



Inga densiflora como sombra de cafetal. San Ramón, Costa Rica.

PRODUCCION DE LEÑA Y BIOMASA DE *Inga densiflora* Benth EN SAN RAMON, COSTA RICA

El género *Inga*, conocido vulgarmente como guaba, guabo o pacay, está ampliamente representado en el trópico americano. Se origina en la región amazónica y llega hasta el sur de México, con algunas penetraciones en las zonas templadas del norte (Durango 25 °N) y del sur (Río de La Plata 34 °S). León (3) presenta una descripción taxonómica del género, sus especies y su distribución ecológica.

El uso de árboles de *Inga* spp como sombra se intensificó después de la introducción

del café en América; durante esta época se desarrolla en la región centroamericana toda una técnica para manejar algunas especies en forma intensiva. En Costa Rica es el género más utilizado como leña (2).

Este artículo evalúa la producción de leña y biomasa en una plantación de *I densiflora* de 20 años de edad, de 0.75 hectárea en San Ramón de Alajuela, Costa Rica. El sitio, a una elevación de 1100 m sobre el nivel del mar se caracteriza por una precipitación me-

dia anual de 1926 mm, 5 meses secos, 21.5 °C de temperatura media y una pendiente de 45°. Los suelos se derivan de cenizas volcánicas y pertenecen al grupo Typic Distrandept, caracterizados por ser oscuros y profundos, bajos en bases y tener alto contenido de materia orgánica (4). Ecológicamente la zona corresponde a bosque húmedo premontano, transición a muy húmedo (1). Los árboles fueron plantados a 2.0 m x 4.0 m como sombra de café. Se realizaron podas parciales cada dos años después del segundo año, pero al momento de la cosecha las copas tenían siete años de no podarse. El 68 por ciento de los árboles habían sido eliminados por exceso de sombra, posteriormente se eliminó también el café. El rodal mostró una densidad de 400 árboles/ha cuando fue cosechado. Un muestreo preliminar detectó que el dap varió entre 14 cm y 19 cm. Para cuantificar el rendimiento se estableció cuatro clases diamétricas de 3.0 cm cada una, que cubrieron todo el rango de dap existente; en cada clase se muestreó cinco árboles. La cuantificación se realizó de acuerdo con la metodología descrita por el Proyecto Leña (5). El Cuadro 1 presenta el resumen de las variables evaluadas.

El bajo coeficiente de variación en las tres variables de crecimiento evaluadas indica que el rodal era bastante uniforme en cuanto a las dimensiones de los árboles. El peso seco del fuste mostró una variación de 24 por ciento, pero el peso seco de las ramas y el follaje mostró una variación bastante más alta. Esta especie, como la mayoría de las del género *Inga*, tiene una copa amplia; pero en el rodal, el desarrollo de la copa de varios árboles fue probablemente limitado por la irregularidad del espacio disponible por árbol.

El incremento anual del dap fue de 0.9 cm y 0.6 m de altura total. Con una densidad de 400 árboles/ha, la producción de biomasa seca total fue de 48.7 tm/ha (2.4 tm/ha/año), correspondiendo el 52 por ciento al peso del fuste (25.2 tm/ha), sin considerar la producción de las podas anteriores. El 88 por ciento de la producción total, es decir, 42.8 tm/ha (2.1 tm/ha/año), puede aprovecharse como leña (fuste y ramas). Únicamente el 12 por ciento (5.9 tm/ha) de materia orgánica puede reincorporarse al suelo para reponer en parte los nutrientes extraídos, sin considerar el aporte del sistema radical y las hojas que caen periódicamente.

En términos de leña apilada se encontró un rendimiento de 0.64 estéreos/árbol, que equivale a 256 estéreos/ha (12.8 estéreos/ha/año). La leña del fuste mostró una gravedad específica de 0.45 y un poder calórico de 17.634 kJ/kg de leña seca.

Las variables independientes, dap y diámetro basal (db) y las dependientes, peso seco del fuste, ramas, follaje y peso seco total, mostraron una correlación altamente significativa (≥ 0.73). Las correlaciones más altas se obtuvieron al relacionar db, con las variables dependientes, como ilustra la Figura 1.

Aunque la altura total no mostró relación con el resto de las variables, el relacionarla con el db permitió aumentar el grado de ajuste en los modelos matemáticos desarrollados para predecir el rendimiento. La predicción del rendimiento de leña del fuste por árbol se presenta en el Cuadro 2.

Cuadro 1. Algunas características evaluadas en árboles de *I. densiflora* con 20 años de edad, en San Ramón, Costa Rica.

Variable	Promedio de 20 árboles	Rango	Error estandar de la media (S \bar{x})	Coficiente de variación (CV %)
Altura total (m)	12.1	11.0–13.6	1.4	5
dap (cm)	17.0	14.0–19.4	4.0	10
Diámetro basal (cm)	19.6	16.0–22.8	4.8	11
Peso seco del fuste* (kg)	63.0	38.7–95.2	3.4	24
Peso seco de las ramas* (kg)	43.9	15.3–76.5	4.5	46
Peso seco del follaje* (kg)	14.8	7.2–28.1	1.2	35
Peso seco total* (kg)	121.7	64.5–199.8	8.3	30

Table 1. Evaluation of some traits on *I. densiflora* trees, 20 years old in San Ramon, Costa Rica.

* Peso seco al horno a 85° hasta peso constante. Contenido de humedad de 49, 50 y 59 por ciento para el fuste, ramas y follaje, respectivamente. Gravedad específica de la leña del fuste: 0.45 \pm 0.07.

Cuadro 2. Rendimiento de leña seca (kg/árbol) del fuste de *I. densiflora* en San Ramón, Costa Rica.

Table 2 Dry firewood production (kg/tree) of *I. densiflora* en San Ramón, Costa Rica.

Diámetro basal (cm)	Altura total (m)					
	10	11	12	13	14	15
15	33.7	36.4	39.1	41.7	44.4	47.1
16	37.4	40.4	43.5	46.5	49.6	52.6
17	41.3	44.8	48.2	51.7	55.1	58.5
18	45.5	49.4	53.2	57.1	60.9	64.8
19	49.9	54.2	58.5	62.8	67.1	71.4
20	54.6	59.3	64.1	68.8	73.6	78.4
21	59.4	64.7	69.9	75.2	80.5	85.7
22	64.6	70.3	76.1	81.9	87.6	93.4
23	69.9	76.2	82.5	88.8	95.1	101.5

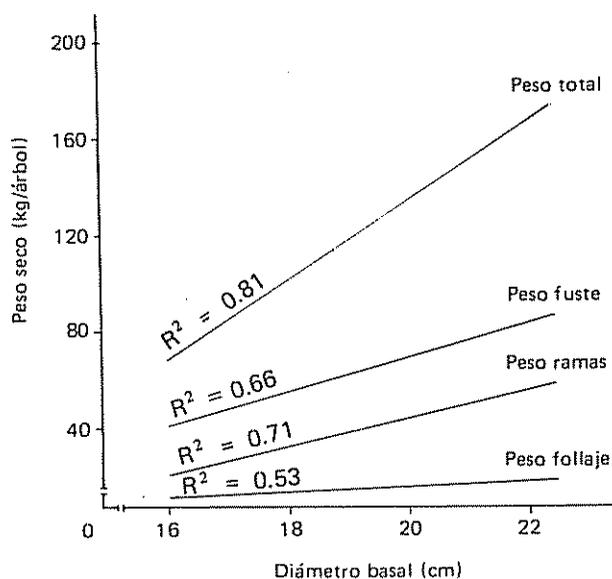


Fig. 1. Relación entre el diámetro basal (cm) y el peso seco (kg) de las diferentes partes del árbol de *I. densiflora* en San Ramón, Costa Rica.

Basal diameter (cm) dry weight (kg) rate of the different parts of an *I. densiflora* tree in San Ramón, Costa Rica.

$$Y = 6.907 + 0.0119 X_1^2 X_2$$

Y = peso seco fuste (kg)
 X_1^2 = diámetro basal (cm)
 X_2 = altura total (m)
 $R^2 = 70\%$

Es posible calcular el peso de leña seca que producen las ramas de siete años mediante el siguiente modelo logarítmico:

$$\ln Y = -7.863 + 3.881 \ln X$$

Y = peso seco ramas (kg)
X = diámetro basal (cm)
ln = logaritmo natural
 $R^2 = 73\%$

El Cuadro 3 presenta una tabla de rendimiento del peso seco total del árbol (kg), según el diámetro basal y la altura total.

Diámetro basal (cm)	Altura total (m)				
	10	11	12	13	14
15	47.0	53.9	60.7	67.5	74.4
16	56.4	64.2	72.0	79.8	87.5
17	66.5	75.2	84.0	92.8	101.6
18	77.1	86.9	96.8	106.8	116.4
19	88.3	99.3	110.2	121.2	132.2
20	100.2	112.3	124.5	136.5	148.8
21	112.6	126.0	139.4	152.8	166.2
22	125.7	140.4	158.1	169.8	184.5
23	139.3	155.4	171.5	187.5	203.6

Cuadro 3. Rendimiento en peso seco total* (kg/árbol) de *I. densiflora* en San Ramón, Costa Rica.

Table 3. Total dry weight production* (kg/tree) of *I. densiflora* in San Ramón, Costa Rica

*Con ramas de siete años

$$Y = -21.293 + 0.03037 X_1^2 \cdot X_2$$

Y = peso seco total (kg)

X_1^2 = diámetro basal (cm)

X_2 = altura total (m)

R^2 = 78%

Conclusiones:

No se observó gran variación en la forma y dimensión de los fustes; es posible que esto se deba a que la semilla para establecer el rodal haya sido colectada de pocos árboles, lo que redujo la base genética del material usado, o a la densidad de plantación y manejo inicial de los árboles.

La variación en los pesos secos se debe en parte al espacio disponible entre árboles para desarrollar la copa; lo que permite un mayor número de ramas con dimensiones mayores. La alta proporción de leña que producen las ramas de esta especie indica que podría mejorarse si se estudia en detalle factores como densidad de plantación, frecuencia del aprovechamiento, altura del aprovechamiento, aprovechamiento total o parcial de la copa.



Estiva de leña proveniente de 4 árboles de *I densiflora*.
San Ramón, Costa Rica

El hecho de que el árbol rebrota muy bien cuando se corta la copa, puede permitir que se utilice en bosquetes protectores o de galería, y que periódicamente sean aprovechados en forma parcial para producir leña, causando poco daño al área protegida.

Es preciso evaluar la producción de leña de esta especie en otros sitios así como de otras especies del mismo género bajo condiciones similares, las que comúnmente se encuentran en bosques secundarios o bosques de protección, con el objeto de determinar si las especies de este género merecen ser promovidas para la producción de leña.

LITERATURA CITADA

1. HOLDRIDGE, L. R. Life Zone Ecology (rev. ed.) San José, Costa Rica. 1967, Tropical Science Center. 206 p.
2. LEMCKERT, A. y CAMPOS, J. J. Producción y consumo de leña en las fincas pequeñas de Costa Rica. Turrialba, Costa Rica CATIE, Serie Técnica Informe Técnico No. 16. 1981, 69 p.
3. LEON, J. Central American and West Indian Species of Inga (Leguminosae). Annals of the Missouri Botanical Garden. 53 (3). 265-359. 1966.
4. PEREZ, S.; ALVARADO, A. y RAMIREZ, E. Asociación de subgrupos de suelos de Costa Rica (mapa preliminar) Oficina de Planificación Sectorial. San José, Costa Rica, 1978. (Escala 1:200.000 CR2 CM-5).
5. CENIRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA Normas para la investigación silvicultural de especies para leña. Serie Técnica. Manual Técnico No. 1 1984, 115 p.

Este artículo fue escrito por:

Rodolfo Salazar, Ph D. Genética Forestal
CATIE, Costa Rica

Editora: Elizabeth Mora

Este artículo puede ser reproducido en forma parcial o total, siempre que se mencione la fuente. Si desea información adicional sobre el tema escribir a:

Proyecto Leña y Fuentes Alternas de
Energía
Departamento de Recursos Naturales
Renovables
CATIE
Turrialba, Costa Rica
