

500114
C I D I A
Turrialba, Costa Rica

✓ PRODUCCION DE MADERA DEL NOGAL (CORDIA ALLIODORA)
ASOCIADO CON CAFE EN ANTIOQUIA, COLOMBIA

✓
León M. Escobar
Jorge I. del Valle

Trabajo presentado en el Curso Corto sobre Técnicas Agroforestales celebrado en el CATIE, Turrialba, del 8 al 18 de noviembre, auspiciado por USAID y el CATIE.

La publicación y distribución de este trabajo fue patrocinado por el Programa Suizo de Cooperación para el Desarrollo, DDA, por medio de INFORAT: Información y Documentación Forestal para América Tropical.

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA, CATIE
Departamento de Recursos Naturales Renovables
Turrialba, Costa Rica, 1983

PRODUCCION DE MADERA DEL NOGAL (CORDIA ALLIODORA)
ASOCIADO CON CAFE EN ANTIOQUIA, COLOMBIA

León M. Escobar*
Jorge I. del Valle*

600177

C I D I A
Turmalba, Costa Rica

INTRODUCCION

En la zona cafetera del suroeste de Antioquia, así como en otras zonas cafeteras de Colombia, ha existido la tradición de mantener asociados con la producción de café árboles maderables primordialmente con la finalidad de producir madera de alta calidad cuya venta modere en parte el impacto que en la economía campesina tienen los bajos precios del café, así como para la obtención de madera para uso doméstico. Adicionalmente el dosel formado por estos y otros árboles no maderables produce el sombrero necesario para mantener las condiciones de multiestratificación o semibosque que han caracterizado los sistemas más tradicionales y arraigados en el cultivo del café en Colombia. Entre las especies de maderas preciosas se destaca el nogal (Cordia alliodora) como la especie más empleada para esta finalidad.

Tal sistema de producción agrícola y forestal, denominado agrosilvicultura por los técnicos actuales, fue desarrollado empíricamente por los campesinos de la región probablemente desde la época de la expansión del cultivo del café en la Cordillera Central de Colombia hace unos cien años. Resulta por lo tanto inexplicable que las entidades que manejan la cuestión cafetera en el país no lo hayan siquiera reconocido como una forma de producción "sui generis" que podría eventualmente tener ventajas de orden biológico, edáfico y hasta económico.

Es un hecho que la producción de madera en las zonas cafeteras ha estimulado la industrialización rural con pequeños talleres de ebanistería e inclusive de factorías que se dedican a la producción de madera contrachapada y de muebles

* Universidad Nacional de Medellín, Colombia

terminados, todo lo cual representa una forma de diversificación de la producción de las zonas cafeteras digna de estimularse.

El presente trabajo pretende ser sólo una primera aproximación en la evaluación de la producción maderera que se puede esperar del cultivo del nogal asociado con el café en la zona cafetera del departamento de Antioquia. Tal información es básica para cualquier evaluación económica que se pretenda realizar del sistema agroforestal mencionado.

Específicamente, se construirán sendas tablas de rendimiento por calidades de sitio para el rodal en pie bajo dos supuestos esenciales: a) que las copas de los árboles se toquen como máximo lo cual da una cobertura del 84%; b) máxima cobertura del 50%.

AMBIENTE BIOFISICO

Se escogieron para el estudio seis municipios de los que conforman la llamada zona cafetera del suroeste de Antioquia, en los cuales existe una tradición arraigada de asociación entre el nogal y el café. Los municipios seleccionados fueron: Amagá, Salgar, Andes, Fredonia, Tamesis y Betania.

La citada zona cafetera cubre unos 5.099 km² y se inicia a unos 30 km al sur de la ciudad de Medellín. Toda ella participa de la abrupta topografía que rodea el profundo cañón del río Cauca el cual separa las Cordilleras Oriental y Central del sistema andino colombiano. Algunos ríos que vierten sus aguas al Cauca recorren allí pequeños valles intermontanos de pendiente más suave en los cuales se asientan las poblaciones y se encuentra concentrada la mayor producción cafetera.

Las temperaturas moderadas pero con noches frescas y la abundante pluviosidad caracterizan la región. Los registros climáticos de siete estaciones meteorológicas localizadas en la región, promedian precipitaciones entre 2.200 y 2.800 mm anuales; la temperatura promedio anual es de 20,3°C pero, dependiendo de la altitud, ésta puede variar desde cerca de 23°C a unos 1.200 m.s.n.m hasta

18°C correspondiente a altitudes de unos 1.800 m. De acuerdo con el sistema de Holdridge (1971) las condiciones bioclimáticas corresponden a la zona de vida Bosque Muy Húmedo Premontano.

Los suelos son muy variables y aunque todos en mayor o menor proporción evidencian influencias de cenizas volcánicas en su perfil, muy pocos se pueden considerar dentro del suborden Andept. Otros subórdenes de Inceptisoles se encuentran allí presentes e inclusive los suelos de tres parcelas poseen características de Molisoles. Además de las cenizas volcánicas dentro de la región existen suelos formados de rocas ígneas plutónicas (granodioritas) y lavas andesíticas así como esquistos y rocas sedimentarias del terciario las cuales se alternan con mantos de carbón.

Giraldo, Del Valle y Escobar (1980) estudiaron algunas características físicas y químicas de los suelos de 13 de las parcelas empleadas para este estudio. A continuación se presentan algunos de sus resultados: "los suelos de la zona de estudio oscilan en un rango de pH de fuertemente a medianamente ácidos. Los valores de CIC son muy variables siendo el promedio ponderado en los primeros 100 cm desde 14 hasta 58 meq/100 gr de suelo, predominando los valores medios dentro de este rango, los cuales se pueden considerar satisfactorios. El contenido de materia orgánica de los horizontes orgánicos oscila entre 1,5 y 12,8% con promedio de 4,5%. Los contenidos de nitrógeno total varían de ricos a muy ricos". "En términos generales los contenidos de fósforo disponible son bajos, pero no extremadamente bajos como los que usualmente se encuentran en los Andosoles de las zonas altas de Antioquia, y en algunas ocasiones llegan a tener cantidades adecuadas e inclusive muy altas de acuerdo con los niveles establecidos por el ICA". "El porcentaje de saturación de bases es muy variable encontrándose en el horizonte superficial valores desde 4,1% hasta 73,1%".

En relación con las propiedades físicas no encontraron los citados autores factores limitantes para el desarrollo normal del nogal.

SELECCION Y ESTABLECIMIENTO DE PARCELAS

Debido a que en los últimos años ha habido una acelerada transformación de los cafetales con sombrero en cafetales sin sombrero que emplean la variedad

caturra, fue necesario hacer exhaustivos reconocimientos dentro de la región para detectar las pocas manchas o reductos que aún subsistían de la asociación y que cumplieran con los requisitos requeridos para el estudio.

Los criterios establecidos para la selección de las parcelas fueron los siguientes:

1. Los árboles deberían pertenecer a masas aparentemente coetáneas. En consecuencia se evitaron los sitios en los cuales los árboles estaban muy distantes y con grandes diferencias de tamaño.
2. Ningún punto del perímetro de la parcela debería estar cerca del extremo del rodal ni del cafetal asociado. Esto con el fin de evitar el efecto de borde.
3. Deberían estar asociados con el cultivo del café.
4. La determinación de la edad de los árboles debería ser confiable.
5. El dosel superior debería estar conformado básicamente por árboles de nogal. Se aceptó sin embargo la presencia minoritaria de otras especies en las parcelas pero no se tomaron en cuenta para los cálculos. Estas especies fueron Inga spp., Erythrina poeppigiana, Albizia carbonaria y Cedrela odorata entre otras.
6. Los árboles deberían estar libres de plagas y enfermedades.
7. Se establecieron parcelas en rodales de nogal desde jóvenes hasta maduros. No se encontraron masas de menos de diez años con los requisitos requeridos. Se trató además de que tanto los suelos fértiles como los pobres de la región quedaron representados.

DETERMINACION DE LA EDAD

Debido a que el nogal dentro de la región cafetera de Antioquia proviene fundamentalmente de regeneraciones naturales manejadas por los campesinos y hasta

el momento casi nunca había sido plantado, sólo fue posible determinar con certeza la edad de una parcela cuya historia de plantación se conocía. Para las demás parcelas se utilizaron anillos de crecimiento, pues éstos son evidentes y anuales (Tschinkel, 1966).

En dos parcelas en las cuales los anillos fueron claramente visibles en muestras obtenidas con barreno de Pressler a 1,30 m sobre el suelo, se promediaron los anillos leídos en 5 árboles por parcela para determinar su edad. Las otras 19 parcelas requirieron derribar árboles vecinos a la parcela pero de dimensiones similares con el fin de leer los anillos en discos los cuales se pusieron en el laboratorio. La lectura de los anillos se hizo en cada cuadrante del disco y se obtuvo así un promedio. Tanto para los discos como para las muestras de barreno se calculó el número de anillos por centímetro y se estimó la edad del árbol de diámetro medio de cada parcela utilizando este dato.

El procedimiento empleado para la determinación de la edad se basa en que los rodales sean básicamente coetáneos. La curva unimodal que se presenta en la Figura 2C es típica de este tipo de asociación y avala el presupuesto mencionado. La Figura 1 muestra en perfil y proyección la asociación del nogal con el café común en la región.

DETERMINACION DEL VOLUMEN DE LOS ARBOLES

Para la correcta determinación del volumen de los árboles se obtuvo una ecuación de volumen basada en la medición de 102 árboles por secciones de 3 metros distribuidos en clases diamétricas desde 4 < 6 cm hasta 64 < 66 cm y clases de alturas de fuste desde 4 < 6m hasta 24 < 26 m. Para la cubicación de las secciones se empleó la fórmula de Smalian.

De cinco modelos analizados para determinar el volumen de los árboles en función del diámetro y de la altura del fuste, se seleccionó por su mejor ajuste el siguiente modelo logarítmico:

$$\text{Log } v = 0,89578 \text{ Log}(d^2 hf) - 3,93470 \quad /1/$$

$$R^2 = 0,983^{**} ; s = \pm 0,0955$$

Donde: $v(1)$ = volumen de un árbol con corteza, m³

d = diámetro normal a 1,30 m, cm

hf = altura del fuste, m



INDICE DE SITIO

El índice de sitio expresa la altura de los árboles dominantes a una edad fija. Por lo tanto permite comparar parcelas de diferentes edades con base en la altura que se espera tendrán, o que probablemente tuvieron (si tienen una edad menor o mayor que la edad de comparación respectivamente) estandarizándolas a una edad indicadora. El índice de sitio es también un índice de la productividad del suelo de amplia aceptación en el estudio del crecimiento de los árboles. Simultáneamente con este estudio se llevó otro cuyo objetivo fue correlacionar las características de los suelos con el índice de sitio con el fin de determinar cuáles factores edáficos influyan de manera más determinante en el mayor o menor crecimiento del nogal (Giraldo, Del Valle y Escobar 1980).

Como funciones sigmoidales que expresaran la altura de los árboles dominantes en función de la edad se ensayaron los modelos de Glendon (1971) y Schumacher (1939). Este último modelo consultó mejor los criterios de simplicidad y ajuste estadístico y por ello se seleccionó para representar el crecimiento de esta variable. La estimación de sus parámetros por mínimos cuadrados permitió obtener la siguiente ecuación:

$$\text{Log } h_{\text{dom}} = 1,50654 - 4,96301 (1/t) \dots\dots\dots/2/$$

$$R^2 = 0,875^{**} ; s = \pm 0,098$$

donde: h_{dom} = altura de los árboles dominantes, m (los 20% árboles más altos por parcela)

t = edad, años

** Significativo para $p = 0,1$

(1) La simbología empleada es la recomendada por la Unión Internacional de Investigaciones Forestales

Para Cordia alliodora se seleccionó 50 años como edad indicadora. En consecuencia a esta edad se cumple que $h_{dom} = S$; luego las curvas de índice de sitio se pueden expresar como

$$\text{Log } S = \log h_{dom} + 4,96301 (1/t - 1/50) \dots\dots /3/$$

donde: S = índice de sitio: altura promedio de los árboles dominantes a los 50 años

Empleando el método de las curvas anamórficas proporcionales (Alder, 1980) se dibujaron tres curvas de índices de sitio correspondientes a crecimientos altos medios o bajos para la especie Cordia alliodora asociada con café (Fig. 3).

Debido al escaso número de datos disponible para la construcción de la curva básica de h_{dom} vs. t, estas curvas deben considerarse preliminares. En el futuro, cuando se disponga de mayor y mejor información dentro de la región deberá recalcularse la relación. En la práctica es preferible expresarse en términos más amplios como calidades de sitio alta, media y baja, que como índices de sitio, puesto que estas curvas representan crecimientos idealizados desde el estado juvenil hasta la madurez. En la realidad pueden presentarse muchos altibajos imposibles de detectarse con la información disponible en la actualidad.

OTRAS RELACIONES EPIDOMETRICAS

Para la elaboración de tablas de rendimiento se requiere conocer como cambian en función de la edad y del sitio otras variables. Utilizando los datos originales se determinaron por mínimos cuadrados los estimadores de los parámetros de los modelos de Glendon (1971) y Schumacher (1939) para el crecimiento en diámetro medio, diámetro de dominantes y altura media. Luego se seleccionó de acuerdo con el ajuste estadístico y su adaptación al fenómeno biológico la mejor ecuación para cada variable.

Las ecuaciones finalmente seleccionadas fueron:

$$\text{Log } d_{dom} = 1,7433 - 7,9505(1/t) \dots\dots /4/$$

$$r^2 = 0,829 ; s = \pm 0,1902$$

$$\text{Log } \bar{d} = 1,8003 - 11,8290(1/t) + 34,0160(1/t)^2 - 45,7690(1/t)^3 + 31,2000(1/t)^4 \dots$$

...../5/

$$R^2 = 0,968^{**} ; s = \pm 0,0833$$

$$\text{Log } \bar{h} = 1,6317 - 12,0940(1/t) + 50,5550(1/t)^2 - 104,3100(1/t)^3 + 84,7810(1/t)^4 \dots$$

...../6/

$$R^2 = 0,956^{**} ; s \pm = 0,0814$$

donde: d_{dom} = diámetro medio de dominantes a 1,30 m, cm

\bar{d} = diámetro medio a 1,30 m, cm

\bar{h} = altura media, m

Las ecuaciones 4 hasta 6 se utilizaron para el trazado de las figuras 4 hasta 6. La línea horizontal de la altura del fuste es la altura a la cual, de acuerdo con las observaciones hechas, los árboles pierden su crecimiento monopódico y tienden a ramificarse.

RELACIONES ALOMETRICAS

Para la elaboración de las tablas de producción con la metodología aquí aplicada son necesarias varias relaciones alométricas expresadas matemáticamente. Se probaron seis modelos lineales o linearizables pero sólo se presentan los que obtuvieron el mejor ajuste de acuerdo con su coeficiente de determinación para sendas relaciones. Ellos son:

$$h_{\text{dom}} = 0,96366 d_{\text{dom}}^{0,90642} \dots /7/$$

$$r^2 = 0,853^{**}$$

$$d_{\text{dom}} = 1,98620 + 1,04254 (\bar{d}) \dots /8/$$

$$r^2 = 0,975^{**}$$

$$h_{\text{dom}} = 1,60795 + 1,06389(\bar{h}) \dots /9/$$

$$r^2 = 0,959^{**}$$

$$d_c = 0,94864 d^{0,60989} \dots /10/$$

$$r^2 = 0,886^{**}$$

donde: d_c = diámetro de copa, m

Las Figuras 7 y 8 ilustran las relaciones expresadas en las ecuaciones 7 y 10.

CONSTRUCCION DE TABLAS DE RENDIMIENTO

Dado que la producción de madera por el cultivo del nogal asociado con el café difiere en aspectos sustanciales de un monocultivo forestal, tanto en el manejo como en los criterios de densidad, no es posible utilizar metodologías convencionales para la construcción de tablas de rendimiento. La metodología que se aplique entra más en el campo de la simulación basándose para ello en relaciones biométricas estadísticamente satisfactorias y en suposiciones lógicas. Sólo el establecimiento de parcelas permanentes durante todo el turno podrán finalmente determinar con certeza los errores o aciertos del sistema. Como esta información tardará varias décadas en obtenerse, es necesario hacer esfuerzos por cuantificar estas producciones desde ahora en el entendimiento de que se trata de una hipótesis de trabajo.

Entre los limitantes encontradas para el desarrollo de tablas de rendimiento en Cordia alliodora asociado con café, se destacan:

1. Limitado número de parcelas que cumplieron con los requisitos preestablecidos.
2. Desconocimiento de su historia pasada, por lo tanto no se conoce la densidad inicial ni los volúmenes de árboles extraídos a través de varias décadas de permanencia de este sistema. Obsérvese que la lectura de los anillos permitió determinar edades que para la mayoría de los árboles osciló entre 25 y 50 años.
3. La existencia de otras especies arbóreas además del nogal dentro de las parcelas, tiende a subestimar la capacidad productiva del sitio para esta especie en algunas parcelas.
4. El manejo del cultivo arbóreo asociado no ha obedecido a criterios definidos. Por lo tanto, es posible que se hayan hecho tanto entresacas por lo alto como por lo bajo. Así mismo se presentan parcelas con densidades desde subnormales hasta sobrenormales.

Las tablas de rendimiento (Cuadros 1 hasta 3) comprenden 11 columnas de cuya forma de llenarlas se tratará en los párrafos siguientes:

Para la clase de sitio medio (Cuadro 2) las columnas 1 hasta 6 emplean las ecuaciones 2, 4, 5, 6 y 7. La columna 9 expresa el porcentaje de la superficie terrestre cubierta con la proyección de las copas. La columna 7 con la Figura 6 que delimita la máxima altura del fuste: hasta los 16,7 m donde la altura total coincide con la altura del fuste.

En la determinación del número de árboles remanentes por hectárea se decidió no emplear los registrados para las parcelas sino normalizarlos de acuerdo con el criterio de Assman (1970) de espacio de crecimiento y cobertura del piso. De acuerdo con este autor el número de árboles que pueden acomodarse en una hectárea en el momento en que sus copas empiecen a juntarse, tanto para plantaciones antiguas y sucesivamente entresacados como en regeneraciones naturales coetáneas, es una función de su diámetro de copas y tiende hacia una distribución mixta (intermedia entre el mínimo que correspondería a un espaciamiento cuadrado y el máximo que corresponde a un triángulo equilátero). La función que expresa el número de árboles por hectárea en dependencia del diámetro de copas promedio se expresa como:

$$n = \frac{10.000}{d_c^2} \times 1,072 \dots\dots\dots/11/$$

En la Figura 9 se representa por líneas continuas la ecuación anterior para los tres índices de sitio aquí considerados. Se aprecia que a partir de unos 25 años el número de árboles por hectárea real se sitúa a ambos lados de la línea promedia ($d_c = 26$ m) en forma bastante equilibrada. Para las edades de menos de 25 años las curvas sobreestiman los árboles realmente encontrados. Esto probablemente se debe o bien a que los campesinos al hacer las limpiezas dejan muy pocos árboles de nogal o a una baja regeneración natural en esos lotes.

Los objetivos de este trabajo implican no tanto la cuantificación de la producción actual de madera de nogal asociado con café, cuanto lo que se podrá producir partiendo de ciertas suposiciones. En este contexto se podría pensar

en la plantación forestal asociada con el café con espaciamientos similares a los que se emplean para las especies de sombrío en la región. También es necesario prescribir un sistema de entresacas por lo bajo que al tiempo que disminuyen la cobertura dejen sólo los árboles con mayor potencial como productores de madera para la cosecha final.

Se sabe que la máxima producción de café se logra con cierto grado de sombrío especialmente cuando se usa poco fertilizante o en suelos pobres según lo indican los trabajos presentados por Murray y Nichols (1963). Este es un aspecto de especial trascendencia cuando los precios del café son bajos. Eskes (1982) encontró que en algunos cafetos la resistencia a la roya se hace más patente en el cultivo bajo sombra.

Basado en lo anterior se presenta para cada calidad de sitio la producción de madera para dos opciones de sombra. La primera opción consiste en un sombrío relativamente denso en el cual la máxima área cubierta por las copas es del 84%. En este momento las copas de los árboles maderables se tocan y se deberá entresacar. En la práctica esto equivale a la cobertura promedia de las parcelas de más de 25 años empleadas para este estudio así como a la cobertura que da un sombrío de Inga spp. tal como se le utiliza tradicionalmente. La segunda posibilidad es un porcentaje de cobertura del 50%.

El área basal (columna 10) se calcula con base en el número de árboles y en el diámetro medio. En forma similar se calcula el volumen en pie pero teniendo en cuenta la altura del fuste y la ecuación /1/.

En la construcción de las tablas para las calidades de sitio bajo y alto se empleó el método de curvas proporcionales, mediante el cual se pueden construir familias anamórficas de curvas, similar al utilizado para las curvas de índice de sitio. Se trata de encontrar ecuaciones que describan la evaluación de los diámetros y alturas para estas calidades de sitio en función de la edad, aprovechando para ello las curvas patrones promedias y relaciones alométricas previamente establecidas.

La Figura 7 que representa la ecuación /7/ permite establecer que para la edad indicadora a la cual se establecieron las curvas de índices de sitio, el

diámetro de dominantes será + 7,5 cm en relación con el correspondiente al índice de sitio medio, para los sitios de calidad alta y baja respectivamente. O sea que a los 50 años el diámetro de dominantes deberá ser de 45,9 cm para s = 31 m y de 30,9 para s = 21 m. Luego la ecuación 14/ se puede reescribir de la siguiente forma:

$$\text{Log } d_{\text{dom}} = \text{log } d_s + 7,95047 (1/50 - 1/t) \dots\dots\dots/12/$$

30,9 para s = 21 m

donde: $d_s = 38,4$ para s = 26 m

45,9 para s = 31 m

Esta familia de curvas se representa en la Figura 4.

De igual forma se procedió con la relación alométrica de la ecuación /8/ la cual expresa el diámetro de dominantes en función del diámetro medio. Se encontró que a los 50 años el diámetro medio para los índices de sitio bajo medio y alto es de 30,25 cm, 37,75cm y 45,25 cm respectivamente. La ecuación 15/ puede ser escrita entonces en una forma más general como

$$\text{Log } \bar{d} = \text{log } \bar{d}_s - 11,829(1/t) - (1/50) + 34,0168 (1/t)^2 - (1/50)^2 - 45,7699(1/t) - (1/50)^2 + 31,2004 (1/t)^3 - (1/50)^3 \dots\dots\dots/13/$$

30,25 cm para s = 21m

donde: $\bar{d}_s = 37,75$ cm para s = 26 m

45,25 cm para s = 31 m

Finalmente, la relación alométrica que expresa la altura de dominantes en función de la altura media, ecuación 9, permitió determinar que si a los 50 años, la altura media según la curva base es de 25,65 m, la altura media correspondiente a los índices de sitio bajo y alto estarían 4,75 m por debajo y por encima respectivamente de esta cifra. En consecuencia la ecuación /6/ se transforma en la siguiente:

$$\text{Log } \bar{h} = \text{log } \bar{h}_s - 12,0940 (1/t) - (1/50) + 50,5552 (1/t)^2 - (1/50)^2 - 104,3180 (1/t)^3 - (1/50)^3 + 84,7817 (1/t)^4 - (1/50)^4 \dots\dots\dots/14/$$

20,9 m para s = 21 m

donde $\bar{h}_s = 25,65$ m para s = 26 m

30,4 m para s = 31 m

En la Figura 6 se representa la gráfica de la ecuación anterior.

El empleo de las ecuaciones derivadas permite el cálculo de las cifras p presentadas en las tablas de rendimiento para las calidades de sitio alto y bajo representados en los Cuadros 1 y 3.

El lento crecimiento inicial aquí registrado puede atribuirse a la escasez de parcelas jóvenes o a que los árboles en los estados brinsal y latisol crecieron bajo los cafetales con gran restricción de luz. (Figuras 1 y 2). Árboles jóvenes a plena exposición dentro de la misma región han tenido un crecimiento inicial sustancialmente mayor y más que duplican lo aquí previsto hasta los cinco años.

Tampoco parece a primera vista muy justificable sustentar los mismos crecimientos diamétricos tanto para coberturas del 84% como para 50%. Se debe considerar que realmente en ambos casos las densidades no son muy altas, en ningún caso el área basal supera los $15 \text{ m}^2/\text{ha}$. De acuerdo con Sarling (1967) hasta tal área basal los árboles crecen prácticamente como individuos. Bajo esta hipótesis el empleo de las mismas cifras estaría justificado.

Las tablas aquí presentadas no incluyen la producción de las entresacas las cuales pueden tener diversos usos tanto doméstico como industriales e incrementan sustancialmente la producción total.

Los volúmenes calculados incluyen la corteza. Pérez (1954) en Costa Rica encontró que el porcentaje de corteza en esta especie es del 10% en árboles de grandes dimensiones. Para diámetros aserrables de cerca de 30 cm se encontró en Antioquia que la corteza representa cerca del 15% del volumen total.

BIBLIOGRAFIA.

1. ALDER, D. Estimación del volumen forestal y predicción del rendimiento, Vol. 2. Estudios FAO: Montes 22/2. 118 páginas más 80 de apéndices. 1980.
2. ASSMAN, E. The principles of forest yield study. Pergamon Press, Oxford, 1970. 506 p.
3. ESKES, A.B. The effect of light intensity on incomplete resistance of coffee to Hemileia vastatrix. Netherland Journal of Plant Pathology 85(5):191-202. 1982.
4. GIRALDO, L., DEL VALLE, J.I., ESCOBAR, M. El crecimiento del nogal (Cordia alliodora) en relación con algunos factores climáticos, edáficos y fisiográficos en el suroeste de Antioquia. In Simposio IUFRO/MAB/SERVICIO FORESTAL. Producción de madera en los neotrópicos por medio de plantaciones. Puerto Rico, 8-12 sep. pp. 32-44. 1980.
5. GLENDON, W., SMALLEY, D. and BOWER, R. Site index curves for lobeolly and short leaf pine fields in Tennessee, Alabama, and Georgia highlands. Forest Service, U.S. Dept. of Agriculture. 1971. 12 p.
6. MURRAY, D.B. y NICHOLS, R. Light, shade and growth in some tropical plants. In Light as an Ecological Factor. Ed. por R. Bainbridge, G.C. Evans y O. Racham. 1965.
7. PEREZ, C.A. Estudio forestal del Laurel (Cordia alliodora). Tesis Magister Scientiae, IICA. Turrialba, Costa Rica. 1954. 183 p.
8. SARLING, P. Un modèle de croissance pour les plantations forestières en milieu tropical. Bois et Forêts des Tropiques. 114:3-21. 1967.
9. SCHUMACHER, F.X. A new growth curve and its application to timber yield studies. Journal of Forestry 37:819-820. 1939.