

# Carapa guianensis Aubl., posible alternativa para el problema del barrenador de las Meliaceae de los trópicos<sup>\*1/</sup>

—CARLOS SANTANDER\*\*, WALDEMAR ALBERTIN\*\*\*

## ABSTRACT

*Carapa guianensis Aubl., is one of the marketable timbers from the humid tropical forests of Latin America with good prices on the international market.*

*This paper is published as a contribution to the study of the silviculture of the Carapa guianensis, of which there is little data available. The study was conducted in an experimental plantation in the "Premontane Wet Forest", according to Holdridge's system of life zones, located at the Tropical Agricultural Research and Training Center (CATIE), in Turrialba, Costa Rica.*

*The variables studied included total height, crown diameter and bark thickness. The site factors measured included altitude, precipitation, average temperature, and soil capacity for plant production.*

*The study analyzes the relationships between age/height, dbh/total height, dbh/crown diameter, dbh without bark/dbh with bark. The following characteristics were also calculated: commercial volume with bark (m<sup>3</sup>), percentage of bark volume, plant mortality, and mean annual growth rings*

## Introducción

LA CAOBA y el cedro son dos especies forestales latinoamericanas cuyas maderas tienen un prestigio mundial y están bien cotizadas en el mercado internacional. Ambas especies, de los géneros *Swiebia* y *Cedrela*, respectivamente, pertenecen a la familia Meliaceae y tienen su distribución natural limitada exclusivamente a América Latina y las Islas del Caribe (8).

No obstante el alto valor económico que tienen estas especies para el continente, ha sido virtualmente imposible, hasta el momento, cultivarlas económicamente en plantaciones en América Latina, debido a los frecuentes ataques de la larva de *Hypsipyla grandella* Zeller, un barrenador que ataca varias partes del árbol pero principalmente los brotes (8).

Para reducir los ataques de *Hypsipyla* sobre las Meliaceae existen varias recomendaciones, las cuales generalmente se refieren a la mezcla en plantaciones de las Meliaceae con otras especies forestales, manejo de sombra, tipo de suelo y tratamientos que limitan la propagación del insecto. También se está investigando el uso de insecticidas sistémicos y el control biológico para combatir la *Hypsipyla* (8).

Por otro lado, es bastante conocida la heterogeneidad de nuestros bosques tropicales y casi desconocido su potencial maderero y la calidad de las especies que encierra. Desde este punto de vista, se hace necesario contar con más datos sobre otras especies de valor comercial, ya que nuestro conocimiento sobre las mismas se restringe sólo a cinco especies bastante conocidas: cedro, caoba, pochote (*Bombacopsis quinatum*), laurel (*Cordia alliodora*) y cenízaro (*Pithecolobium saman*).

Con este motivo se ha preparado el presente trabajo cuyo objetivo es observar el comportamiento en plantación de *Carapa guianensis* Aubl., en su respuesta a los factores edáficos y climáticos bajo las condiciones de "bosque muy húmedo premontano" de la Zona Atlántica de Costa Rica. Los objetivos específicos son

\* Recibido para publicación el 11 de junio de 1978

1/ Parte del trabajo de tesis del Estudiante Graduado Carlos Santander Flores, Escuela para Graduados IICA, Turrialba, Costa Rica, y ampliado 1977-78.

\*\* Especialista Forestal de la Unidad de Recursos Naturales de la Oficina de Planificación Sectorial Agropecuaria-OPSA, Apartado 10094, San José, Costa Rica, 1978. Profesor de Inventarios Forestales en la Escuela de Ciencias Ambientales de la Universidad Nacional de Heredia, Costa Rica, 1977.

\*\*\* Dasonomo, Turrialba, Costa Rica

estudiar relaciones entre la edad con la altura total; diámetro a la altura del pecho (DAP) con la altura total; el volumen de corteza en porcentaje y relación entre el DAP sin corteza y el DAP con corteza; así también, determinar el volumen del árbol y el crecimiento medio anual de la especie.

#### Revisión de literatura

##### General

Nombre botánico:

a) *Carapa guianensis* Aubl (Meliaceae)

Sinónimo:

b) *Carapa nicaraguensis* C. DC (12)

Nombres comunes:

*C. guianensis*, cedro macho y caobilla (Costa Rica); andiroba (Perú) (22); figueroa (Ecuador); najesi (Cuba); cedro bateo (Panamá); tangaré, masábalo (Colombia); carapo, carapa, colorada, caoba de Guayana, caobillo (Venezuela); false mahogany (Honduras Británica); crabwood, crappo (Trinidad); crabwood, karaba (Guyana); bois rouge carapat (Guadalupe); carapa rouge, carapa (Guyana Francesa); krappa (Surinam); andiroba, yandiroba (Brasil) (18); sapo, tololo (El Salvador) (9).

##### Distribución natural

El género *Carapa* parece ser mayormente restringida a una zona de vida, "muy húmeda tropical" Va a la zona de vida "húmedo tropical" en la parte de ciénaga. No existe en el premontano en los trópicos ni en los subtropicos. Es más restringido en cuanto a biotemperaturas que *Cedrela* y *Swietenia* (4, 5, 11, 12, 19, 22)

La distribución del *C. guianensis* abarca desde Belice y Honduras hasta Ecuador, Perú, Brasil y las Guayanas; también en las Antillas, Cuba, República Dominicana y Haití, Guadalupe, Dominique, San Vicente, Trinidad y Tobago (12, 18, 20)

Se encuentra esporádicamente mezclado con otros árboles de monte húmedo, pero suele encontrarse también en formaciones casi puras, donde se hallan ejemplares con 36 m de altura y 1.50 m de diámetro en la base (5). Crece generalmente a orillas del mar en toda la zona tropical de América (6)

##### Descripción general del árbol

Según Jiménez-Saa (16), es un árbol de grande a muy grande; aletones mediana a pobremente desarrollados, equiláteros, un poco laminares; fuste circular de color amarilloso; el ritidoma se desprende en placas irregulares y deja cicatrices permanentes; presenta lenticelas diminutas, escasas, distribuidas irregularmente por sectores. Ritidoma de grosos irregular

Corteza viva de grosor medio; capa externa quebradiza-vidriosa, con inclusiones arenosas rojas y anaranjadas; capa interna rosada, fibrosa no quebradiza. No presenta exudados. Hojas paripennadas, con 4 a 6 pares de foliolos; alternas, sin estípulas, agrupadas al final de las ramillas; papiráceas, glabras por ambas caras; cuando jóvenes son rosadas. Flores en panículas, de color amarillento, pequeñas con cuatro pétalos y cuatro sépalos. Florece de febrero a marzo y sus frutos maduran de marzo a abril del año siguiente. Frutos en cápsulas más o menos globosa con numerosas semillas. Este árbol alcanza 35 m de alto y el tronco 1 m o más de diámetro, con raíces tablares grandes y la copa tupida (5, 12, 18). Hojas sin crecimiento terminal. Semillas sin alas, fruto grande, de más de 5 cm de diámetro (13)

##### Aspectos silviculturales

*Clima* Marshall (20) indica que el cedro macho no es una especie apropiada para crecer en sitios abiertos, más bien es un árbol de sombra; son más frecuentes los árboles jóvenes de esta especie en los bosques naturales. El mismo autor afirma que para los árboles jóvenes es necesario una cierta cantidad de sombra, pero más tarde es indispensable que haya bastante luz para un rápido crecimiento.

*Suelos* A pesar de que el brinzal desarrolla una raíz principal profunda, los árboles adultos tienen el sistema radicular muy superficial (20)

Al contrario de otras especies, el *C. guianensis* se desarrolla en sitios mal drenados y en condiciones muy variables de humedad, incluyendo los pantanos; en los pantanos de agua dulce, a veces se presentan en formaciones puras (22). Puede ser encontrada en los terrenos arcillosos, en depósitos de arena y en suelos pedregosos, en las partes llanas, si hay suficiente disponibilidad de agua; puede desarrollar también en las pendientes, principalmente cerca de los ríos y riachuelos.

*Recolección* Debido al gran tamaño de las semillas, un árbol no puede producir grandes cantidades de éstas. Durante las recolectas de muestras (Becker 1973. Comunicación personal), el máximo de semillas recogidas bajo el árbol padre fue de aproximadamente 300 semillas. Como parte ya estaba germinada y parte consumida por los roedores, un árbol padre puede producir un poco más de esta cantidad por año.

La recolección es fácil, pues como las semillas son grandes y pesadas, cuando maduran caen bajo los árboles padres, a donde es fácil de encontrarlas. En Costa Rica, los frutos empiezan a caer de los árboles a principios de agosto y continúa hasta mediados de octubre. (V. Becker 1973. Comunicación personal).

Las semillas de esta especie, pierden la viabilidad con mucha rapidez (20). Los mejores resultados para la germinación se consiguen en las 6 semanas después de recolectadas; la semilla de esta especie no se presta bien para el almacenamiento; si hay que almacenarla, es mejor ponerla bajo sombra.

**Germinación:** La germinación de esta especie es hipógea (20). Las semillas no germinan bien en los terrenos alagadizos.

**Plantación:** La especie crece rápidamente, comenzando con una raíz profunda que la hace difícil de trasplantar (5). Para la repoblación, se recomienda la siembra directa bajo techo natural claro, como se siembra el café, poniendo 3 ó 3 semillas en cada hoyo de dos pulgadas de profundidad. Para la siembra directa no es necesario trabajar el terreno, la semilla simplemente debe ser colocada directamente en el suelo (20).

**Trasplante:** No da buenos resultados trasplantar en la estación seca (20). El método de trasplante usado en Trinidad es el de arrancarlos con un año de edad (0,90 m de altura) dejando por lo menos 12 - 15 cm de raíz principal. Con los arbolitos en estas condiciones, el trasplante puede ser realizado con suceso, sin usar un terrón de tierra, con un alto porcentaje de prendimiento (20).

**Espaciamientos:** En Trinidad (20) el espaciamiento usual adoptado es de 1,5 × 1,5 m o 1,8 × 1,8 m. En los primeros años de desarrollo, el arbolito no desarrolla ramas laterales largas, pudiendo crecer hasta 6 m de altura como un palo alargado cubierto de hojas.

**Crecimiento:** En Trinidad se informa que esta especie es de crecimiento rápido moderado, acusando a los cinco años de edad un promedio de 1,5 m de altura anual y el crecimiento en diámetro a la misma edad es de 1,46 cm/año (20).

Mediciones realizadas en el mismo lugar de plantación en la especie *Guarea longipetiolata* presenta un incremento medio anual en altura de 1,07 m/año y en diámetro un incremento de 1,63 cm/año, a la edad de 10 años. Esta misma especie tiene un incremento medio anual en volumen de 7,266 m<sup>3</sup>/ha/año (24). El porcentaje de supervivencia para esta especie, a la misma edad, fue de 100.

**Daños entomológicos:** El mayor problema en Trinidad es ocasionado por las larvas de *Hypsipyla grandella* (Zeller). La larva ataca los brotes terminales en las plantaciones jóvenes, ocasionando la muerte del brote terminal, pero los árboles desarrollan otro brote que sigue el desarrollo terminal del arbolito (20). En Brasil se observó el mismo daño (V. Becker 1973. Comunicación personal).

Los frutos de *C. guianensis* son atacados por las larvas de *Hypsipyla ferrealis* (Hampson) (V. Becker 1973. Comunicación personal). El ataque puede afectar hasta el 50 por ciento de las semillas. No obstante, parece que el ataque no es un factor muy limitante a la regeneración natural de esta especie. El mayor daño a las semillas es ocasionado por los roedores y los chanchos de monte que se alimentan de estas semillas, llegando a veces a consumir toda la carga de

semillas botadas por un árbol, como fue observado en la Península de Osa, Costa Rica.

**Daños fitopatológicos:** No se cuenta con información en la literatura de que el *C. guianensis* sufra ataque de algún hongo o bacteria.

#### *Propiedades de la madera*

**Generalidades:** La madera de *Carapa sp.* se asemeja a la caoba (*Swetenia s.p.*) y también algunas veces a la de *Cedrela*, en cuanto a color, apariencia general y en algunas propiedades físicas y mecánicas, pero no tiene el alto lustre y figura atractiva que presentan las mejores calidades de caoba (17, 22).

La madera es castaño-rojiza, bastante dura y fuerte, de durabilidad aceptable; peso específico de 0,60 - 0,75 secado al aire. La madera será un posible sustituto de la caoba, por sus múltiples usos. El grano no es suficientemente atractivo como para trabajos de mueblería (21).

La textura varía de gruesa a fina, siendo generalmente mediana. El lustre es mediano, siendo a menudo escaso en la superficie tangencial, y algunas veces elevado con reflejos dorados en la superficie radial.

**Propiedades físicas y mecánicas:** La madera de *Carapa* ensayada en el Laboratorio de Productos Forestales de Costa Rica, resultó moderadamente difícil de preservar. El peso específico, secado al horno, en volumen verde es de 0,53 y peso y volumen secados al horno, 0,60 (7). Los valores de contracciones radial y tangencial de esta especie son moderados: 4,9 y 8,2 por ciento. Presentó también valores altos tanto en flexión estática como en dureza. Es fácilmente trabajable y pueden lograrse acabados lisos al cepillado (7).

La madera de *Carapa* ensayada en el Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad Nacional Agraria, de Lima, Perú, resultó bastante difícil al secado y preservado. El peso específico, secado al horno, en volumen verde es de 0,54 y peso y volumen secados al horno 0,60 (23). Los valores de contracción radial y tangencial de esta especie son moderados: 13,9 y 8,0 por ciento. Es también fácil de trabajar (23).

Es moderadamente fácil de secar pero seca algo lentamente y tiende a desarrollar rajaduras superficiales (25).

**Usos:** Hess, Wangaard y Dickinson (10) opinan que la madera de *C. guianensis* parece adecuada para muchos usos; estos incluye muebles sólidos, partes de muebles, chapas, madera contrachapada, pisos para viviendas e industriales y guarniciones internas; iguales usos se citan para Costa Rica (7).

En Colombia (16, 18) es usada en construcción y muebles. Posee características similares a *Calophyllum brasiliense* Camb.

En el Perú (23) es usada en construcción interior y exterior, revestimiento, toneles, tejas, canoas, muebles, carrocerías, vigas y mástiles. Es apreciada por los

fabricantes de zapatos para hacer tacones. También es buena para chapas, contrachapado, pisos, parquets, obras de torneado.

De las semillas se obtiene un aceite muy apreciable, amarillo, consistente como la mantequilla y se emplea en la fabricación de jabones. La madera es muy durable en el agua, aparente para diques, armazones de lanchas, botes y canoas. La corteza astringente se emplea en algunos países de América contra la disentería. Las cortezas son febrífugas. La madera es inatacable por los insectos (9). En Surinam (20), la pulpa de esta especie en combinación con otras 14 especies locales, resultaron muy buena para papel de buena calidad.

#### Materiales y métodos

Las observaciones se realizaron en una plantación experimental de *Carapa guianensis* Aubl del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), situada, según los datos meteorológicos (15) y el sistema Holdridge (14) en las zonas de vida natural de "bosques muy húmedo premontano".

#### Descripción del suelo

La plantación en estudio está ubicada en el Arbotum Viejo. Según Aguirre (1), la plantación corresponde a la serie La Margot, fase normal. Según la clasificación por su capacidad de uso (1), este suelo está dentro de "tierras aptas para cultivos y ganadería en pastos cultivados".

#### Selección de la muestra

En la plantación se seleccionó el árbol que tuviera el "diámetro cuadrático medio" y la "altura media simple" exactos o más próximos (24).

El objeto de esta selección del árbol representativo del lote era determinar el factor volumétrico de forma (factor mórfico) y así poder determinar el volumen total de cada uno de los árboles y finalmente el volumen total por hectárea. La cubicación de éstos árboles se hizo por la fórmula de Smalian (3).

#### Variables medidas

Se tuvieron en cuenta ocho variables y que son las siguientes (24): diámetro a la altura del pecho (DAP), altura total y del fuste, diámetro de copa, grosor de corteza, forma de árbol (se trabajó con el factor volumétrico de forma  $f$ ), anillos de crecimiento, aspecto fitosanitario y espacio vital (para determinar el área de la plantación).

Se utilizó el 'f' a la altura del pecho, con Área Basal a 1,30 m del suelo y  $L =$  altura total, por ser plantación joven y no alcanzar el límite de 10 cm de diámetro al DAP.

Para estudiar las relaciones, se utilizaron cuatro modelos matemáticos, lineal, logarítmico, geométrico y cuadrático.

El criterio que se siguió para escoger cualquiera de los cuatro modelos en las relaciones estudiadas, estuvo dado por el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), que expresa el porcentaje de variación asociada entre variables. Se eligió el modelo que presentara el mayor  $R^2$  y con mayor frecuencia.

#### Resultados

Los datos de las mediciones de campo de un total de 11 árboles de *Carapa guianensis* de 6 años de edad, plantados  $4,00 \times 4,00$  m en 1966, están indicados en el Cuadro 1.

Cuadro 1.—Datos sobre DAP, altura total, altura del fuste, diámetro de copa y grosor de corteza a 1,30 m sobre el suelo de *Carapa guianensis* Aubl de seis años de edad (1972).

Nº árbol	DAP (cm)	Altura total (m)	Altura del fuste (m)	Diámetro de copa (cm)	Grosor de Corteza (m)
001	7,1	6,20	2,20	1,55	0,50
002	9,8	9,50	2,50	1,68	0,45
003	4,5	4,70	1,80	1,00	0,40
004	9,7	10,00	2,80	1,45	0,60
005	5,4	5,30	1,80	1,20	0,40
006	7,0	7,00	2,30	1,35	0,45
007	9,8	8,50	3,20	1,90	0,80
008	7,3	7,20	3,25	1,85	0,60
009	12,9	12,30	4,80	1,85	0,60
010	8,4	6,30	2,90	1,85	0,55
011	11,0	9,10	3,95	2,33	0,60
Media	8,45	7,83	2,86	1,64	0,54

#### Relaciones

- Para la relación edad-altura total, el modelo que dio mejor ajuste fue la ecuación geométrica. En la Figura 1 se presenta el resultado de esta relación.
- Para la relación DAP-altura total, el que dio mejor ajuste fue la ecuación logarítmica y se muestra en la Figura 2 el resultado de esta relación.
- La relación DAP-diámetro de copa está presentada en la Figura 3.

La expresión matemática que mejor ajuste dio fue la ecuación lineal; el coeficiente  $b$  es 0,1095 m que aumenta el diámetro de copa al aumentar el DAP en una unidad.

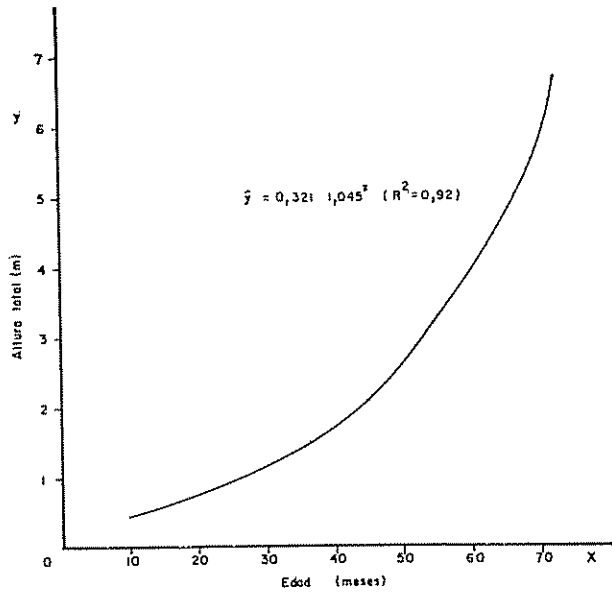


Fig 1 —Relación edad-altura de *Carapa guianensis* Aubl. en Costa Rica.

d) Para la relación DAP-volumen de corteza en porcentaje (Vc %), modelo que mejor ajuste dio fue la ecuación logarítmica.

El resultado de esta relación se presenta en la Figura 4

El coeficiente *b*, que es la tasa logarítmica que indica la velocidad de crecimiento del volumen de corteza en por ciento por unidad de DAP, es negativo y su valor es de  $-0,4875 \%$ /cm de DAP.

**Volúmenes**

Para la determinación de los volúmenes de los árboles con corteza, se requirió conocer primero el "volumen exacto del árbol", para lo cual se cubicó por la fórmula de Smalian el árbol apeado, seleccionado a base del "diámetro cuadrático medio" y la "altura media simple", en la plantación.

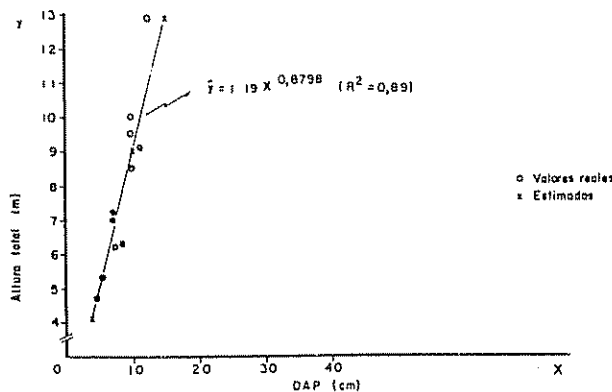


Fig 2 —Relación DAP-altura total de *Carapa guianensis* Aubl. en Costa Rica

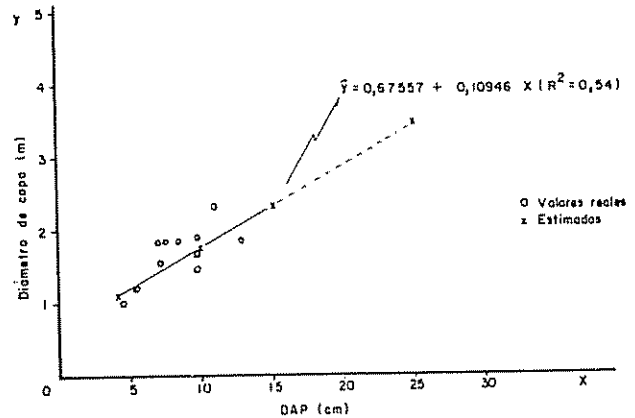


Fig 3 Relación DAP-diámetro de copa de *Carapa guianensis* Aubl. en Costa Rica

Una vez determinado el factor volumétrico de forma (*f*), se halló el volumen de cada uno de los árboles por la siguiente fórmula:

$$Va = AB \times At \times f$$

Donde: Va = Volumen del árbol (madera + corteza)

AB = Area basal calculada a base del DAP.

At = Altura del fuste limitada por la primera rama u hoja viva

f = Factor mórfico.

Los resultados de este análisis se encuentran en el Cuadro 2.

Cuadro 2.—Volumen total con corteza y volumen de corteza en porcentaje de 11 árboles de *Carapa guianensis* en 192 m<sup>2</sup> de área.

Nº árbol	Volúmen con corteza (m <sup>3</sup> )	Volúmen de corteza %	K <sup>1/2</sup>
1	0,013	26,185	0,859
2	0,038	17,523	0,908
3	0,004	32,395	0,822
4	0,039	23,211	0,876
5	0,006	27,434	0,852
6	0,014	24,061	0,871
7	0,034	29,987	0,837
8	0,016	30,174	0,836
9	0,084	17,739	0,907
10	0,018	24,475	0,896
11	0,045	20,628	0,891
<b>Total 11 árb.</b>	<b>0,311**</b>		

\* Se trabajó con el volumen total porque el límite comercial de 10 cm de diámetro no se ajustaba por ser plantación joven.

\*\* 0,311 m<sup>3</sup> en 192 m<sup>2</sup> de área = 16,1979 m<sup>3</sup>/ha.

1/2 K: DAP sin corteza/DAP con corteza.

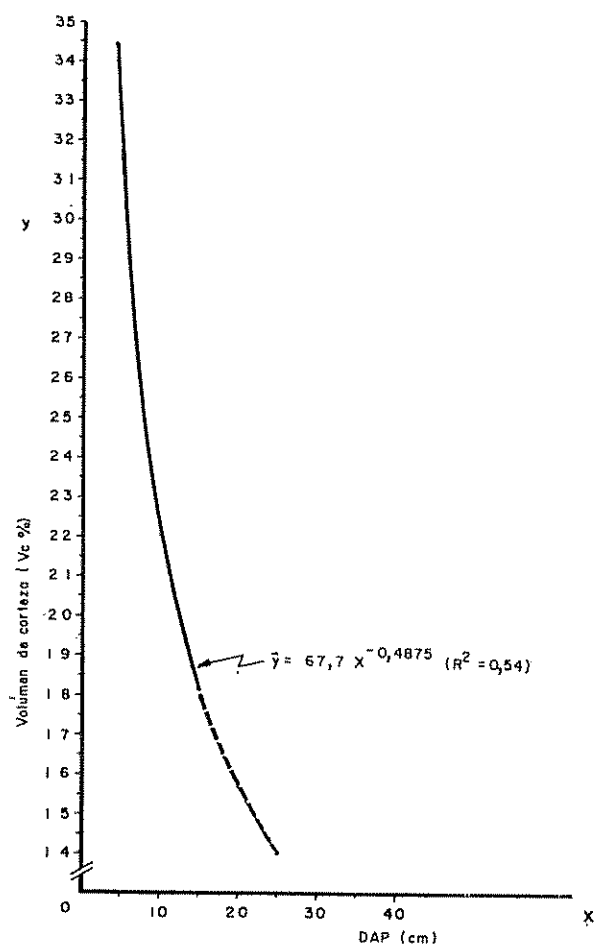


Fig. 4.—Relación DAP-volumen de corteza de *Catapa guianensis* Aubl. en Costa Rica.

#### Corteza

Para la determinación del porcentaje del volumen de corteza se utilizó la fórmula:  $Vc\% = (1 - K^2) 100$ .

Donde:  $K = \frac{\text{DAP sin corteza}}{\text{DAP con corteza}}$

$Vc\% = \text{Volumen de corteza en porcentaje.}$

Los resultados de este análisis se encuentra en el Cuadro 2.

Según el Cuadro 2, se observa que la relación entre DAP sin corteza y DAP con corteza (K), varía de acuerdo al diámetro de la especie. El volumen promedio de corteza es de 24,89 por ciento por árbol.

#### Incremento y supervivencia

Para la determinación del "Incremento o crecimiento medio anual" (IMA) del volumen, se relacionó el volumen total con corteza por hectárea entre

la edad de la plantación en años, mediante la siguiente fórmula:

$$\text{IMA} = \frac{\text{Vol. con corteza (m}^3/\text{ha)}}{\text{edad (años)}} = 2,699 \text{ m}^3/\text{ha/año}$$

El incremento medio anual en altura fue 1,30 m y 1,42 cm en DAP

La supervivencia fue muy buena, 91,67 por ciento.

#### Sanidad

No hubo ataque de plagas y enfermedades

#### Anillos

Los anillos de crecimiento se observaron en cortes transversales, cerca de la base, en el árbol apeado para su cubicación. Fue difícil establecer si esos anillos eran verdaderos o falsos, a pesar que en las muestras se hizo el pulido, tratándose con alcohol y observándose con lupa.

#### Discusión

El incremento medio anual en altura de 1,30 m de esta especie, es ligeramente inferior al obtenido en Trinidad (20) de 1,5 y superior a la especie *Guarea longipetiola* en el mismo lugar de plantación y con menor edad (24). El crecimiento medio anual en diámetro de 1,42 cm es ligeramente inferior también al obtenido en Trinidad (20) y así también con respecto a la *G. longipetiola* del Arboretum Viejo de 10 años de edad (24).

En la supervivencia, el *C. guianensis* muestra inferioridad con respecto a la especie *G. longipetiola* en el Arboretum Viejo (24). La causa de la mortalidad ha sido debida a un daño mecánico por un herbívoro en el inicio de la plantación y no a un daño entomológico ya que no se ha notado hasta el momento ataques de la larva *Hypsipyla ferrealis* (Hampson).

La forma y aspecto del crecimiento de los árboles es bastante bueno. Fuste recto y libres de ramas en los primeros 2,86 m como promedio a los seis años de edad. Son pocos todavía los datos que existen sobre el crecimiento en plantaciones de esta especie; no se encuentran en la literatura tablas volumétricas. Se observó que dos árboles no tuvieron buen crecimiento con respecto a los demás en la misma plantación, los que se notaban muy delgados, debido a que estaban muy próximos a una plantación de *Colubrina arborescens*, lo que hace pensar que esta especie reacciona positivamente al efecto de la dosificación de la luz y a la liberación de la vegetación indeseable (26).

El incremento medio anual en volumen total con corteza alcanzado por esta especie es inferior al obtenido por la especie *G. longipetiola* (24).

## Conclusiones

- 7—La especie *Carapa guianensis* Aubl. tuvo un comportamiento muy bueno y se recomienda su plantación en el "bosque muy húmedo premontano", si tomamos en cuenta el crecimiento en altura y diámetro y al juzgar la forma y aspecto de los árboles, en comparación con su habitat natural.
- 2—Los factores climáticos y edáficos han tenido influencia primordial en el comportamiento de esta especie en lo que se refiere a altura y diámetro de los árboles. El mayor impedimento al crecimiento de los árboles parece ser el drenaje del suelo y sus efectos correlacionados, capa freática y profundidad de raíces.
- 3—Para la relación edad/altura total, se observa que la tendencia es geométrica y serviría para estimar el año que la altura deja de crecer en forma rápida y pasar a la siguiente etapa de su vida.
- 4—Para la relación DAP/altura total, la tendencia de la curva que mejor se ajusta es la logarítmica y serviría para estimar el año en que la plantación llegaría a producir la mayor cantidad de madera en el período más corto.
- 5—Para la relación DAP/diámetro de copa la tendencia que mejor se ajusta es la lineal y serviría para estimar el diámetro de copa en base al DAP en plantación mayor.
- 6—El coeficiente de determinación de la ecuación logarítmica indica que a medida que aumenta el diámetro, el volumen de corteza en porcentaje va disminuyendo. Este porcentaje de volumen de corteza depende sobre todo del diámetro.
- 7—Se ha obtenido una supervivencia muy buena, debido a que la plantación no sufrió daño entomológico por la larva *Hypsipyla ferrealis*.

## Literatura citada

1. AGUIRRE ASTE, V. Estudio de los suelos del área del Centro Tropical de Enseñanza e Investigación, IICA, Turrialba, Costa Rica, Tesis Mag. Cc. IICA, 1971.
2. BEYER, W. H., ed. Handbook of tables for probability and statistics. Cleveland, Ohio, Chemical Rubber, 1966 pp. 441-449.
3. BRUCE, D. y SCHUMACHER, F. Medición forestal. Trad. del inglés por Ramón Palazón y José Meza Nieco. 3 ed. México, Centro Regional de Ayuda Técnica, Agencia para el Desarrollo Internacional. 1955. 474 p.
4. BUDOWSKI, G. La identificación en el campo de los árboles forestales más importantes de la América Central. Tesis Mag. Agric. Turrialba, Costa Rica, IICA, 1954. 326 p.
5. FORST, A. J. Las maderas cubanas. La Habana, Secretaría de Agricultura, Comercio y Trabajo, Dirección de Montes y Minas, 1929, pp. 3-98.
6. GEORC, H. R. Características generales macroscópicas y microscópicas de 113 especies panameñas. II Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Informe Técnico N° 3 s.f. 350 p. (FO: SF/PAN 6).
7. GONZALEZ T., G. E. Propiedades de la madera de algunas meliáceas de la América Tropical. San José, Costa Rica, IICA, Laboratorio de Productos Forestales, 1973. 17 p. (mimeografiado).
8. GRIPJMA, P. y RAMALHO, R. Toona spp. posibles alternativas para el problema del barrenador *Hypsipyla grandella* de las meliaceae en América Latina. Turrialba 19 (4): 531-547. 1969.
9. GUZMAN, D. J. Especies útiles de la flora salvadoreña. 2a. ed. San Salvador, El Salvador, Imprenta Nacional, 1947. 691 p.
10. HESS, R. W., WANGAARD, F. F. y DICKINSON, E. Properties and uses of tropical woods, II Tropical Woods N° 97: 31-35. 1950.
11. HOLDRIDGE, I. R. Ecología de las meliáceas latinoamericanas. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1973. 3 p. (mimeografiado).
12. ————. Manual de identificación de los árboles de Costa Rica. I y II Turrialba, Costa Rica, IICA, 1970. 99 p.
13. ————. Taxonomía de las meliáceas latinoamericanas. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1973. 3 p. (mimeografiado).
14. ————. Diagrama para la clasificación de zonas de vida o formaciones vegetales del mundo. San José, Costa Rica, Centro Científico Tropical, 1966. 1 p.
15. INSTITUTO INTERAMERICANO DE CIENCIAS AGRICOLAS DE LA OEA. Resumen de datos meteorológicos, desde la iniciación de observaciones hasta diciembre 31, 1970 Turrialba, Costa Rica, 1970. 1 p. (mimeo).
16. JIMENEZ-SAA, H. Los árboles más importantes de la serranía de San Lucas. Bogotá, Instituto de Desarrollo de los Recursos Naturales Renovables y Proyectos Forestales FAO-INDERENA-UNDP, 1970. 240 p.
17. KUKACHKA, B. F. Foreign series: Crabwood, *Carapa* spp. (Meliaceae). U. S. Forests Products Laboratory. Report N° 2247. 1962. 6 p.
18. LITTLE JR., E. L. y DIXON, R. G. Árboles comunes de la provincia de Esmeraldas. Estudio de pre-inversión para el desarrollo forestal del Noroccidente, Ecuador; informe final. Roma, FAO, 1969. V. 4, 536 p.

19. MANUAL PROVISIONAL para uso en el campo de identificación de árboles de la zona de Esmeraldas, Ecuador s 1, Desarrollo Forestal del Noroccidente, 1966. 160 p
20. MARSHALL, R. C. Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago, British West Indies London, Oxford University, 1939. 247 p.
21. MERKER, C. A. *et al* The forests of Costa Rica, Whashington, D. C., Department of Agriculture, 1943. 48 p (mimeographed)
22. RECORD, S. J. y HESS, R. W. Timbers of the new world New Haven, Yale University, 1943. 640 p
23. RIOS T, M. Los sustitutos de la madera de cedro en construcción. Iquitos, Perú, Universidad Nacional de la Amazonia Peruana, Laboratorio de Productos Forestales de la Universidad Nacional Agraria, 1970. 22 p (mimeografiado).
24. SANTIANDER F, C. I. Estudio de comportamiento de algunas especies forestales en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba Costa Rica, IICA, 1973. 116 p
25. SLOOTIEN, H. J., VAN DER y GONZALEZ, M. E., Maderas latinoamericanas V *Carapa* sp, *Virola koschnyi*, *Terminalia lucida* y *Brosimum costaricanum* Turrialba (Costa Rica), 20 (4): 503-510. 1970.

## Notas y Comentarios

### *Elaborando modelos para destruir insectos*

De 120 intentos para controlar biológicamente insectos dañinos, lanzando sobre ellos a sus enemigos naturales, solamente una tercera parte han tenido éxito completo. Es claramente importante para los esfuerzos futuros sobre control natural de plagas el comprender las razones de estos éxitos; y esto es lo que J. R. Beddington, C. A. Free y J. H. Lawton, de la Universidad de York, Inglaterra, han intentado hacer, elaborando modelos matemáticos y comparando lo que sucede si se juega con los parámetros de la ecuación y lo que sucede cuando se juega con los insectos en el campo (*Nature*, vol 273, p. 513). Lo que resulta es que el campo es el factor crucial.

El método de control en el que se concentraron Beddington y sus colegas fue uno que explota los parásitos de insectos. Los parásitos ponen sus huevos en las pupas del infortunado hospedante, las que son comidas cuando las larvas emergen. Este método ha tenido éxito en el control de algunos lepidópteros, y es más fácil construir modelos matemáticos para relaciones hospedante-parásito que para las relaciones predator-presa.

El éxito de la estrategia del control por parásitos se mide por medio de la relación entre el número de plagas en presencia del parasitoide y el número en su ausencia, una relación a la que Beddington y sus colegas llaman  $q$ . Y el objetivo es, por supuesto, hacer  $q$  lo más baja posible.

El equipo comenzó su investigación con tres juegos de valores para  $q$ : valores derivados de modelos matemáticos, valores derivados de estudios en el campo, y valores derivados de estudios de laboratorio. Y los valores más bajos del campo fueron mucho más bajos que los valores teóricos más bajos y los valores de laboratorio más bajos (lo que resultó, esta vez, en un experimento que funciona mejor en el campo que en el laboratorio o en el papel).

La cuestión era cómo manipular las ecuaciones de tal manera que conseguir los bajos valores de  $q$  que se vieron en los mejores ensayos de campo, debido a que al identificar el parámetro que daría valores bajos para  $q$ , Beddington y sus colaboradores esperaban detectar el factor que determina el éxito en el campo.

Por consiguiente, trataron el efecto teórico de alterar el tiempo de generación de la plaga y la eficiencia de ataque del parasitoide. Pero ninguno de estos tuvo un efecto muy pronunciado sobre  $q$ . Así, entonces, dirigieron su atención a la interesante diferencia entre laboratorio y campo buscando una pista, y decidieron que la diferencia podría ser que las condiciones de laboratorio son homogéneas y las del campo heterogéneas. ¿Qué pasaría si se cambiasen las ecuaciones para tener en cuenta la distribución por manchas del hospedante, y una tendencia de parte del parásito de agruparse en esas manchas?

Esto fue el toque que se necesitaba. La introducción de la homogeneidad incrementó grandemente el término de la ecuación que representaba la eficiencia del parasitoide, y aquel término, no muy sorprendentemente, es inversamente proporcional a  $q$ .

Y es reconfortante saber que esta conclusión final (que el control por parasitoides, y probablemente por predadores también, funcionará mejor cuando las víctimas están distribuidas por manchas y el enemigo trabaja en grupos) coincide con la intuición de los investigadores en el campo.

### *Publicaciones*

*Estudios Rurales Latinoamericanos* Esta revista tiene como objetivo difundir los trabajos de investigación de profesionales dedicados al estudio de la realidad económica, social y política, de América Latina. Además de los artículos principales, tendrá secciones de comentarios, reseñas de libros, investigaciones en curso, y noticias sobre reuniones, instituciones y otros sobre el desarrollo rural. Está vinculada al Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales (CLACSO). Aparecerá tres veces al año y la dirección postal es: Apartado Aéreo 11386, Bogotá, Colombia.

El primer número consta de 163 páginas y corresponde a enero-abril de 1978. Contiene artículos sobre estudios sobre el campesinado; la ANUC de Colombia; reforma agraria y acumulación capitalista en el Perú (de Mariano Valderama); la plantación cacaotera en Ecuador (de M. Chirihoga); y perspectivas de la crisis agrícola en América Latina.