

**Producción de biomasa y leña en un rodal natural de *Eugenia salamensis* Donn. Sm, en Guanacaste, Costa Rica.**

**Summary.** Fruta de pava (*Eugenia salamensis* Donn. Sm) grows naturally from Mexico to Panama in the dry and wet areas. It produces fuelwood of good quality, coppices well even when subjected to trampling by cattle to which it is not palatable.

Analysis of the wood showed a specific gravity of 0.64 g/cm<sup>3</sup>, 17.3 x 10<sup>3</sup> kJ/kg of calorific value in dry wood, and 52% of water content. The five year old stand assessed showed an annual oven-dry biomass production of 10.6 t/ha/year, of which 7.5 t/ha of dry fuelwood.

*Eugenia salamensis* Donn. Sm. pertenece a la familia Myrtaceae; se conoce con los sinónimos de *E. oaxacana* Standl., *E. tomentulosa* Standl., *E. purpurea* Standl., *E. mexiae* Standl., *E. hiraefolia* Standl. y *Psidium rensonianum* Standl. (6, 7, 8, 12). Vulgarmente se le conoce como fruta de pava (Costa Rica) y guacoco (El Salvador) (1, 13).

*Eugenia salamensis* es una especie muy utilizada para leña ya que su madera no produce humo, es pesada y da buena brasa; además rebrota fácilmente en cualquier época del año, resulta difícil eliminarla con cortas sucesivas, soporta el pisoteo y no es palatable al ganado; crece en potreros sobrepastoreados.

La especie se encuentra en forma natural desde el noroeste de México hasta Panamá. La descripción de sus características botánicas se encuentran en la Flora de Costa Rica, Flora de Guatemala y Flora Salvadoreña (1, 7, 8, 13).

Estudios taxonómicos en Costa Rica identifican a la especie como *E. salamensis* Donn. Sm., var. *hiraefolia* (Standl.) Mc Vaugh (7). Se la encuentra creciendo en forma discontinua en las siguientes zonas ecológicas: bosque seco tropical transición a húmedo, bosque húmedo tropical y bosque húmedo tropical transición a perhúmedo, en la vertiente del Pacífico desde los 10 hasta los 850 msnm; desde el Parque Nacional de Santa Rosa en la provincia de Guanacaste hasta Santa Ana, cerca de San José.

En las áreas dedicadas a la ganadería en el Pacífico seco de Costa Rica se han eliminado casi en forma total los árboles y arbustos en los potreros, por la competencia de éstos con el pasto. Esta es posiblemente la causa principal por la cual es poco común en esta región de Costa Rica encontrar rodales puros de *E. salamensis*. No obstante, en algunas áreas es posible observar pequeños rodales dedicados a la producción de leña. Donde los rebrotes se cortan periódicamente para mantener limpios los potreros, se ob-

serva un aumento en el número de ejes por árbol provocado por rebrotes radicales, lo que le permite a la especie ir poblando los potreros en forma lenta. El proceso de repoblación natural se acelera en aquellos sitios donde se encuentran árboles semilleros.

La producción de semillas ocurre en agosto a octubre; a pesar de ser abundante es muy poca la regeneración natural que se encuentra bajo los árboles. Sin embargo, en algunos sitios se puede observar una rápida invasión de los potreros, posiblemente al ser la semilla diseminada por algunas aves. La semilla presenta problemas para hacerla germinar; pruebas preliminares con agua caliente y ácido sulfúrico no han dado resultados satisfactorios (Comunicación personal de Luis Ortiz, CATIE, Turrialba, 1983).

### Materiales y métodos

El estudio se realizó en un pequeño rodal de regeneración natural de *E. salamensis* var. *hiraefolia* de aproximadamente cinco años de edad (Comunicación personal de A. Zúñiga, propietario de la finca), aunque algunos árboles tenían hasta ocho años, de acuerdo a los anillos de crecimiento. El rodal está localizado en la Libertad de Hojancha, Guanacaste a 10° 03' de latitud norte, 85° 25' de longitud oeste 400 msnm. Ecológicamente el sitio corresponde a la zona de vida bosque tropical húmedo (sistema Holdridge) (5). La precipitación media anual es de 2223 mm distribuida de mayo a noviembre; la temperatura media anual es de 27°C. Los suelos son de origen ígneo y sedimentario con profundidades de un metro; son clasificados como Alfisoles o Inceptisoles (2).

En el rodal se delimitó una parcela de 225 m<sup>2</sup> para cuantificar el crecimiento y rendimiento de la especie en términos de leña y biomasa aérea total.

Antes de cortar los árboles se midió el diámetro de copa en dos direcciones y el diámetro a 1.30 m de altura (dap) de cada eje. Cada eje fue cortado a 10 cm del suelo, luego se midió la altura total y altura comercial (hasta 2.5 cm de diámetro). Para determinar el peso verde de leña, el fuste de cada eje fue seccionado y pesado en kilogramos (kg) agregando las ramas con más de 2.5 cm de diámetro. El material restante fue considerado como follaje. De la suma del peso de leña más follaje se obtuvo el peso verde total de biomasa aérea por eje.

Para determinar el peso seco de leña y follaje, se tomó de cada quinto árbol (de seis árboles en total) una muestra de aproximadamente 500 g de leña y de follaje verde separadamente. Para la muestra de leña se tomaron secciones de 10 cm del fuste y ramas; el follaje se repicó para tomar una muestra más

representativa. En el laboratorio del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) se determinó el peso verde de las muestras y el peso seco a 105°C. También se determinó la gravedad específica utilizando el volumen verde y el peso seco. Muestras de los mismos árboles fueron enviadas al laboratorio del Instituto Tecnológico de Costa Rica para determinar el poder calórico de la madera seca.

### Resultados y discusión

En la parcela evaluada se encontraron 28 árboles con un total de 47 ejes; esto representa una densidad de 1244 árboles por hectárea y 2088 ejes (1.6 ejes/árbol). Se encontraron cinco árboles con seis ejes. El Cuadro 1 presenta el resultado de las variables evaluadas.

Se detectó  $51.9 \pm 6\%$  de humedad en la leña y  $72.2 \pm 1\%$  en el follaje (a 105°C); estos factores pueden utilizarse para transformar los datos de rendi-

miento por árbol o por hectárea a peso seco. La madera presenta una gravedad específica de  $0.64 \pm 0.04 \text{ g/cm}^3$ , y un poder calórico de  $17.3 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$ . *Psidium guajava* L. otra Myrtaceae muy común en las áreas bajo potrero en las zonas húmedas y muy húmedas presenta una gravedad específica de  $0.56 \text{ g/cm}^3$  y un poder calórico de  $18.6 \times 10^3 \text{ kJ/kg}$  (4, 11). Rebrotos de cuatro años de *Guazuma ulmifolia* mostraron una gravedad específica de  $0.65 \text{ g/cm}^3$  en la misma región de Hojanca (10).

Las descripciones de la especie no mencionan árboles con alturas superiores a 5.0 m; no obstante en el rodal en estudio se encontró una altura media de  $9.8 \pm 3.2 \text{ m}$ . El dap promedio fue de  $9.9 \pm 2.7 \text{ cm}$ . En un rodal aledaño de aproximadamente 10 años de edad se encontraron árboles con alturas de 17.5 m y 35.0 cm de dap (Información personal de Emel Rodríguez, Hojanca, Guanacaste).

El alto grado de variación que presentan el dap y diámetro de copa puede ser consecuencia de la varia-

Cuadro 1. Características por eje de las variables cuantificadas.

Variables	Promedio ( $\bar{X}$ )	Desviación estándar (S)	Error estándar de la media ( $S\bar{X}$ )	Coefficiente de variación (CV %)
Dap (cm)	9.9	3.0	0.4	30.3
Altura total h (m)	9.8	1.7	0.2	17.1
Altura comercial (m)	7.9	1.5	0.2	19.1
Diámetro de copa* (m)	4.0	1.7	0.3	43.0
Peso total** (kg)	82.0	57.3	8.4	69.9
Peso leña (kg)**	69.0	49.2	7.2	71.3

\* Diámetro de copa del árbol

\*\* Peso verde

Cuadro 2. Correlaciones (valores r) entre las variables de rendimiento de *Eugenia salamensis* en Hojanca, Guanacaste (coeficiente de correlación).

Variable	1	2	3	4	5	6
1. Dap	1.00					
2. Altura total	0.63***	1.00				
3. Altura comercial	0.68***	0.83***	1.00			
4. Diámetro copa	0.45*	0.28	0.32	1.00		
5. Peso total	0.86***	0.69***	0.75	0.36	1.00	
6. Peso leña	0.87***	0.69***	0.74**	0.37	0.99***	1.00

\* Significativo al 5%

\*\* Significativo al 1%

\*\*\* Significativo al 0.1%

ción en el número de ejes por árbol observada. El mismo efecto de variación se refleja en el peso total y peso de leña entre ejes.

En el rodal de cinco años se midió un rendimiento total de biomasa aérea verde de 85.5 t/ha y de 72.0 t/ha de leña verde (37.5 t/ha de leña seca). Esto equivale a 17.0 t/año de incremento medio anual de biomasa aérea verde y 14.5 t/ha/año de leña verde (7.5 t/ha/año de leña seca). En un rodal de *Gmelina arborea* de 5.4 años en la misma región se encontró un rendimiento anual de 14.4 t/ha de leña verde (9). Se detectó una alta correlación del dap, altura total y altura comercial con peso total y peso leña (Cuadro 2).

Por el alto grado de variación que presenta la variable diámetro de copa, ésta no está asociada con las variables de rendimiento. El alto grado de asociación que existe entre dap, peso total y peso leña por eje (Cuadro 2), permite desarrollar modelos para predecir el rendimiento de la especie. El Cuadro 3 presenta el peso verde total y peso de leña por eje de acuerdo al dap, desarrollados con base en los modelos de regresión simple a) y b).

Cuadro 3. Rendimiento en peso total y peso de leña verde por eje de acuerdo al dap para *Eugenia salamensis* var. *hiraefolia* en Hojancha, Guanacaste.

Dap (cm)	(a) Peso total (kg/eje)	(b) Peso leña (kg/eje)
5	13.2	10.4
6	20.5	16.4
7	29.7	24.1
8	40.9	33.6
9	54.3	45.0
10	70.0	58.5
11	88.7	76.9
12	108.6	92.1
13	131.7	112.5
14	157.4	135.3

Nota: Peso verde de leña  $\times$  0.52 = Peso seco de leña.

$$\text{a) } \ln Pt = 6.83718 + 2.40728 \ln \text{dap} \\ R^2 = 94\% ; \text{IF} = 10.61$$

$\ln \text{dap}$  = logaritmo natural de dap (mm)  
 $\ln Pt$  = logaritmo natural de peso total (kg)  
 $R^2$  = coeficiente de determinación  
 IF = índice de Furnival

$$\text{b) } \ln PL = -7.40374 + 2.49131 \ln \text{dap} \\ R^2 = 95\% ; \text{IF} = 9.01$$

$\ln \text{dap}$  = logaritmo natural de dap (mm)  
 $\ln PL$  = logaritmo natural de peso de leña

La selección de los modelos de rendimiento se hizo con base en el coeficiente de determinación ( $R^2$ ), al Índice de Furnival (IF) (3), y a la distribución de los residuales de los valores observados y estimados (Figuras 1 y 2); éstos muestran una distribución bastante aceptable después de haber sido eliminados tres valores extremos de dap para obtener mejor ajuste.

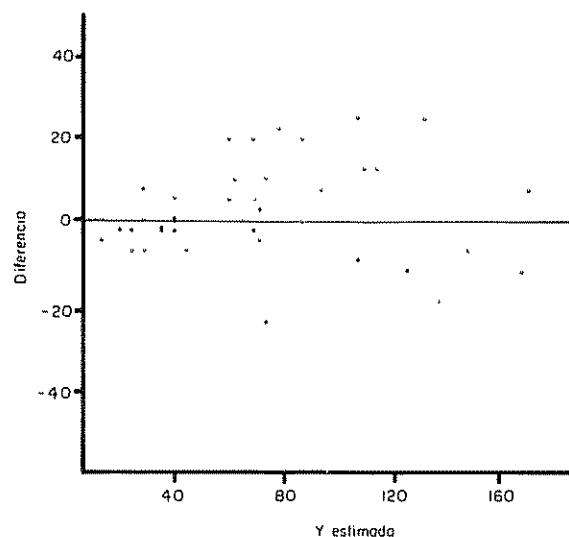


Fig. 1 Comportamiento de los residuales del modelo de predicción de biomasa verde total.

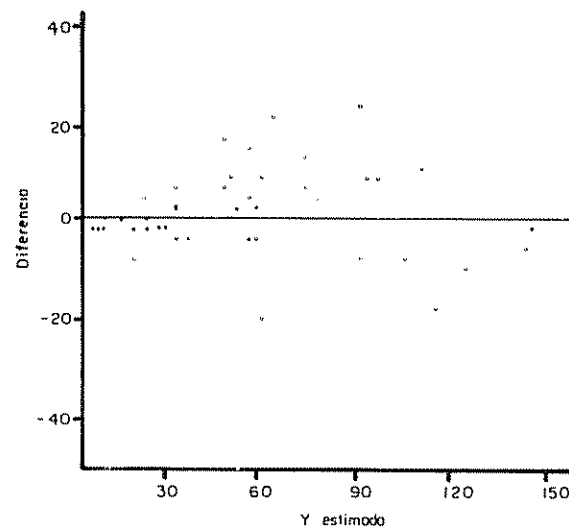


Fig. 2 Comportamiento de los residuales del modelo de predicción de peso leña verde.

### Conclusiones

El análisis preliminar del rendimiento de *E. salamensis* en un rodal de cinco años, indica un rendimiento 7.5 toneladas de leña seca al horno/ha/año. Este rendimiento es 7.4% superior al de *Gmelina arborea* en un rodal en la misma zona, pero con una densidad de 777 árboles/ha (9).

Las ventajas que presenta la especie, ya citadas, justifican mayor investigación silvicultural para resolver problemas como germinación de las semillas, densidad de plantación, manejo de rebrotes y turnos óptimos de aprovechamiento.

La capacidad de crecer en terrenos quebrados y sobrepastoreados, plantean la posibilidad de plantar la especie en combinación con la actividad ganadera, como plantaciones puras, bosquetes de refugio, cercas vivas, o cortinas rompevientos.

### Resumen

Fruta de pava (*Eugenia salamensis* Donn Sm.) ocurre naturalmente desde México a Panamá en zonas con épocas secas hasta seis meses. Produce leña de buena calidad, rebrota fácilmente, soporta el pisoteo del ganado y no es palatable.

Análisis de la madera indican una gravedad específica de 0.64 g/cm<sup>3</sup>; con un poder calórico de 17.3 x 10<sup>3</sup> kJ/kg de leña seca. El porcentaje de humedad de la madera verde fue del 52%. El rodal de cinco años evaluado mostró una producción de biomasa seca al horno de 10.6 t/ha/año, de la cual 7.5 t/ha son leña seca.

12 de abril de 1984

R. SALAZAR\*

\* Silvicultor del Proyecto Leña y Fuentes Alternas de Energía, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE).

### Literatura citada

1. CALDERON, S. y STANDLEY, P. Flora salvadoreña, lista preliminar de plantas de El Salvador. 2ed. San Salvador, Imprenta Nacional, 1941. 206 p.

2. CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA. Caracterización de sistemas agrícolas de Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. CATIE. Serie: Materiales de Enseñanza No. 14. 1982. 76 p.
3. FURNIVAL, G. M. An index for comparing equations used in volume tables. *Forest Science* 7(4):337-341. 1961.
4. HARKER, A. P., SANDELS, A. y BURLEY, J. Calorific values for wood and bark and a bibliography for fuelwood. Report of the Tropical Products Institute, G 162. London, 1982. 20 p.
5. HOLDRIDGE, L. R. Life zone ecology, rev. ed. San José, Costa Rica, Tropical Science Center, 1967. 206 p.
6. INDEX KEWENSIS VII (1921-1925). Oxonii, e prelo Clarendoniano, 1929. 199 p.
7. Mc VAUGH, R. Tropical American Myrtaceae, II. Notes on genetic concepts and description of previously unrecognized species. *Fieldiana Botany* 29(8):455-457. 1963.
8. Mc VAUGH, R. Flora de Guatemala. *Fieldiana* 24(3):362-363. 1963. (Parte VII).
9. ROSE, D. y SALAZAR, R. Cuantificación de la producción de leña en un rodal de *Gmelina arborea* Roxb. en Hojanca-Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 17 p.
10. SALAZAR, R. y ROSE, D. Rendimiento de leña de árboles individuales de *Guazuma ulmifolia* Lam. en potreros en Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1983. 12 p.
11. SOMARRIBA, E. Guayabo (*Psidium guajava* L.) asociado con pastos; métodos de análisis volumétrico y potencial de producción de leña. Turrialba, Costa Rica, CATIE, 1982. 33 p.
12. STANDLEY, P. Trees and shrubs of México (Passifloraceae-Scrophulariaceae). Washington, National Herbarium, 1924. V. 23, Parte 4. 1043 p.
13. STANDELY, P. Flora de Costa Rica. Chicago, 1937. Parte II, 779 p.