°30' N y 83°20' O; altitud sobre el nivel del mar: 40 - 400 m; precipitación anual: 2800 mm; temperatura media anual: 25,6° C). Existen dos unidades de paisaje: el valle (una coalescencia de abanicos aluviales, suelos Typic Troporthent) y las laderas (constituidas de materiales sedimentarios y rocas intrusivas, suelos Oxyc Palehumults y Aeríc Tropaquepts). Las etnias predominantes son los Bribris (80%) y Cabécares (15%) de una población estimada de 10000 habitantes en el año 2000. Las actividades económicas principales son: cultivo de plátano (*Musa* sp. AAB), banano y cacao, mano de obra asalariada eventual y crianza de cerdos (Kapp 1989; Borge y Castillo 1997).



Muestra del aprovechamiento de árboles de *Cordia alliodora* en las reservas indígenas del Cantón de Talamanca, Limón, Costa Rica. Foto: Alfonso Suárez.

### Supuestos de sostenibilidad

Para determinar la sostenibilidad del aprovechamiento de madera de laurel se realizó por una parte un inventario forestal donde se estimó la cantidad de madera que hay actualmente (existencias) y la intensidad del aprovechamiento (tasa de corta). Con esta información como base y datos de crecimiento diamétrico obtenidos de los anillos de crecimiento anual de discos basales, se desarrolló un modelo de crecimiento para predecir la capacidad de producción de madera en el futuro (tasa de crecimiento neto).

La sostenibilidad del aprovechamiento se basó en el supuesto de mantener un volumen aprovechable (árboles de  $dap \geq 45$  cm) equivalente o mayor al observado en el inventario. El aprovechamiento es sostenible si: a) hay un incremento neto en las existencias de madera ( $i_V > 0$ ), o b) el crecimiento compensa el volumen que se aprovecha o que se pierde por mortalidad natural ( $i_V = 0$ ). El aprovechamiento no es sostenible si las existencias de madera disminuyen, es decir que el crecimiento no alcanza a reponer el volumen aprovechado y/o muerto naturalmente ( $i_V < 0$ ). El análisis se realizó con el incremento anual periódico en volumen aprovechable ( $i_V$ ) para un periodo de cinco años (Ecuación 1).

$$i_V = \frac{V_F - V_I}{5} \quad [1]$$

Donde:

$V_F$  es el volumen aprovechable al final del periodo.

$V_I$  es el volumen aprovechable al inicio del periodo.

El análisis de sostenibilidad se realizó a dos niveles: a) población total y b) parcela individual.

### Inventario

La población de estudio fueron los SAF: cacaotales (plantaciones de cacao puras o con alguna combinación con banano) y bananales (plantaciones puras de banano) de indígenas Bribri y Cabécar afiliados a la Asociación de Pequeños Productores de Talamanca (APPTA). La unidad de muestreo fue la parcela de cacao y/o banano (superficie variable). Se seleccionó de manera aleatoria de la base de datos de productores de APPTA una muestra de 50 parcelas de cacao y 18 de banano (5,5% de la población).

La superficie de cada parcela se determinó mediante levantamiento topográfico (rumbos y distancias). Se midió el dap a 1,3 m de altura de todos los árboles de laurel de  $dap \geq 5$  cm. Las distribuciones diamétricas se

construyeron con las frecuencias de árboles en clases de 5 cm (5-9,10-14, etc.), identificadas con el límite inferior (5,10,etc.); el área basal y volumen se calcularon con las marcas de clase (7,9,etc.). Las existencias totales de madera por parcela se calcularon sumando las existencias por clase diamétrica, las cuales se obtuvieron multiplicando el número de árboles en cada clase por el volumen del árbol de diámetro correspondiente a la marca de clase. El volumen de árboles individuales fue estimado con la ecuación de Somarriba y Beer (1987) (Ecuación 2). El volumen cortado en cada parcela se estimó de mediciones del diámetro y altura de todos los tocónes de árboles cortados en 1999-2001. Todos los parámetros dasométricos se extrapolaron a una hectárea.

$$V = e^{-9,62+2,697 \ln(dap)} \quad [2]$$

En donde  $V$  es volumen del fuste con corteza en  $m^3$ ,  $e$  es la base de los logaritmos naturales y el  $dap$  está dado en cm.

### Modelo de crecimiento

El rendimiento de madera de laurel se proyectó por parcela (cacaotal y bananal) para dos condiciones de crecimiento: valle y ladera. Se empleó una versión modificada del modelo de "matrices de transición tipo Üsher" (Vanclay 1994; Somarriba 2001). La estructura poblacional entre años sucesivos se proyectó iterando la Ecuación matricial 3.

$$n_{t+1} = M \cdot n_t \quad [3]$$

Donde:

$n_t$  y  $n_{t+1}$  son vectores que denotan la distribución diamétrica (árboles  $ha^{-1}$ ) entre los años sucesivos  $t$  y  $t+1$ . El vector inicial fue la distribución diamétrica de cada parcela en el año 2001.  $M$  es la matriz de los coeficientes de transición, los cuales indican la probabilidad de que un árbol pase o permanezca en una clase diamétrica entre un año y el siguiente.

Los coeficientes de transición incorporan los componentes de crecimiento diamétrico y mortalidad (natural y por aprovechamiento). Basado en que el laurel forma anillos anuales de crecimiento en diámetro (Tschinkel 1966), se contaron y midieron estos anillos en 15 discos basales obtenidos de árboles aprovechados en el valle y la ladera. La mortalidad se dedujo de la distribución diamétrica, asumiendo que ésta representa una curva de supervivencia (Finegan y Delgado 1997).

## RESULTADOS

### Características dasométricas del laurel

El área basal total del laurel ( $G$ ) fue mayor en los cacaotales ( $3,55 m^2 ha^{-1}$ ) que en los bananales ( $2,17 m^2 ha^{-1}$ ); de estos totales, el 44% y el 42% respectivamente, corresponde a los árboles aprovechables ( $dap \geq 45$  cm). Aproximadamente la mitad de los cacaotales (44%) y de los bananales (50%) tienen una baja densidad de laurel ( $0 < G < 3 m^2 ha^{-1}$ ); sólo un 20% de los cacaotales tiene densidades altas de esta especie ( $G \geq 6 m^2 ha^{-1}$ ). El 2% de los cacaotales y el 17% de los bananales no tienen árboles de laurel. La abundancia de árboles aprovechables fue de 6,5 árboles  $ha^{-1}$  en los cacaotales y de 4,4 árboles  $ha^{-1}$  en los bananales, con un volumen correspondiente de 22,65 y 12,26  $m^3 ha^{-1}$  (Cuadro 1). La estructura de las poblaciones de laurel en ambos SAF fue disetánea, pero presentó diferencias en la moda y diámetro de los árboles más grandes (Figura 1). Cabe señalar que para  $dap \leq 15$  cm las poblaciones de laurel son similares para cacao y banano; en cambio para  $dap \geq 15$  cm hay más árboles de laurel en cacao, lo cual implica que los están raleando más en banano.

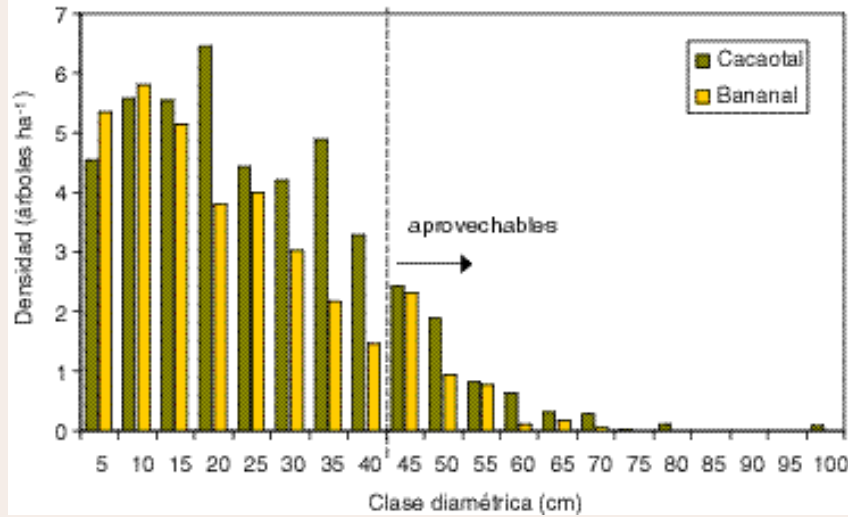
### Tasa de corta

La tasa de corta total ( $dap \geq 5$  cm) estimada fue de 0,894  $m^3 ha^{-1} año^{-1}$  en los cacaotales y 0,117  $m^3 ha^{-1} año^{-1}$  en los bananales. La tasa de corta de los árboles aprovechables con respecto a la tasa total representó un 96% en los

**Cuadro 1.** Superficie promedio y parámetros dasométricos de la población total ( $dap \geq 5$  cm) y de árboles aprovechables ( $dap \geq 45$  cm) de laurel en los cacaotales y bananales de indígenas de Talamanca, Costa Rica.

Parámetro	Cacaotales	Bananales
Superficie (ha)	0,814 ± 0,148 a	0,526 ± 0,12 b
Área basal total ( $m^2 ha^{-1}$ )	3,55 ± 0,67 a	2,17 ± 1,01 b
Área basal aprovechable ( $m^2 ha^{-1}$ )	1,57 ± 0,53 a	0,92 ± 0,59 a
Número total de árboles $ha^{-1}$	44,93 ± 7,82a	35,1 ± 15,98 a
Número árboles aprovechables $ha^{-1}$	6,48 ± 2,13 a	4,4 ± 2,89 a
Volumen total <sup>cc</sup> ( $m^3 ha^{-1}$ )	41,14 ± 8,99 a	23,40 ± 11,56 b
Volumen aprovechable <sup>cc</sup> ( $m^3 ha^{-1}$ )	22,65 ± 7,89 a	12,26 ± 7,87 a
Volumen aprovechable real (pmt <sup>®</sup> $ha^{-1}$ )	5178 ± 1803 a	2802 ± 1799 a

Cifras con la misma letra en un renglón no son estadísticamente diferentes (Mann-Whitney,  $p < 0,05$ ). ± = ancho del intervalo de confianza con  $\alpha = 0,05$ . <sup>cc</sup> = Volumen con corteza. Volumen aprovechable real =  $0,64 * \text{Volumen total del tallo}$  (Somarriba y Beer 1987). <sup>®</sup> pulgada maderera tica:  $pmt = 0,0028 m^3$  (Ford 1979).



**Figura 1.** Distribución diamétrica de laurel en cacaotales y bananales de indígenas de Talamanca, Costa Rica.

cacaotales y un 61% en los bananales. La mayor intensidad de corta se observó en los fustales jóvenes ( $d_{ap} < 15$  cm) y en árboles aprovechables. Esto parece indicar de nuevo que se hacen más raleos pre-comerciales en banano.

**Proyección del incremento de madera**

Los incrementos de madera aprovechable proyectados por el modelo para los próximos cinco años fueron entre  $1,16$  y  $2,15 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ , siendo mayores en los cacaotales con respecto a los bananales y en el valle con respecto a la ladera (Cuadro 2). A nivel de parcelas, en la mayor parte de los cacaotales y bananales (56 a 86%, respectivamente) se obtuvieron bajos incrementos en volumen aprovechable ( $0 > i_v < 3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ ). La mayor variación en los incrementos se observó en los cacaotales del valle, lo que incluye los mayores incrementos en el 8% de las parcelas y una disminución de las existencias actuales en el 16% (Figura 2).

**Sostenibilidad del aprovechamiento**

Las existencias para las dos condiciones de crecimiento, manteniendo la actual tasa de corta, en promedio se incrementarán a razón de  $1,86 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en los cacaotales y de  $1,33 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en los bananales. Esto quiere decir que el aprovechamiento de madera de laurel es sostenible. La posible extracción anual máxima (volumen que se puede aprovechar de manera sostenible), es igual entonces al incremento periódico anual en volumen aprovechable más la tasa actual de extracción. Esto es  $1,86 + 0,86 = 2,72 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en los cacaotales y  $1,33 + 0,07 =$

$1,40 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$  en los bananales. A nivel de parcelas individuales, el aprovechamiento es sostenible en el 86% de los cacaotales y en el 78% de los bananales.

**Cuadro 2.** Proyección de los incrementos volumétricos de madera aprovechable ( $i_v$ ;  $d_{ap} \geq 45$  cm) de laurel por cinco años en cacaotales y bananales de indígenas de Talamanca, Costa Rica.

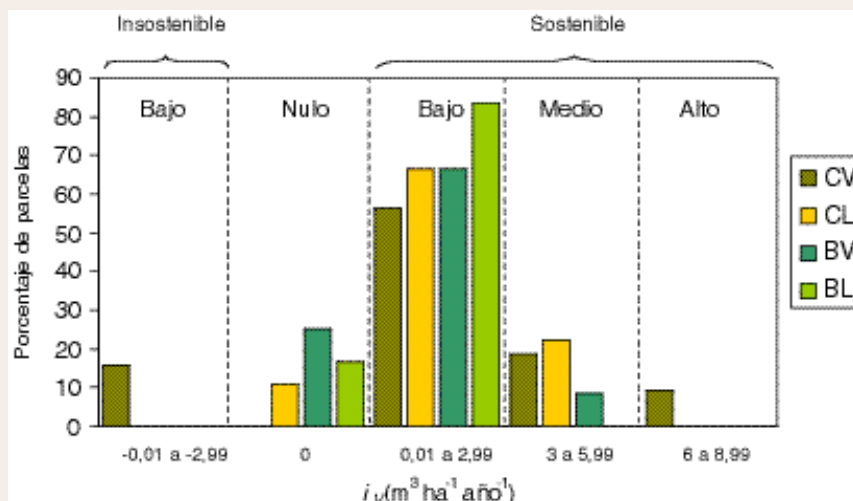
Condición de crecimiento	Sistema agroforestal	$i_v$ ( $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ año}^{-1}$ )
Valle	Cacaotal <sup>1</sup>	$2,15 \pm 0,92$
	Bananal <sup>2</sup>	$1,51 \pm 1,24$
Ladera	Cacaotal <sup>2</sup>	$1,58 \pm 0,66$
	Bananal <sup>2</sup>	$1,16 \pm 0,84$

<sup>1</sup>Incluye las categorías diamétricas de 45 a 85 cm.  
<sup>2</sup>Incluye las categorías diamétricas de 45 a 75 cm.  
 $\pm$  = ancho del intervalo de confianza con un  $\alpha = 0,05$ .

**DISCUSIÓN**

El aprovechamiento es sostenible a nivel de la población en general, aunque a nivel de parcelas existe una fracción importante que no tienen árboles de laurel o que están experimentando una disminución de sus existencias. Hacia el futuro la sostenibilidad del aprovechamiento podría ser posible en un menor número de parcelas; esto es debido al crecimiento demográfico de la población y el consecuente aumento en la demanda de madera, así como la disminución de la superficie de las fincas.

Los resultados de densidad, así como la distribución diamétrica y la intensidad de corta en ciertas clases de



**Figura 2.** Sostenibilidad del aprovechamiento de madera de laurel e incremento periódico anual en volumen aprovechable ( $i_v$ ) en parcelas de cacao y banano de indígenas de Talamanca, Costa Rica. CV y CL: cacaotales del valle y ladera, respectivamente. BV y BL: bananales del valle y la ladera, respectivamente.

diámetro, revelan la existencia de una “silvicultura indígena” del laurel. En ella se fomenta la regeneración natural y hay un manejo de la densidad del arbolado, mediante intensos raleos en las fases de brinzal y latizal. Para asegurar la sostenibilidad del aprovechamiento de madera de esta especie, se precisa fortalecer esta silvicultura indígena mediante el apoyo con reforestación, optimización del manejo de la regeneración natural, mejoramiento genético, y el control de plagas y enfermedades.

El actual aprovechamiento sostenible de madera de laurel en los cacaotales y bananales de los indígenas de Tala-

manca, podría ser un argumento más en el marco de negociación para los productos de la finca en los mercados “ambientales” y/o “justos”; es decir, para conseguir mejores precios que permitan retornar ingresos suficientes, que incentiven a los finqueros indígenas para la permanencia y mejoramiento de estos sistemas agroforestales.

## CONCLUSIÓN

El aprovechamiento de madera de laurel en los cacaotales y bananales de indígenas Bribri y Cabécar de Talamanca, Costa Rica, es sostenible bajo las actuales tasas de aprovechamiento y permite un incremento neto de las existencias de madera aprovechable.

## BIBLIOGRAFÍA CITADA

- Borge, C; Castillo, R. 1997. Cultura y conservación en la Talamanca indígena. San José, Costa Rica, Editorial Universidad Estatal a Distancia. 259 p.
- Finegan, B; Delgado, D. 1997. Los ambientes forestales tropicales y el ajuste de las especies vegetales. Apuntes del curso Bases ecológicas para el manejo de bosques tropicales. Turrialba, Costa Rica, CATIE. 21 p.
- Ford, L. 1979. An estimate of a yield of *Cederela odorata* L. (Syn. *C. mexicana* Roem) grown in association with coffee. In: G de las Salas (ed.). Proceedings of a Workshop agroforestry systems in Latin America, Turrialba, Costa Rica, March, 1979. p. 177-183. CATIE, Turrialba, Costa Rica.
- Guiracocha, G; Harvey, C; Somarriba, E; Krauss, U; Carrillo, E. 2001. Conservación de la biodiversidad en sistemas agroforestales con cacao y banano en Talamanca, Costa Rica. Agroforestería en las Américas 8 (30): 7 - 11.
- Kapp, GB. 1989. Perfil ambiental de la zona baja de Talamanca, Costa Rica. Turrialba, CR, CATIE-GTZ-DGF. 97 p. (Informe Técnico 155).
- Mann, HB; Whitney, DR. 1947. On a test of whether one of two random variables is stochastically larger than the other. Ann. Math. Statist. 18: 50-60.
- Reitsma, R; Parrish, JD; McLarney, W. 2001. The role of cacao plantations in maintaining forest avian diversity in southeastern Costa Rica. Agroforestry Systems 53: 185-193.
- Somarriba, E. 2001. *Acacia pennatula* trees and pastures, Estelí, Nicaragua. Journal of Crop Production (submitted).
- Somarriba, E; Beer, J. 1987. Dimensions, volumes and growth of *Cordia alliodora* in agroforestry systems. Forest Ecology and Management 18(2): 113-126.
- Trujillo, L. 2001. Plantas útiles de las fincas cacaoteras Bribri y Cabécar del Territorio indígena de Talamanca, Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, CR, CATIE. 128 p.
- Tschinkel, HM. 1966. Annual growth rings in *Cordia alliodora*. Turrialba 16(1): 73-80.
- Vanclay, JK. 1994. Modelling forest growth and yield: applications to mixed tropical forest. Oxford, UK, CAB International. 312 p.