

**Serie Técnica.
Informe Técnico No. 165**

INSTITUTO COSTARRICENSE
DE INVESTIGACIONES
AGROPECUARIAS Y
GANEGRAS

3 0 088 1991

C I O P A
Turrialba, Costa Rica

Guácimo

***Guazuma ulmifolia* Lam., ESPECIE DE
ARBOL DE USO MULTIPLE EN
AMERICA CENTRAL.**

**Publicación patrocinada por el
Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple, (MADELEÑA)
CATIE-ROCAP 598-0117**

**CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA,
CATIE
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido
Area de Producción Forestal y Agroforestal**

Turrialba, Costa Rica, 1991

ST
IT-165

El CATIE es una institución de carácter científico y educacional, cuyo propósito fundamental es la investigación y enseñanza de posgrado en el campo de las ciencias agropecuarias y de los recursos naturales renovables aplicados al trópico americano, particularmente en los países de América Central y el Caribe.



© 1991, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, Turrialba, Costa Rica.

ISBN 9977-57-091-4

634.97319

G896 Guácimo, *Guazuma ulmifolia* Lam., especie de árbol de uso múltiple en América Central / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido. -- Turrialba, C.R. : CATIE, 1991

72 p. ; 23 cm. -- (Serie técnica. Informe técnico / CATIE; no. 165)

ISBN 9977-57-091-4

1. *Guazuma ulmifolia* - América Central
2. Arboles de uso múltiple - América Central
I. CATIE II. Título III. Serie

CONTENIDO

| | |
|----------------------------------|------|
| PRESENTACION | vii |
| AGRADECIMIENTO | viii |
| INTRODUCCION | 1 |
| 1. BOTANICA Y ECOLOGIA | 3 |
| 2. ESTABLECIMIENTO | 19 |
| 3. MANEJO | 31 |
| 6. BIBLIOGRAFIA | 60 |

LISTA DE CUADROS

| | |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. Animales domésticos y silvestres que utilizan <i>G. ulmifolia</i> Lam., como alimento. | 14 |
| 2. Información climática asociada con ocho procedencias de <i>G. ulmifolia</i> Lam., de América Central. | 18 |
| 3. Sitios de recolección de semillas de Guácimo (<i>G. ulmifolia</i> Lam.) en América Tropical. | 21 |
| 4. Efecto del espaciamiento de plantación en el crecimiento en altura y diámetro de <i>G. ulmifolia</i> Lam., en Hojancha, Costa Rica, a los 8 meses de edad (Prueba de Duncan) | 25 |
| 5. Combinaciones agroforestales posibles en los sistemas de finca de pequeños y medianos agricultores. | 26 |
| 6. Insectos que atacan a <i>G. ulmifolia</i> Lam., los diferentes daños que causan, edad de la planta en que sucede el ataque, la gravedad de cada ataque y parte de la planta que daña, en América Central. | 30 |

| | | |
|-----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 7. | Características ambientales y crecimiento de <i>G. ulmifolia</i> Lam., en algunos sitios de América Central en donde se ha introducido la especie | 33 |
| 8. | Ambitos de las diferentes variables de resúmenes por medición para 37 parcelas de <i>G. ulmifolia</i> , utilizada en el desarrollo de modelos de predicción del crecimiento y rendimiento de la especie en América Central. | 36 |
| 9. | Serie de ecuaciones que comprende el modelo global para predecir el crecimiento y rendimiento de <i>G. ulmifolia</i> , en América Central. | 37 |
| 10. | Ecuaciones para estimar biomasa (en kg secos por árbol) de <i>G. ulmifolia</i> , con base en 173 árboles cuantificados en plantaciones. | 38 |
| 11. | Tablas de rendimiento de <i>G. ulmifolia</i> , para índices de sitio de 4, 6 y 8 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea, para plantaciones en América Central. | 41 |
| 12. | Resumen de la cuantificación de una poda de copas de 1 a 4 años de edad, a una altura de 2,5 m, de 17 árboles de <i>G. ulmifolia</i> Lam., aislados en potreros, en Hojancha, Costa Rica. | 46 |
| 13. | Peso verde comercial de leña y peso verde total de la rama en función de su diámetro basal, para <i>G. ulmifolia</i> | 47 |
| 14. | Peso verde comercial de la copa en función del diámetro a la altura del pecho del árbol y el diámetro promedio de las ramas, para <i>G. ulmifolia</i> | 48 |
| 15. | Peso verde de la copa en función del diámetro de la copa para <i>G. ulmifolia</i> | 49 |
| 16. | Peso total y peso verde comercial de la copa en función de diferentes edades de la copa, en árboles individuales de <i>G. ulmifolia</i> | 50 |

| | |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 17. Crecimiento en altura, diámetro y área basal de un rodal natural de <i>G. ulmifolia</i> Lam., aclareado a varias intensidades, en la Península de Azuero, Panamá. | 52 |
| 18. Producción en biomasa seca total y productos, de un rodal natural de 4 años de edad de <i>G. ulmifolia</i> Lam., aclareado a varias intensidades a los 2 años de edad, en la península de Azuero, Panamá. | 53 |
| 19. Crecimiento en altura y diámetro de rebrotes de <i>G. ulmifolia</i> Lam., procedente de vegetación natural, en San Pedro Sula, Honduras, a varias edades. | 54 |
| 20. Producción de materia seca y proteína cruda en tres frecuencias de corte y diversos niveles de fertilización, en <i>G. ulmifolia</i> | 56 |
| 21. Valor nutritivo de las hojas tiernas, hojas maduras y frutos maduros de árboles individuales de <i>G. ulmifolia</i> , provenientes de Hojanca, Costa Rica | 56 |
| 22. Composición química aproximada del fruto de guácimo deshidratado y del ensilaje de maíz. | 58 |
| 23. Composición química de los suplementos alimenticios con harina de fruto de guácimo. | 59 |
| 24. Aumento en peso, consumo de suplemento de guácimo y de ensilaje de maíz en novillos. | 59 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---|
| 1. <i>G. ulmifolia</i> Lam., A. Flor (x13); B. Pétalo y apéndice (x13); C. Pistilo (x13); D. Porción de columna estaminal vista centripetalmente (x13); E. Márgen de la hoja (x2); F. hoja (x1/2). (Tomado de Freytag, 1951). | 6 |
| 2. Distribución natural del género <i>Guazuma</i> en América Tropical (Tomado de Freytag, 1951). | 7 |

| | | |
|-----|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| 3. | Arbol aislado en potrero que muestra la configuración general de <i>G. ulmifolia</i> Lam. | 10 |
| 4. | <i>G. ulmifolia</i> . A, rama con inflorescencias (x1/2); B. flor (x5); C. infrutescencia. (Tomado de Pennington y Sarukhan, 1968) | 11 |
| 5. | Uno de los muchos hogares en que utilizan leña de guácimo. | 12 |
| 6. | Ganado comiendo frutos de guácimo. | 15 |
| 7. | Vivero en producción de plantas de guácimo, en envase, listas para trasplante. | 22 |
| 8. | Arreglos de árboles en fincas, en las que <i>G. ulmifolia</i> Lam., es un componente importante. Adaptado de Weber y Stoney (1986). | 27 |
| 9. | Curvas de índice de sitio para <i>G. ulmifolia</i> , en América Central (Tomado de Hughell, 1990). | 38 |
| 10. | Desarrollo en dap de <i>G. ulmifolia</i> , para los índices de sitio de 4, 6 y 8 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central (Tomado de Hughell, 1990). | 39 |
| 11. | Producción de peso seco de leña de <i>G. ulmifolia</i> , para los índices de sitio 4, 6 y 8 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central (Tomado de Hughell, 1990). | 39 |
| 12. | Incremento corriente anual (ICA) e incremento medio anual (IMA) en peso seco de leña de <i>G. ulmifolia</i> , para un índice de sitio promedio de 6 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central (Tomado de Hughell, 1990). | 40 |
| 13. | Arboles dispersos en potreros. | 43 |
| 14. | Arboles aislados en potreros, con copa podada a 2,5 m para la obtención de leña. | 44 |
| 15. | Arboles en grupos en potreros. | 45 |

PRESENTACION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en colaboración con las instituciones forestales de América Central, desarrollan, desde 1980, investigación silvicultural con especies de crecimiento rápido y propósito múltiple, con el objetivo de conocer el comportamiento y posibilidades de las mismas en la Región, para incorporarlas en los sistemas de finca de los pequeños y medianos agricultores. El Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA) promueve la incorporación de estas especies dentro de los sistemas de finca de los pequeños y medianos agricultores de la Región. El propósito del proyecto es aumentar los ingresos y mejorar el bienestar de las familias rurales, así como contribuir a disminuir el deterioro ambiental en América Central y Panamá, mediante un incremento significativo del cultivo de árboles de propósito múltiple, para la utilización en la propia finca y para la venta de productos forestales en los mercados locales.

El incremento del cultivo de estas especies dependerá del conocimiento que se tenga, a todo nivel, de la importancia de las mismas, formas de cultivo, métodos de manejo silvicultural de las plantaciones y combinaciones agroforestales establecidas con ellas. Consciente de la necesidad de este conocimiento, el Proyecto MADELEÑA inició la preparación de "Guías Silviculturales para el cultivo de las Especies Seleccionadas". Este documento presenta las experiencias y conocimientos que hasta la fecha se tienen en América Central sobre el cultivo del guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam) una especie de árbol de uso múltiple de gran importancia en la región.

El CATIE cumple así con el compromiso institucional de poner al servicio de los países miembros los conocimientos generados por la investigación, contribuyendo de esta manera al desarrollo agropecuario acelerado y sostenido de la Región y al mejoramiento de las condiciones de vida de los habitantes de menores recursos. El Proyecto MADELEÑA pone a disposición de los agricultores, técnicos en extensión, técnicos forestales, autoridades del sector y reforestadores, la presente guía para la producción y uso de *Guazuma ulmifolia* Lam. en América Central.

Rodolfo Salazar
Líder Proyecto
MADELEÑA

AGRADECIMIENTO

En primera instancia el Proyecto MADELEÑA agradece al señor Carlos Santander, Consultor y a Miguel Musálem por la recolección y redacción de esta guía.

La información recolectada mediante la investigación silvicultural, que ha permitido la redacción de la presente guía, ha sido el producto de muchas instituciones y personas en América Central. En primer término es necesario reconocer la participación de las instituciones forestales nacionales: Dirección General Forestal (DGF) de Costa Rica, el Centro de Recursos Naturales (CENREN) de El Salvador, la Dirección General de Bosques y Vida Silvestre (DIGEBOS) de Guatemala, la Corporación Hondureña de Desarrollo Forestal (COHDEFOR) de Honduras, el Instituto de Recursos Naturales y del Ambiente (IRENA) de Nicaragua y el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INRENARE) de Panamá. En segunda instancia, se debe reconocer la labor de los técnicos nacionales de cada país, así como a los agricultores e instituciones, que con su trabajo y dedicación, permitieron establecer los ensayos para obtener la información presentada en esta guía. Por otro lado, es necesario aclarar que esta información es el compendio de la experiencia de todos los técnicos de los Proyectos LEÑA y MADELEÑA, durante más de nueve años de investigación.

**Proyecto MADELEÑA,
CATIE**

INTRODUCCION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), con sede en Turrialba, Costa Rica, junto con las instituciones nacionales encargadas de administrar los recursos forestales de los países de América Central*, desde 1980 ha desarrollado investigación sobre silvicultura, manejo y producción de especies de árboles de crecimiento rápido y uso múltiple (AUM).

Desde 1986, a través del Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple, más conocido como MADELEÑA, se han incrementado las actividades de manejo de las especies de AUM, para entregar a los técnicos nacionales, servicios de extensión forestal y agrícola, estudiantes, docentes de universidades y escuelas técnicas, así como a los agricultores, guías técnicas para estimular el cultivo y manejo de estas especies.

El objetivo final de estas guías es dar a conocer a los interesados en América Central, en particular y al resto de la región tropical, en forma sencilla, clara y aplicable, a través de las instituciones nacionales y los servicios de extensión, la tecnología desarrollada en torno al cultivo de cada una de las especies seleccionadas, para incorporar los árboles de uso múltiple a los sistemas de producción de las fincas de pequeños y medianos agricultores, así como de las comunidades rurales, de tal manera que contribuyan a elevar el nivel de vida de los pobladores y a detener el deterioro ambiental de la región. Dichas guías permitirán, al extensionista, conducir el proceso de establecimiento de las especies en las fincas; al técnico forestal, identificar los sitios promisorios y los factores limitantes para el establecimiento de la especie; y a los planificadores, orientar sus decisiones sobre planes y proyectos de desarrollo forestal mediante la estimación de los rendimientos potenciales de las especies.

Este documento resume los conocimientos que, hasta la fecha, se tienen en América Central sobre el cultivo del guácimo (*G. ulmifolia* Lam). Es el producto de la investigación realizada desde 1980 por el CATIE y las instituciones forestales nacionales de la región centroamericana, durante el desarrollo de los Proyectos Leña y Fuentes Alternas de Energía (LEÑA) y Cultivo de Arboles de Uso Múltiple (MADELEÑA).

* Para los efectos de este documento, América Central corresponde a los territorios de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, países miembros del CATIE en la región centroamericana.

El guácimo es una especie pionera. Se adapta bien a las condiciones de las zonas bajas y llanuras costeras del Pacífico de América Central. Su follaje y frutos son muy apetecidos por el ganado vacuno. En el verano, cuando muchos agricultores acostumbran cortar los árboles de guácimo para aprovisionamiento de leña, el follaje producido se torna en una importante fuente de alimento verde para el ganado. Posee capacidad para regenerar por brotes, que en poco tiempo producen gran cantidad de material leñoso utilizado como combustible. Es particularmente prometedor para su uso en sistemas silvopastoriles como sombra en potreros y productor de leña y follaje.

1. BOTANICA Y ECOLOGIA

Guazuma ulmifolia Lam., es una especie ampliamente distribuida, ocurre, a lo largo de las Antillas, desde Cuba hasta Trinidad y Tobago. También en el resto de América continental, desde México hasta Ecuador, Perú, norte de Argentina, Paraguay, Bolivia y parte meridional de Brasil. Es una especie pionera, fácil de establecer; crece y se adapta a sitios abiertos, tanto en zonas secas como húmedas bajas, principalmente en áreas con estación seca definida. Se adapta a varias clases de suelo, desde texturas livianas hasta pesadas y con drenaje deficiente; es más frecuente en suelos con pH superior a 5,5. Es común observar al guácimo crecer en forma aislada en los potreros y en pequeños rodales puros en la planicie costera del Pacífico en América Central y Panamá.

Estudios de procedencia indican que usualmente la variación genética está concentrada principalmente entre árboles, lo que representaría un camino rápido para obtener ganancias a través de la selección individual.

Tiene buena capacidad de rebrote y este atributo, la convierte en una especie ideal para ser manejada en los potreros de las zonas secas. Esta especie forestal se utiliza en forma múltiple, principalmente para madera y leña; también como forraje para animales domésticos y silvestres; para sombra en potreros y adicionalmente como melífera, (industrial y medicinal).

Nomenclatura

Nombre científico: *Guazuma ulmifolia* Lam. (Familia Sterculiaceae)

Sinónimos botánicos: *Guazuma guazuma* (L) Cockerell, *G. tomentosa* H. B. K. (CATIE, 1986); *G. ulmifolia* var. *tomentosa* (H. B. K.) K. Schum (Cristóbal, 1989); *Theobroma guazuma* L*. El

* Poveda, Jorge. Comunicación personal. Dendrólogo, Escuela de Ciencias Ambientales, Universidad Nacional. Heredia, Costa Rica. Setiembre, 1988.

nombre específico significa árbol "con hojas de olmo" y la semejanza está en el envés tomentoso y en los pecíolos veleidosos al viento.

Nombres comunes: El nombre "cabeza de negrito" y el guaraní "cambacau" que significa lo mismo, obedece a la forma de los frutos secos, negros y verrugosos (National Academy of Sciences, 1980). El vocablo guácima, procede del haitiano "Wazuma", según la Real Academia de la Lengua Española. Otros nombres con los que se le conoce son: palate negro, caulote, guacimillo entre otros.

El género *Guazuma*:

Según Freytag (1951), el género *Guazuma*, teniendo en cuenta su filogenia teórica, comprende cuatro especies que son:

- G. longipedicellata* G. F. Freytag
- G. tomentosa* H.B.K.
- G. ulmifolia* Lam. y
- G. crinita* Mart.

Cada una de ellas se diferencia, principalmente, por el tipo de inflorescencia, flor y si los frutos son deshiscentes o indehiscentes. También, si las prominencias de los frutos cerrados son de formas diversas: cónicas, agudas, es decir, que los cordones fibrovasculares van disminuyendo hacia la punta. (Figura 1 a la 4).



El hábito general de estas cuatro especies está formado por un tronco ramificado y multiplicado, resultando en una copa abierta, extendida y ancha. Las ramas son horizontales o caídas en forma ligera y extendidas ampliamente. Las plantas varían de arbustos a semi-arbustos o árboles bajos anchurosos (Freytag, 1951).

Sin embargo, Cristóbal (1989), indica que de las cuatro especies citadas por Freytag, sólo la *Guazuma ulmifolia* es considerada y dentro de la especie, dos variedades son reconocidas, separadas principalmente con base en la característica del fruto: la variedad *ulmifolia* con la cápsula que permanece cerrada cuando está madura y la variedad *tomentella* K. Schum. con la cápsula incompletamente dehiscente con cinco hendiduras, no anchas, para permitir que las semillas escapen.

Las variedades que propone Cristóbal (1989) pueden distinguirse de la siguiente manera:

- i. Frutos cerrados, o sea, completamente indehiscentes, desde elipsoidales a esféricos. Epifilo por lo general no lustroso, a veces sublustroso, raramente lustroso; pelos estrellados diminutos o medianos, en su mayoría simples; dispersos o densamente dispuestos, raro sólo sobre las venas o glabro. Hipófilo con pelos estrellados diminutos o medianos, desde dispersos hasta cubriendo la superficie de la epidermis (tomentoso).

Guazuma ulmifolia var. *ulmifolia*

- ii. Frutos con cinco grietas, o sea incompletamente loculicidas, desde esféricos hasta complanados. Epifilo lustroso y sublustroso, con frecuencia glabro, o con pelos estrellados diminutos o medianos sobre las venas principales, o dispersos en toda la superficie y más abundantes sobre las venas. Hipófilo glabro, o con pelos estrellados diminutos o medianos sobre las venas principales y en la axila de las venas secundarias, o dispersos en toda la superficie.

Guazuma ulmifolia var. *tomentella*

Tomando en cuenta las determinaciones taxonómicas para el caso centroamericano (Standley, 1931, 1937; Calderón y Standley, 1941; Standley y Steyemark, 1949; Litte, 1982; Hughes y Styles, 1984), en el presente trabajo, se continuará aceptando la denominación *G. ulmifolia* Lam., cuyas características se presentan en la Figura 1.

Distribución natural

La especie *G. ulmifolia* Lam., se distribuye en América continental (Freytag, 1951). Ocurre desde México hasta Ecuador, Perú, norte de Argentina, Paraguay, Bolivia y la parte meridional del Brasil. También en las Indias Occidentales, a lo largo de las Antillas (excepto las Bahamas), desde Cuba hasta Trinidad y Tobago y en las Antillas Holandesas (Little, Wadsworth y Marrero, 1967; Little y Dixon, 1969; Little, 1948; Little, 1982; U. S. National Academy of Sciences, 1980; Record y Hess, 1943; Standley, 1937; Standley, 1931; Calderón y Standley, 1941; Standley y Steyemark, 1949) (Figura 2).

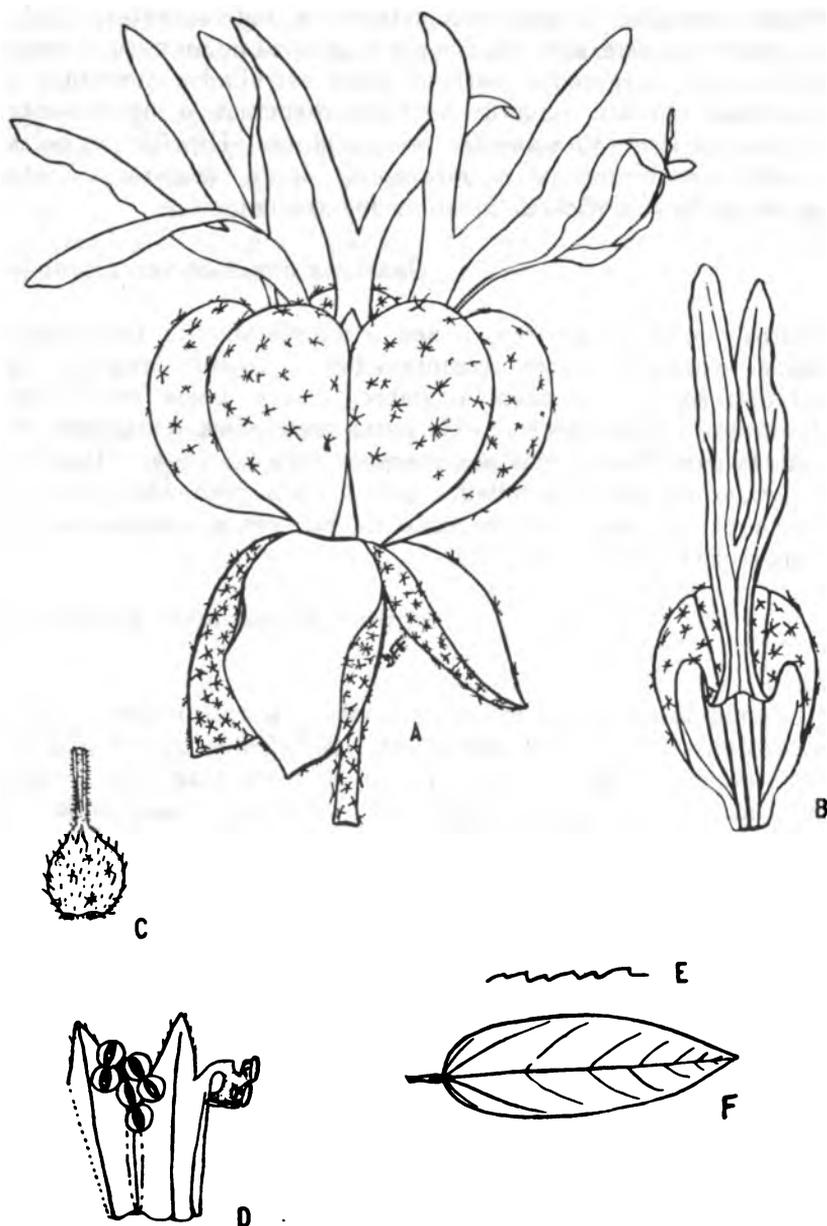


Figura 1. *G. ulmifolia* Lam., A. Flor (x13); B. Pétalo y apéndice (x13); C. Pistilo (x13); D. Porción de columna estaminal vista centripetalmente (x13); E. Márgen de la hoja (x2); F. hoja (x1/2). (Tomado de Freytag, 1951).



Figura 2. Distribución natural del género *Guazuma* en América Tropical (Tomado de Freytag, 1951).

Asociación natural

G. ulmifolia es particularmente característica de sitios abiertos, márgenes de ríos, sitios desmontados y de bosques de crecimiento secundario. Es también común en áreas secas y húmedas, en represas, en pasturas, y en laderas montañosas bajas (CATIE, 1986; U. S. National Academy of Sciences, 1980).

En general, se ha observado que en los bosques tropicales secos y húmedos, los árboles adultos se encuentran en densidades bajas dentro del bosque, pero con una distribución relativamente homogénea (Soto, 1980).

La especie está adaptada a diferentes condiciones ambientales. En la región del Pacífico, se distribuye desde el nivel del mar hasta unos 1000 m de altura en los primeros estados de la sucesión secundaria*. Sin embargo, aparece más frecuentemente hasta los 500 m sobre el nivel del mar, principalmente en las regiones con una estación seca definida. En estas regiones, es común observarla en las orillas de las carreteras donde su regeneración es abundante. Es común observar al guácimo en los potreros en forma aislada o asociada a algunos otros árboles como el laurel (*Cordia alliodora*), carao (*Cassia grandis*), nance (*Birsonima crassifolia*), guayaba (*Psidium guajaba*), roble de sabana (*Tabebuia rosea*), guanacaste (*Enterolobium cyclocarpum*), madero negro (*Gliricidia sepium*), guaba (*Acacia farnesiana*), cornizuelo (*Acacia costaricensis*) (Torres, Sevilla y Rodríguez, 1981).

En la sucesión natural de áreas despejadas, el guácimo, como especie pionera, va colonizando rápidamente estas áreas, de manera que puede eliminar muchas veces al pasto jaragua (*Hyparrhenia rufa*). Al crecer el árbol, el ganado busca su sombra y frutos, lo que resulta un fuerte "pisoteo" alrededor del árbol.

Descripción general del árbol

El guácimo presenta ramas largas muy extendidas, horizontales o ligeramente colgantes, con hojas alternas en dos hileras, arregladas en un plano. Las ramitas son pubescentes, con pelos estrellados de color café herrumbroso o gris claro. Los árboles son siempre verdes, de tamaño pequeño a mediano, de 10 a 20 m de

* Fournier, Luis. Comunicación personal. Ecólogo, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. Marzo, 1981.

alto y hasta 60 cm de diámetro en el tronco, con copa redondeada y extendida, la forma del árbol varía según la región donde se encuentre; en zonas de elevada precipitación, los árboles alcanzan mayor altura y menor ramificación, (Figura 3).

La corteza exterior es de color gris o pardo, a menudo gruesa, agrietada o acanalada, áspera o en tiras. La corteza interior es de color café claro (color castaño o marrón claro), fibrosa y ligeramente amarga (Little y Dixon, 1969; Pérez Arbeláez, 1956).

Las hojas son alternas, cortamente pecioladas, de ovadas a oblongolanceoladas, aserradas, de 6 a 12 cm de largo, de 2,5 a 6 cm de ancho, de punta larga y acuminada, la base obtusa o subcorazonada. (Little y Dixon, 1969; U.S. National Academy of Sciences, 1980).

Los racimos florales (panículas) ramificados en pedúnculos con vellosidades, tienen de 3 a 5 cm de largo en la base de las hojas y numerosas flores pequeñas, ligeramente fragantes de 1 cm de largo y 0,5 cm de ancho, (Little y Dixon, 1969; Little, Wadsworth y Marrero, 1967; Record y Hess, 1943) (Figura 4).

El fruto es una cápsula subglubosa elipsoide, de 1,5 a 4 cm de largo y de 1 a 1,5 cm de ancho, de aspecto verrugoso y de color negro púrpura en su madurez, densamente espinoso, formado por 5 carpelos pentaloculares, que contiene una pequeña pulpa dulce, que se abre por el ápice o irregularmente por poros y contiene muchas semillas duras de 3 mm de largo (Little, 1948; Little, Wadsworth y Marrero, 1967; Little y Dixon, 1969; U.S. National Academy of Sciences, 1980; Núñez Meléndez, 1975).

En condición verde, la madera es de color gris anaranjado amarillento y en condición seca, es gris anaranjado. Grano recto, textura mediana y homogénea, lustre regular, con figuras en reflejos plateados poco conspicuos en la superficie radial; el olor y sabor no característicos. El peso específico es de 0,51 gm/cm³. La contracción volumétrica es de 14,1 por ciento (UCR, 1981). El módulo de ruptura de flexión estática para el guácimo es de 933 kg/cm en condición seca y de 590 kg/cm en condición verde.

Usos del guácimo

La madera es fácil de trabajar, en Puerto Rico se usa principalmente para postes. En otras partes se usa para carpintería en general, interiores, construcción, confección de muebles, duelas

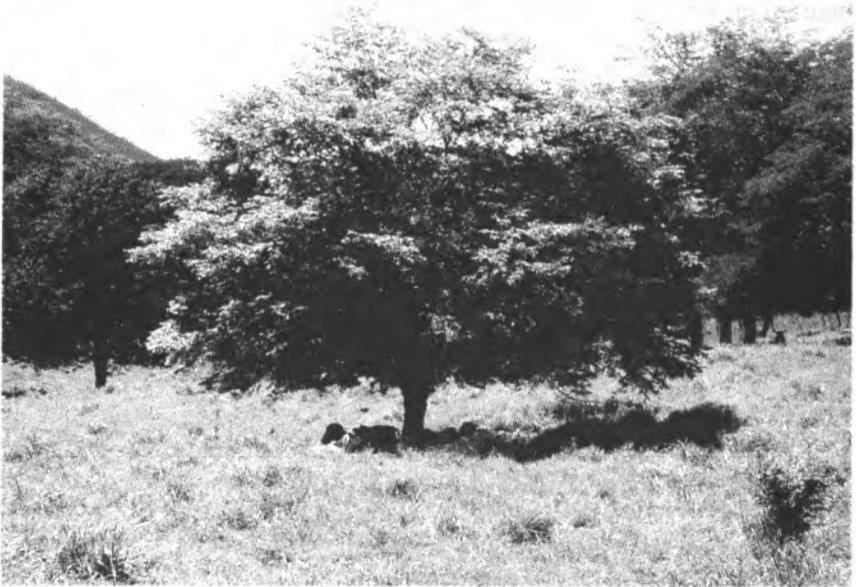


Figura 3. Arbol aislado en potrero que muestra la configuración general de *G. ulmifolia* Lam.

de barril, cajas y embalaje, mango de herramientas y culatas de fusil, hormas para zapatos, violines y carbón para la fabricación de pólvora (Little, 1948; Little, Wadsworth y Marrero, 1967; Little y Dixon, 1969; Little, 1982; U. S. National Academy of Sciences, 1984; Record y Hess, 1943).

Para cercas es poco durable cuando no tiene un tratamiento químico previo.

En toda la región donde crece el guácimo en forma natural, la madera es utilizada como leña o carbón por ser considerada como un combustible excelente (Figura 5).

En el Pacífico seco de Costa Rica, el guácimo es utilizado por el 75% de los campesinos que consumen leña. Lo recolectan de los potreros, de árboles que se dejan como sombra y forraje y en ocasiones, algunos agricultores poseen pequeñas áreas de bosque natural para este fin. El 38% de los encuestados que utilizan leña, prefieren el guácimo porque posee crecimiento inicial rápido, fácil

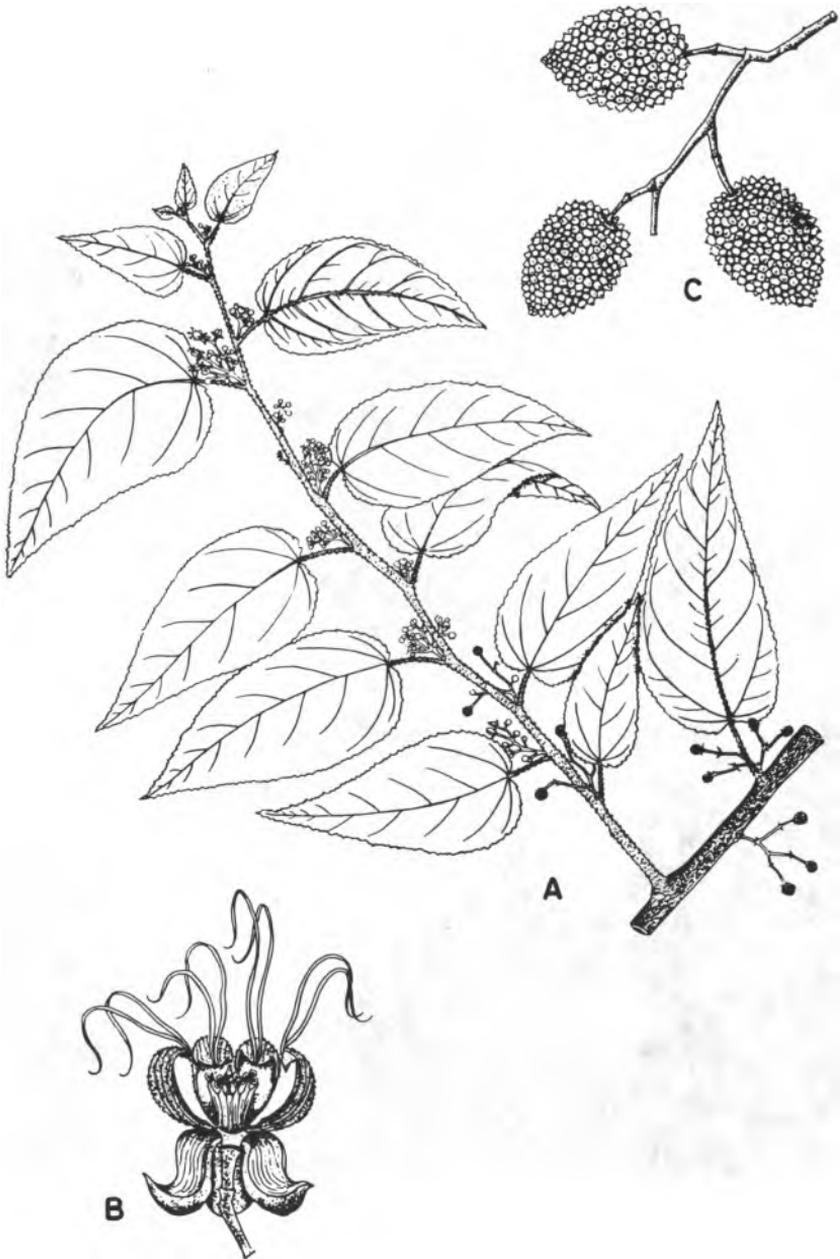


Figura 4. *G. ulmifolia*. A. rama con inflorescencias ($\times 1/2$); B. flor ($\times 5$); C. infrutescencia. (Tomado de Pennington y Sarukhan, 1968).

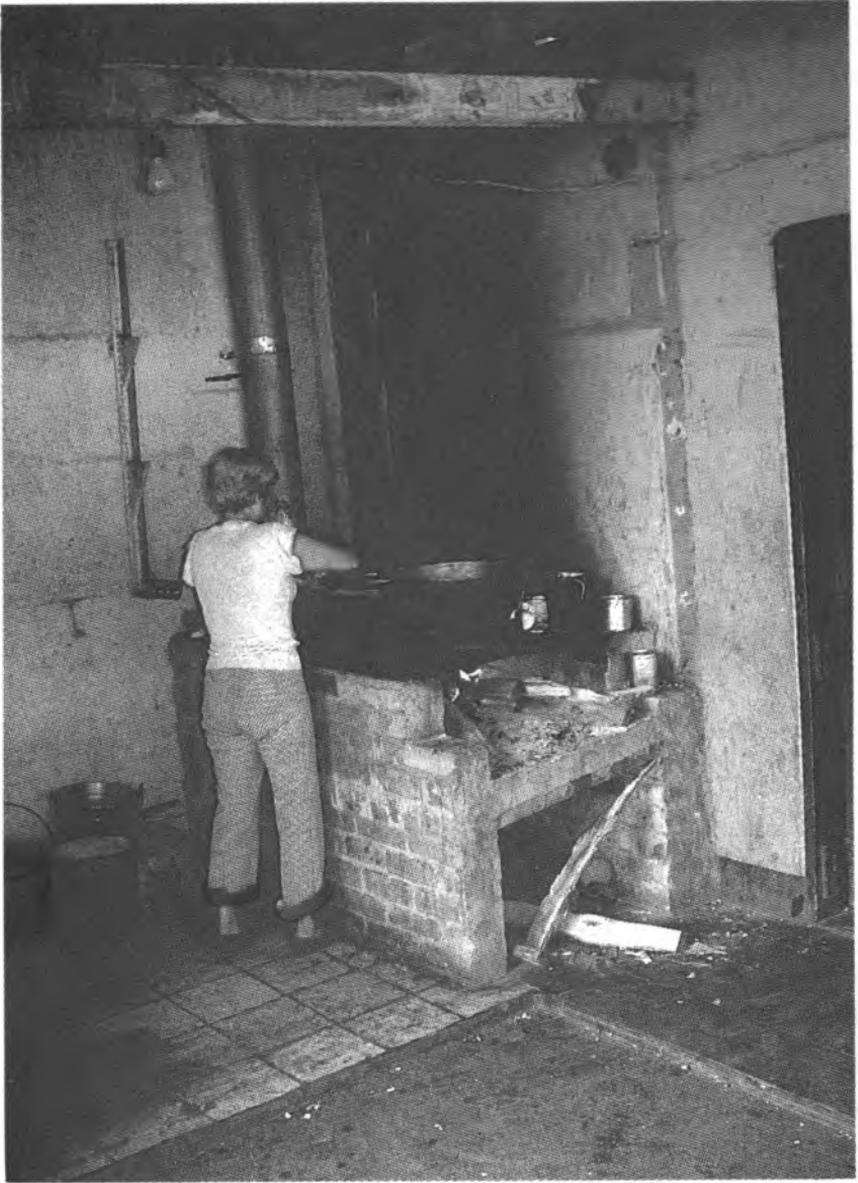


Figura 5. Uno de los muchos hogares que utilizan leña de guácimo.

secado y resistencia a la pudrición, produce buena brasa, escaso humo, alto poder calorífico, capacidad para arder aún verde, además de que la ceniza blanca que origina, favorece su empleo en el "pelado"* del maíz, alimento importante en la dieta básica de los habitantes de esta región (Torres; Sevilla y Rodríguez, 1981).

Se ha determinado que muchos animales domésticos y silvestres se alimentan del follaje y frutos del guácimo (Cuadro 1).

El mucílago verde y los frutos son comestibles ya sea cuando están frescos, secos o cocinados; los indios nativos de los trópicos húmedos, a menudo preparan un brebaje hecho de los frutos. Los frutos secos del guácimo, mascados, dejan un sabor a carne asada y a eso obedece el nombre de "chicharrón" usado en El Salvador (U. S. National Academy of Sciences, 1984; Record y Hess, 1943). Las flores atraen abejas y son una fuente de miel de buena calidad (Little, 1948; Little, Wadsworth y Marrero, 1967; Little y Dixon, 1969; Little, 1982; U. S. National Academy of Sciences, 1984).

El mucílago que suelta la corteza al ponerla en agua es alimenticio. Pudo haber estado incluido en la nutrición de los indios precolombinos (Pérez Arbeláez, 1956).

El árbol a menudo se ha plantado como un árbol de sombra para pasturas y calles. En el Valle del Cauca, en Colombia, se sembraron muchos guácimos en largas y dobles hileras a lo largo de las vías férreas, como rompefuegos, cuando en época lejana, las locomotoras quemaban leña y las chispas aventadas amenazaban los cañaduzales (U. S. National Academy of Sciences, 1984). En Costa Rica se ha observado su resistencia al fuego.

Antes de que se extendiera el uso de los jabones para barba, los hombres solían utilizar la baba de la corteza para afeitarse y las mujeres del pueblo en Colombia, para peinarse. Los industriales producen de ella gomina (Pérez Arbeláez, 1956).

Los tallos jóvenes son empleados en forma limitada para hacer cuerdas (Record y Hess, 1943). En algunos sitios utilizan la corteza fibrosa, fuerte y los tallos nuevos para fabricar sogas y cordeles (Pérez Arbeláez, 1956; Standley, 1949).

* Palabra usada por los campesinos de Costa Rica, que consiste en hervir el maíz con la ceniza de guácimo, con miras a romper la "cáscara" del grano.

Cuadro 1. Animales domésticos y silvestres que utilizan *G. ulmifolia* Lam., como alimento.

| Nombre común | Nombre Técnico | Parte del árbol utilizado como alimento |
|--------------------|-------------------------------|-----------------------------------------|
| Ganado vacuno | <i>Bos indicus</i> | hojas y frutos |
| | <i>Bos taurus</i> | |
| Caballo | <i>Equus sp</i> | hojas y frutos |
| Venado cola blanca | <i>Odocoileus virginianus</i> | hojas y frutos |
| Mono cara blanca | <i>Cebus capucinus</i> | cogollos |
| Mono congo | <i>Alouatta palliata</i> | cogollos y frutos |
| Perezoso | <i>Choloepus hoffmanni</i> | cogollos |
| Pizote | <i>Nasua narica</i> | frutos secos |
| Ardilla | <i>Sciurus variegatoides</i> | frutos secos |
| Perico | <i>Aratinga canicularis</i> | frutos verdes |
| | <i>Brotegeris jugularis</i> | |
| Loro | <i>Amazona albifrons</i> | frutos verdes |
| Cerdo doméstico | <i>Sus scrofa</i> | frutos |
| Zahíno | <i>Tayassu tajacu</i> | frutos |
| Coyote | <i>Canis latrans</i> | frutos y semillas* |

Fuente: Santander y Campos (1980).

En Costa Rica, los "trapicheros" que fabrican dulce a base de caña de azúcar, machacan la corteza y la dejan en agua por algún tiempo, la baba que suelta es utilizada para separar las impurezas de los caldos de azúcar (Santander y Campos, 1988).

Se ha informado que beber el agua preparada con frutos del guácimo, machacados y dejados en agua por 24 horas, alivia la cistitis. Asimismo, que las hojas y frutos se emplean en medicina casera para desarreglos estomacales (Santander y Campos, 1988). También que la baba alivia las contusiones (Pérez Arbelaez, 1956).

Fenología

En América Central, en la zonas con estación seca definida, la floración ocurre durante la época seca entre los meses de enero y marzo con una segunda floración durante la canícula de julio. La maduración de los frutos ocurre aproximadamente, un año después.

* Vaughan y Rodríguez (1986).



Figura 6. Ganado comiendo frutos de guácimo.

Los primeros frutos maduros aparecen al inicio de la época seca, de noviembre a diciembre, con mayor productividad entre febrero y abril. Es frecuente observar flores y frutos maduros e inmaduros en el mismo árbol. La época de floración coincide con el desarrollo del nuevo follaje* (Santander y Campos, 1988).

Requerimientos ambientales

De acuerdo con la experiencia acumulada a la fecha, se han identificado algunos requerimientos ambientales para cultivar la especie:

- **Temperatura:** Propia de zonas bajas cálidas, con temperatura media anual superior a 24°C, aunque ocasionalmente aparece en zonas de hasta 20°C.

* Fournier, Luis. Comunicación personal. Ecólogo, Escuela de Biología, Universidad de Costa Rica. Marzo, 1981.

- **Precipitación:** El árbol crece mejor cuando la precipitación es de 700 a 1500 mm. También, se le ha encontrado en zonas con más de 2500 mm anuales. El árbol se adapta tanto a condiciones secas como húmedas.
- **Altitud:** Crece desde el nivel del mar hasta cerca de los 1200 msnm. En Costa Rica se observan con mayor frecuencia por abajo de los 500 m de elevación.
- **Suelo:** Se adapta a varias clases de suelos, desde texturas livianas hasta suelos pesados. Es más frecuente en suelos con pH superior a 5,5. La planta es susceptible a la competencia de malezas y no se desarrolla bien en suelos muy compactados o con altos contenidos de arcilla (CATIE, 1986).

Procedencias

Existe indicación de que es posible esperar una variación genética considerable dentro de todo el rango de distribución natural de la especie. Por ejemplo, en una prueba realizada en Nandayure, Guanacaste, Costa Rica con ocho fuentes de semilla de guácimo (Salazar y Quesada, 1987), las que fueron evaluadas durante los primeros 2,6 años, se detectó variación genética entre procedencias, principalmente en crecimiento en altura total, forma del fuste y de las hojas; las diferencias observadas para estos caracteres entre la mejor y la peor procedencia, fueron considerables. La mayor parte de las variaciones en este estudio fue encontrada entre árboles y no entre procedencias, indicando que la selección de árboles dentro de las poblaciones para estas características podría ser un camino rápido para obtener mejoras genéticas.

En la experiencia anterior, cuya localización y detalles del clima de las procedencias se presentan en el Cuadro 2, se pueden extraer varias conclusiones importantes que indican el comportamiento de la especie.

- 1) Desde el punto de vista del crecimiento en altura, las diferencias absolutas entre procedencias, para menor y mayor crecimiento, Hojancha y Carmona, respectivamente, son consideradas pequeñas; sin embargo, se puede indicar superioridad de algunas procedencias de Costa Rica y Guatemala. El pequeño grado de variación encontrado puede ser debido al rango limitado de distribución natural probado.

- 2) No se encontró una relación entre la forma de los tallos y la rapidez de crecimiento. Se observó que la procedencia de Guabito de Panamá y Carmona de Costa Rica presentan menor crecimiento, pero los árboles con mejor forma. Por otra parte, se encontró importante diferencia en la altura de la primera bifurcación y en el número de ramas. Bajo estas condiciones, la selección de las procedencias deben ser claramente definidas por el uso final de los productos.

En pasturas, los árboles sin horquetas en el tallo son de interés, debido a que los finqueros usualmente seleccionan árboles de guácimo con un solo tallo, el cual descopan a 2,5 m de altura para estimular el rebrote para sombra, forraje y producción de leña, ya que a esta altura, los animales no destrazan los brotes. Por otro lado, para la producción de leña, podrían ser deseables árboles con más tallos y muchas ramas.

- 3) El número promedio de tallos por árbol fue 2,1, con un gran rango de variación de 2,5 en Cerrillos y 1,7 en Guabito. El número promedio de horquetas por árbol fue de 1,4 y el número de ramas de 6,3. Cerrillos tuvo 7,7 y Pérez Zeledón 5,7. La altura de la primera horqueta se encontró a 52 cm, como promedio.

- 4) La longitud promedio del pecíolo fue de 16 mm; Suchitepéquez con el más largo y Cabuya el más corto (20 mm y 13 mm, respectivamente). En general, no es clara la diferencia entre las fuentes de semilla y la forma de la hoja.

Cuadro 2. Información climática asociada con ocho procedencias de *G. ulmifolia* Lam., de América Central.

| País | Procedencias | Latitud (N) | Longitud (W) | Altitud (msnm) | Media anual | | Meses secos |
|------------|----------------------|-------------|--------------|----------------|-------------|--------------------|-------------|
| | | | | | Temp (°C) | Precipitación (mm) | |
| Guatemala | Suchitepéquez | 14°14 | 91°36 | 100 | 27,0 | 1860 | 6 |
| Costa Rica | Hojancha | 10°04 | 81°00 | 350 | 25,3 | 2223 | 5 |
| Costa Rica | Carmona | 9°56 | 85°15 | 50 | 27,0 | 2037 | 5 |
| Costa Rica | Rodeo de Mora | 9°51 | 84°12 | 800 | 20,6 | 2511 | 5 |
| Costa Rica | Cerrillos de Parrita | 9°32 | 84°22 | 5 | 26,7 | 3827 | 3 |
| Costa Rica | Pérez Zeledón | 9°18 | 83°39 | 700 | 22,9 | 2800 | 4 |
| Panamá | Cabuya | 8°35 | 79°53 | 60 | 27,2 | 1530 | 5 |
| Panamá | El Guabito | 7°46 | 80°36 | 100 | 26,6 | 1364 | 5 |

Fuente: Salazar y Quesada (1987).

2. ESTABLECIMIENTO

La producción de semillas es abundante. Existen alrededor de 150 000 semillas por kilogramo, de las que alrededor de 38 000 son viables, pero la viabilidad se pierde rápidamente, sin refrigeración.

La producción de plántulas de guácimo en vivero es fácil. Las semillas deben tratarse con agua caliente durante uno a dos minutos y luego con agua en movimiento durante 24 horas, con lavado manual posterior para remover el mucilago que las cubre; luego, se colocan en camas germinadoras, a base de 100% de arena, alcanzándose hasta el 80% de germinación.

El tiempo para la producción de plántulas de 25 a 30 cm de altura en bolsa, es de aproximadamente 14 a 16 semanas. También, se puede hacer siembra directa en bolsas o en bancales y se recomienda poner de dos a cuatro semillas por bolsa. En la producción de pseudoestacas se requiere de cinco a ocho meses para obtener material de 1,5 a 2,5 cm de diámetro en el cuello.

El terreno para plantación debe estar preparado adecuadamente, removiendo el suelo con arado o haciendo hoyos amplios y profundos. Se recomienda plantar al inicio de las lluvias, utilizando plantas de 25 a 30 cm de altura.

El espaciamiento de plantación depende del tipo de producto que se desea obtener, la calidad del sitio. El espaciamiento usual adoptado es de 2 m x 2 m. La especie es muy sensible al espaciamiento de plantación. Se obtiene mayor crecimiento en diámetro y altura a espaciamientos de plantación más amplios.

Se recomienda el control de malezas durante la primera etapa de crecimiento, con miras a aumentar la supervivencia y disminuir los costos de replante. Por lo general dos a tres limpiezas manuales durante el primer año, dos en el segundo y, posiblemente, una en el tercer año sean suficientes para mantener las malezas bajo control.

La especie se utiliza en combinaciones agroforestales, principalmente en cultivos secuenciales; se planta además en bosquetes puros para producción de leña y también en bancos para forraje. Su uso más extendido es en cercas vivas y como árboles dispersos o en grupos en potreros con el objetivo de producir sombra para ganado en combinación con leña y forraje.

Se han reportado insectos coleópteros que atacan los frutos y larvas de lepidópteros. Las plantas jóvenes son atacadas por cerambícidos que anillan y cortan la madera de ramas de hasta 3 cm de diámetro.

Recolección de semillas

La recolección de los frutos maduros, es fácil. Se pueden coleccionar directamente del árbol o del suelo. Los frutos recogidos del suelo pueden estar infestados por larvas de insectos. Para extraer las semillas es necesario macerar los frutos. Una vez lavados y secos pueden almacenarse en recipientes sellados en lugares frescos hasta por un año. Normalmente se deben almacenar en cámaras frías (a 5°C de temperatura).

De un kilogramo de frutos secos se obtiene aproximadamente, unos 100 g de semillas limpias. El número de semillas por fruto varía entre 40 y 80. El peso de 1000 semillas es aproximadamente de 5,14 g y el número de semillas por kilogramo es de aproximadamente 150 000, de las cuales unas 38 000 semillas son viables (Hughes, Ochoa y Vides de Ponce, 1985).

El Cuadro 3 muestra los sitios de recolección de semillas de guácimo en América Tropical, hechas por el Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF) del CATIE y otros bancos de semillas.

Producción en vivero

La producción de la planta en vivero requiere cuidados especiales. Las semillas aún frescas deben tratarse con agua caliente (80°C) durante uno a dos minutos y luego con agua en movimiento durante 24 horas, con lavado manual posterior, para remover el mucílago que las cubre. Con este tratamiento se ha obtenido hasta un 80 por ciento de germinación.

Con semilla de un año o más, tratada en igual forma, los porcentajes de germinación son inferiores al 60 por ciento. La germinación se inicia entre el sexto y el octavo día y se completa a los 12 días.

Se recomienda desinfectar los germinadores para evitar la aparición de enfermedades fungosas como el mal del talluelo ("Damping-off"), causado por hongos de especies de los géneros *Phytium*, *Fusarium*, *Rhizoctonia*, *Penicillium* y *Phytophthora*.

Cuadro 3. Sitios de recolección de semillas de guácimo (*G. ulmifolia* Lam.) en América Tropical.

| No. Lote | País de procedencia | Cantidad (Kg) | Fecha de introducción | Latitud N | Longitud W | Altitud (mnm) | Suolo | Precip. anual (mm) | Temp. Prom. anual (°C) |
|----------|--------------------------------------|---------------|-----------------------|------------------|------------------|---------------|-----------|--------------------|------------------------|
| 1019 | Nicoya y Santa Cruz, Gte. Costa Rica | --- | 03/1981 | 10°06' 10°15' | 85°30' 85°40' | 100 | Arcilloso | 2117 | 27,0 |
| 1962 | León, Nicaragua | 2,500 | 18/05/1982 | 12°30' | 87°00' | 100 | --- | 1559 | 27,4 |
| 1567 | León, Nicaragua | 1,400 | 13/09/1983 | 12°31' | 87°00' | 100 | --- | 1561 | 27,4 |
| 1585 | La Trinidad, Nic. | 0,750 | 14/10/1983 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1614 | Gte. Costa Rica | 5,000 | 06/04/1983 | --- | --- | 450 | Arcilloso | 1824 | 27,1 |
| 1721 | La Máquina, Suchitepéquez, Guatemala | 0,405 | 20/03/1984 | 14°14' | 91°38' | 100 | --- | --- | --- |
| 1809 | Cabuaya, Panamá | 0,500 | 04/04/1984 | 8°34' 14°14' | 79°55' 91°35' | 100 | --- | --- | --- |
| 2089 | La Máquina, Cuyo-tenango, Guatemala | --- | --- | 14°59' | 89°57' | 420 | --- | --- | --- |
| 2070 | Puerta del golpe, Progreso, Guat. | --- | --- | 7°55' 7°45' | 80°24' 80°16' | 21 50 | Aluvial | 1210 1145 | 27,3 26,9 |
| 2175 | Los Santos, Pan. | --- | 20/04/1985 | 7°46' | 80°36' | 100 | Francisco | 1637 | 26,6 |
| 2177 | Los Santos, Pan. | --- | 20/04/1985 | --- | --- | --- | Arcilloso | --- | --- |
| 2184 | Los Pozos, Herrera, Panamá | --- | --- | 9°34' | 84°31' | 60 | Arcilloso | 3689 | 26,0 |
| 2394 | Parrilla, Puntarenas, Costa Rica | 1,800 | 25/10/1985 | 9°55' | 84°17' | 900 | Arcilloso | 2900 | 20,3 |
| 2396 | El Rodeo, Mora, San José, Costa Rica | --- | 25/10/1985 | 9°58' | 85°15' | 200 | Francisco | 1860 | 27,0 |
| 2409 | Carmona, Nandayure Gte. Costa Rica | 0,100 | 06/1984 | --- | --- | Arcilloso | --- | --- | --- |
| 2410 | El Guabito, Pan. | 0,100 | 06/1984 | 10°21' | 85°09' | 40 | --- | --- | 26,3 |
| 2411 | Cañas, Gte. C.R. | 0,100 | 06/1984 | --- | --- | 703 | --- | 3091 | 24,3 |
| 2412 | Pérez Zeledón, San José, Costa Rica | 0,100 | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 2413 | Hojancha, Gte., C.R. | --- | 21/11/1985 | --- | --- | 300-400 | --- | --- | --- |
| 2417 | Hojancha, Gte., C.R. | --- | 21/11/1985 | --- | --- | 280 | --- | --- | --- |
| 2425 | Hojancha, Gte., C.R. | --- | 21/11/1985 | --- | --- | 400 | Arcilloso | --- | --- |
| 2491 | Puriscal, San José, C.R. | 0,100 | 07/03/1986 | 9°51' | 84°12' | 1180 | --- | 3218 | 26,4 |
| 2492 | Carinas Gte., C.R. | 0,100 | 07/03/1986 | 10°21' | 85°09' | 40 | --- | 2028 | 26,4 |
| 2493 | Sarchi, Costa Rica | 0,100 | 07/03/1986 | 10°09' | 85°27' | 1100 | --- | 2777 | 26,4 |
| 2494 | Carmona, Gte., C.R. | 0,100 | --- | --- | --- | 120 | --- | 2304 | 26,4 |
| 2495 | Pérez Zeledón, San José, Costa Rica | 0,100 | --- | --- | --- | 703 | --- | 3091 | 24,3 |
| 2496 | Parrilla, Puntarenas, Costa Rica | 0,100 | --- | 9°32' | 84°22' | 5 | --- | 3303 | --- |
| 2497 | Hojancha, Gte., C.R. | 0,100 | --- | --- | --- | 100 | --- | 2304 | --- |
| 2498 | Guabito, Panamá | 0,100 | 01/02/1983 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4016 | Talgua, Camayagua, HON | 0,010 | 08/02/1988 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 4017 | Talgua, Camayagua, HON | 0,010 | 08/02/1988 | --- | --- | --- | --- | --- | --- |

El ILSF tiene registrado hasta el momento el lote No. 4486 (Abril, 1990)
El ILSF tienen registrado de semillas desde 1966.

Cuando las plántulas muestran su primer par de hojas, se trasplantan a bolsas de polietileno, llenas con una mezcla de 1:1 de arena y tierra. La operación de trasplante no ocasiona prácticamente ninguna pérdida.

También, se puede utilizar la siembra directa en las bolsas, o en bancales para producción de plantas a raíz desnuda, o pseudoestacas. Cuando se siembra directamente en bolsa es recomendable poner de dos a cuatro semillas/bolsa, con selección posterior para dejar la mejor planta. (Figura 7).

Se puede obtener también, material para plantación de la regeneración natural, con buenos resultados de supervivencia y crecimiento inicial, ya sea como pseudoestaca o plántula a raíz desnuda.

En vivero se ha empleado fertilización con NPK (10-30-10) a razón de 3 a 4 g/planta, mezclado con el sustrato de las bolsas, lo que permite obtener plantas de altura más uniforme. El tiempo para obtener plantas de 25 a 30 cm en bolsa es, aproximadamente, de 14 a 16 semanas. En la producción de pseudoestacas se requiere de cinco a ocho meses para obtener material de 1,5 a 2,5 cm de diámetro en la base.



Figura 7. Vivero en producción de plantas de guáximo, en envase, listas para trasplante.

Establecimiento de la plantación

Preparación del terreno

Al igual que con otras especies, es necesario preparar adecuadamente el suelo removiéndolo con arado o haciendo hoyos amplios y profundos y controlando la maleza en las etapas iniciales. Aunque la especie se adapta a suelos compactados, el desarrollo es lento.

Método de plantación

El método de plantación utilizado en Costa Rica, es con plantas de 25 a 30 cm de altura, esto permite un alto porcentaje de supervivencia. No se tiene experiencia sobre el grado de resistencia de la planta al hacer el trasplante de vivero a raíz desnuda. Se sabe que no da buenos resultados trasplantar en la estación seca.

Espaciamiento de plantación

En general, el guácimo se planta a un espaciamiento de 2 m x 2 m, lo que permite cerrar el dosel al año, aproximadamente, edad hasta la cual hay que realizar control de malezas.

Por lo general, a partir del primer año de edad, el árbol se ramifica desde la mitad de su altura y es muy difícil encontrar un ejemplar que crezca con sólo un fuste recto. En una plantación localizada en Puntarenas, Costa Rica, a una altitud de 400 m y con una precipitación de 3900 mm por año, se ha observado que las plantas con 2 m de altura tienen un promedio de 5 ramas*.

Según una experiencia realizada en Hojancha, Costa Rica (Ortíz 1984), el crecimiento en altura, como en diámetro es muy sensible al espaciamiento de plantación, aquí se utilizaron densidades extremas, desde 210, 910 hasta 1286 plantas por hectárea, en un diseño Nelder. A los ocho meses de plantación, se observó que las plantas crecieron más en altura en los espaciamientos menores. Así mismo, el comportamiento del diámetro fue claramente mayor en los espaciamientos mayores

* Oviedo M., J. Comunicación personal. Encargada Proyectos Parcelas Experimentales del Ministerio de Agricultura y Ganadería, Costa Rica, Abril, 1981.

Cuadro 4). Esto se explica porque, al principio, la alta densidad promueve el crecimiento vertical por la competencia por luz, pero luego, el medio se vuelve limitante y el crecimiento óptimo se traslada hacia los árboles plantados a mayores espaciamientos. Sin embargo, entre los espaciamientos de plantación más comunes, son de 1286 a 8705 árboles/hectárea, tanto los valores de altura como diámetro.

Control de malezas

Para un adecuado crecimiento del guácimo, se recomienda el control de la maleza durante la primera etapa de crecimiento de plantación, lo que permite aumentar la sobrevivencia y disminuir los costos de replante y al mismo tiempo, se logra un mayor crecimiento en altura y diámetro, por disminución de la competencia.

Fertilización

Para esta especie forestal, no se han hecho ensayos de fertilización para determinar su respuesta a esta práctica. Sin embargo, si se decide aplicar fertilizante, es muy importante tener en cuenta los resultados preliminares de muestras de suelo, representativos del sitio en donde se le va a plantar.

En AUM, la experiencia ha demostrado que la fertilización afecta positivamente el crecimiento a los pocos meses de la aplicación y va disminuyendo con el tiempo, aunque las ganancias iniciales persisten durante la vida de la plantación.

Desarrollo de la especie en sistemas agroforestales

El guácimo, es una especie de propósito múltiple, porque proporciona una variedad de bienes y servicios en las fincas.

Dentro de los cuatro grupos de combinaciones agroforestales posibles en los sistemas de finca de pequeños y medianos agricultores que ha desarrollado el Proyecto MADELEÑA (Martínez, 1989) (Cuadro 5), de acuerdo con las características de las especies asociadas, los intereses del finquero y los productos o servicios que puedan obtenerse de los árboles, a *G. ulmifolia* se la menciona como componente en: i) Cultivos secuenciales, ii) bancos

de forraje, iii) cercos vivos y iv) árboles en potreros. La Figura 8 es una representación idealizada y esquemática de estas combinaciones en un sistema de finca.

Cuadro 4. Efecto del espaciamiento de plantación en el crecimiento en altura y diámetro de *G. ulmifolia* Lam., en Hojancha, Costa Rica, a los 8 meses de edad (Prueba de Duncan).

| Número de arboles (/ha) | Altura total (m) | Número de árboles (/ha) | DAP (cm) |
|-------------------------|------------------|-------------------------|----------|
| 111483 | 1,62 a | 16469 | 3,0 |
| 210910 | 1,51 a | 8705 | 2,9 |
| 16469 | 1,48 a | 4601 | 2,7 |
| 58962 | 1,44 a | 2432 | 2,6 |
| 31162 | 1,35 a | 1286 | 2,5 |
| 8705 | 1,28 ab | 58962 | 2,4 |
| 2432 | 1,10 b | 31162 | 2,3 |
| 4601 | 1,03 b | 111483 | 1,7 |
| 1286 | 0,91 b | 210910 | 1,3 |

NOTA: Letras iguales unen valores estadísticamente no diferentes, de acuerdo a la prueba de Duncan al 5%.

Es necesario aclarar que muchos de estos sistemas, aunque son utilizados tradicionalmente por los agricultores, no han sido suficientemente estudiados y documentado su funcionamiento (Martínez, 1989).

En el del sistema de árboles con cultivos, el guácimo es más utilizado en el sistema denominado "árboles intercalados" para cultivos secuenciales. Esta forma de asociación se asemeja a la agricultura migratoria tradicional, con la diferencia de la inclusión de árboles con propósitos definidos, durante el período de cultivo, al estilo del sistema Taungya (Martínez, 1989).

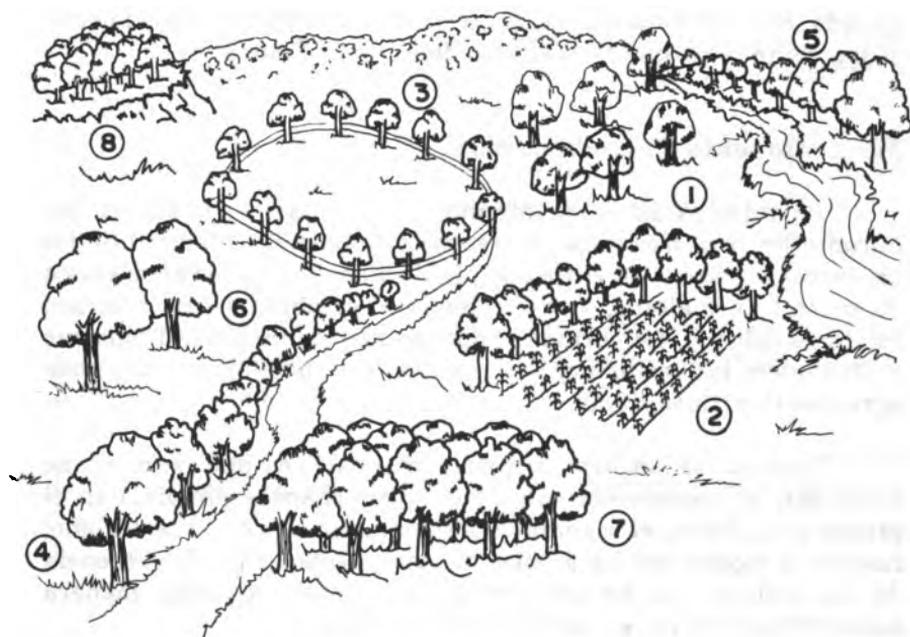
Dentro del sistema de árboles para protección, el guácimo es utilizado en el cuidado de propiedades como cercos vivos. Esta es una práctica utilizada ampliamente en los trópicos, cuyo objetivo básico es la delimitación y protección de terrenos, aunque se pueden tener otros beneficios, como producción de leña, estacas para otros cercos vivos o, con algunas especies, postes y madera para otros usos, producción de forraje, abono verde, flores comestibles u otros productos (Martínez, 1989).

Cuadro 5. Combinaciones agroforestales posibles en los sistemas de finca de pequeños y medianos agricultores.

| Grupo 1: | Arboles con cultivos | Grupo 2: | Arboles para protección |
|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| | Dispersos Intercalados Sombra inicial Sombra permanente Cultivos secuenciales*** En callejones Líneas alternadas Arboles nodriza Sistema Taungya | | Cercos vivos o árboles en cercos*** Cortinas rompevientos Arboles en contorno Barreras vivas Estabilización/recuperación de suelos Protección de cauces y nacimientos |
| Grupo 3: | Arboles en rodales compactos Bosques de producción de madera Bosques energéticos Bancos de forraje*** Huertos caseros | Grupo 4: | Arboles en potreros Arboles dispersos*** Arboles en grupos*** |

1/ Referidos a la distribución de los árboles en el momento del establecimiento, que a la plantación y/o manejo silvicultural final resultante (Fuente: Martínez, 1989).

*** Combinaciones agroforestales en que participa *G. ulmifolia* Lam., (Fuente: Martínez, 1989).



1. Árboles dispersos
2. Árboles de borde
3. Cerco vivo
4. Árboles de bordes de caminos
5. Protección de cursos de agua
6. Sombra
7. Cortinas rompevientos
8. Estabilización de laderas

Figura 8. Arreglos de árboles en fincas, en las que *G. ulmifolia* Lam., es un componente importante. Adaptado de Weber y Stoney (1986).

Los bancos de forraje son rodales plantados a densidades altas, con alta producción de biomasa, para alimentar ganado. Hay dos formas principales de aprovechamiento de estos rodales: corta para entregar a los animales fuera de la plantación, y pastoreo directo (Martínez, 1989).

Quizás uno de los usos más importantes del guácimo sea como componente en potreros, ya sea en forma dispersa o en grupos. La presencia de este árbol para proporcionar sombra y refugio al ganado, obteniendo adicionalmente leña y en algunos casos forraje, se ha vuelto muy común en el área de América Central.

Mantenimiento de la plantación.

Es indispensable el mantenimiento adecuado de la plantación, durante los primeros años de crecimiento, para la obtención de los productos deseados, en el tiempo planificado. Dados los altos costos de control de malezas, se recomienda el establecimiento asociado con otros cultivos, ésto brinda la oportunidad de un control continuo y disminuye los costos por los ingresos obtenidos de las cosechas agrícolas (Martínez, 1989).

Cuando se utiliza limpieza manual en plantaciones no asociadas, se recomienda entre dos o tres chapeos (limpias) en el primer año, dos en el segundo y posiblemente una en el tercer año, cuando se espera que los árboles no sean afectados por la presencia de las malezas y/o hayan cerrado las copas y de esta manera autocontrolen las malas hierbas (CATIE, 1986).

Después del establecimiento de la plantación, es necesario controlar el ataque de insectos, principalmente hormigas defoliadoras. Mediante la construcción de rondas, la plantación debe estar protegida contra incendios, es decir, limpieza de una franja de por lo menos tres metros alrededor de la misma.

Principales enemigos de la especie

Debido a su alto contenido de proteína, especialmente en las hojas, *G. ulmifolia* esta sujeta a ser comida por animales domésticos y salvajes, si no se le da el cuidado adecuado en los primeros años de la plantación. Los animales se alimentan del follaje y frutos del guácimo.

El Cuadro 6 presenta una relación de insectos que atacan al guácimo; el tipo de daño que causa; edad que prefiere para estos ataques; la gravedad de cada ataque y la parte de la planta que prefieren comer.

En el Pacífico seco de Costa Rica, se ha encontrado que el mayor porcentaje de insectos que atacan los frutos de guácimo corresponden a coleópteros de la familia Bruchidae (82%) (Soto, 1980); también, coleópteros de la familia Lyctidae (género *Lyctus*) y larvas de lepidópteros (17%). Asimismo, se ha observado que los frutos del guácimo son atacados por dípteros, pero en un porcentaje muy bajo (Soto, 1980). En tanto que en Panamá (Escobar y Sutherland, 1986), indican que si se retrasa la recolección, los frutos pueden ser atacados por un coleóptero de la familia Anobiidae que perfora los frutos y se alimenta de las semillas. Las hojas son atacadas por áfidos. Se ha observado muerte regresiva del ápice, aunque sin matar el árbol, debido a la inundación temporal del sitio de plantación.

Por otra parte, se ha indicado que la madera no es durable y es muy susceptible al ataque de termitas de madera seca (Santander y Campos, 1988).

No se cuenta con información de que el guácimo sufra ataque de algún hongo, virus o bacteria, bajo las condiciones de América Central.

Cuadro 6. Insectos que atacan a *G. ulmifolia* Lam., los diferentes daños que causan, edad de la planta en que sucede el ataque, la gravedad de cada ataque y parte de la planta que daña, en América Central.

| Insectos | Tipo de daño causado | Edades | Gravedad de cada problema | Parte de la planta que daña |
|----------------------------------------------------------|------------------------------------------|--------|---------------------------|-----------------------------|
| <i>Aepytus</i> sp. (Lepidoptera, Hepialidae) | Barrenamiento de xilema y de médula | J,M | E | xilema y médula |
| <i>Arsenura armida</i> (Lepidoptera, Saturniidae) | Defoliación | M | E | Follaje |
| <i>Automeris rubescens</i> (Lepidoptera, Saturniidae) | Defoliación | M | R | Follaje |
| <i>Epitragus</i> sp. (Coleoptera, Tenebrionidae) | Defoliación | M | E | Follaje |
| <i>Aylesia lineata</i> (Lepidoptera, Saturniidae) | Defoliación | M | R | Follaje |
| <i>Lirimiris truncata</i> (Lepidoptera, Notonididae) | Defoliación | M | R | Follaje |
| <i>Periphoba arcaei</i> (Lepidoptera, Saturniidae) | Defoliación | M | R | Follaje |
| <i>Phelypera distigma</i> (Coleoptera, Curculionidae) | Defoliación | J,M | C | Follaje |
| <i>Abejón serruchador</i> (Coleoptera, Cerambycidae) | Anillamiento del fuste (por masticación) | J,M | E | Corteza |
| <i>Chicharra</i> (Homoptera, Cicadidae) | Oviposición | J,M | R | Follaje |
| <i>Vaquita</i> (Coleoptera, Chrysomelidae) | Defoliación | J,M | R | Follaje |

Donde:

J = árboles jóvenes menores de tres años.

M = árboles mayores de cuatro años.

C = Problema crónico, casi siempre presente.

E = Problema esporádico, que ha demandado al menos una vez, esfuerzos de combate.

R = Problema registrado, observado cuando menos una vez.

Fuente: Hilje, Araya y Scorza (1980).

3. MANEJO

El guácimo es una especie de crecimiento rápido, especialmente cuando se planta en suelos de textura liviana, en sitios por abajo de los 800 msnm, con precipitación entre 900 y 1500 mm, con estación seca marcada.

En América Central se han determinado, a la edad base de 48 meses, tres índices de sitio: 4 m de altura representa un sitio pobre, 6 m un sitio regular y 8 m un sitio rico.

Los rendimientos en peso seco de leña, en plantaciones puras a una densidad de 2500 árboles por hectárea, pueden ser desde 1,1 ton/ha de incremento por año, en un sitio pobre, hasta 5,3 ton/ha de incremento por año, en un sitio rico, a la edad de 5 años.

Las podas completas de las copas de árboles que crecen aislados en potreros pueden producir hasta 311 kg de leña seca, si la cosecha se realiza cada cuatro años. Una familia en la zona de Guanacaste, Costa Rica podría satisfacer sus necesidades anuales de leña con la producción escalonada de siete árboles/año.

Se ha evaluado con éxito el manejo de la especie para producción de leña y tutores para agricultura en rodales naturales, densos, manejados con aclareos, desde los dos años de edad.

Guácimo es una especie que rebrota vigorosamente. El número promedio de tallos por árbol varía entre 1,3 a 2,5. El número promedio de ramas por árbol varía entre 5,7 a 7,7.

El número de rebrotes a dejar depende del producto que se desee obtener. La mayor producción bruta de material para leña se obtiene dejando crecer todos los rebrotes por tocón.

Aunque el guácimo no es una leguminosa, se ha reconocido su capacidad forrajera. Se recomienda una frecuencia de corte de dos meses para el manejo de la especie para fines forrajeros.

Se ha demostrado que las hojas tiernas y el fruto de guácimo tienen potencial nutritivo. La harina de guácimo es aceptada por los animales y podría constituir un ingrediente adicional en las raciones para animales de crianza.

Crecimiento de la especie en diferentes sitios de América Central

El Cuadro 7 presenta los datos de crecimiento de *G. ulmifolia* en algunos sitios de América Central. Los resultados indican que, en general, la especie presenta una sobrevivencia alta, excepto en suelos muy arcillosos, muy compactados y erosionados. La especie es de crecimiento inicial comparativamente lento; los mejores crecimientos se dan en zonas con precipitación entre 900 y 1500 mm, con estación seca marcada.

La especie ha sido estudiada en plantaciones experimentales en casi todos los países de América Central. En Costa Rica, se han observado los mejores crecimientos en el bosque húmedo tropical, en Nicoya, Guanacaste. La especie presenta aquí de 2,40 a 2,99 m/año de incremento en altura total a los 31 meses de plantación. Asimismo, se ha plantado intensivamente en Panamá, bajo condiciones del bosque seco Tropical, donde la supervivencia ha resultado muy alta, aunque con crecimientos menores a los de Costa Rica. Lo mismo puede indicarse para Honduras, donde las condiciones han sido similares a Panamá y también las respuestas en crecimiento. En Guatemala, las condiciones de introducción han sido muy variadas, con resultados también muy variados, aunque las plantaciones son todavía muy jóvenes como para concluir sobre su crecimiento en esas áreas.

Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de *G. ulmifolia* Lam. en plantaciones.

La información que permitió desarrollar el modelo de predicción del crecimiento y rendimiento de *G. ulmifolia*, para América Central proviene de 74 parcelas permanentes de crecimiento grabadas en el sistema MIRA* del Proyecto MADELEÑA. La localización de estas parcelas corresponde a Guatemala, Honduras, Costa Rica y Panamá. Los datos abarcan edades desde 12 meses y parcelas con supervivencia mayor al 75% (Hughell, 1990).

El Cuadro 8 presenta los ámbitos de las variables. El uso del modelo para predecir el crecimiento y rendimiento debe limitarse a los ámbitos mostrados. Además, la aplicación se debe limitar a una sola densidad de plantación (N_{actual}) de 2500 árboles por hectárea,

* Manejo Integrado sobre Recursos Arbóreos.

Cuadro 7. Características ambientales y crecimiento de *G. ulmifolia* Lam., en algunos sitios de América Central en donde se ha introducido la especie.

| País | Nombre del sitio | Altitud (metros) | TMA (°C) | PMA (mm) | Meses secos | Zona de vida (Holdridge) | Especiamiento inicial (m) | Densidad inicial (Arb/ha) | Edad (meses) | Supervivencia (%) | Diámetro (cm) | | Altura (m) | | |
|------------|-----------------------------|------------------|----------|----------|-------------|--------------------------|---------------------------|---------------------------|--------------|-------------------|---------------|------|------------|------|------|
| | | | | | | | | | | | X | IMA | X | IMA | |
| Guatemala | Bubuxa, Chaceno, Suchit. | 508 | 24,0 | 4560 | 4 | bmb-P(e) | 2,0 x 2,0 | 2500 | 14 | 100 | — | — | 2,20 | 1,88 | |
| | Escuintla, Escuintla. | 347 | 24,0 | 2650 | 6 | bb-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 1 | 88 | — | — | 0,90 | — | |
| | Palo Amontonado, El Progr. | 517 | 24,0 | 470 | 11 | me-P(e) | 2,0 x 2,0 | 2500 | 6 | 67 | — | — | 0,40 | — | |
| | Tierra Blanca, El Progreso. | 360 | 27,3 | 904 | 6 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 36 | 100 | 4,77 | 1,59 | 4,07 | 1,35 | |
| | ICTA, Escuintla. | 517 | 24,0 | 470 | 11 | me-P(e) | 2,0 x 2,0 | 2500 | 4 | 100 | — | — | 0,30 | — | |
| | ICTA, Escuintla. | 75 | 24,0 | — | — | — | bmb-P(e) | 2,0 x 2,0 | 2500 | 9 | 100 | — | — | 1,87 | — |
| Honduras | La Puerta, Cortés. | 50 | 26,0 | 1347 | 5 | be-T | 4,8 x 4,8 | 434 | — | — | — | — | 1,83 | — | |
| | Agua Caliente, Choluteca | 40 | 26,7 | 1381 | 6 | be-T | 1,5 x 1,5 | 4444 | 47 | 88 | 6,90 | 0,59 | 2,78 | 0,70 | |
| | Guadalupe, Cortés. | 26 | 26,4 | 1204 | 7 | be-T | 1,1 x 1,2 | 7507 | 31 | 100 | 7,20 | 2,79 | 7,20 | 2,78 | |
| | Jicaro, Galdán, Valle. | 60 | 28,4 | 1855 | 6 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 44 | 78 | 2,60 | 0,71 | 6,10 | 2,96 | |
| | Jicaro, Galdán, Valle. | 60 | 26,4 | 1865 | 6 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 56 | 89 | 2,80 | 0,60 | 2,90 | 0,79 | |
| | Sn. Pedro Sula, Cortés. | 50 | 26,0 | 1374 | 5 | be-T | 4,8 x 4,8 | 434 | 56 | 78 | 4,80 | 1,03 | 4,60 | 0,98 | |
| Costa Rica | La Libertad, Hojancha, Gte. | 430 | 27,0 | 2223 | 5 | bb-T | 2,0 x 2,0 | 434 | — | — | — | — | 3,74 | — | |
| | Matamba, Hojancha, Gte. | 310 | 27,0 | 2223 | 5 | bb-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | — | — | — | — | 3,70 | — | |
| | Cuesta Roja, Hojancha, Gte. | 600 | 27,0 | 2223 | 5 | bmb-P(e) | 2,0 x 2,0 | 2500 | 35 | 88 | 3,20 | — | 1,80 | 0,61 | |
| | Monte Romo, Hojancha, Gte. | 710 | 27,0 | 2223 | 5 | bmb-P(e) | 2,0 x 2,0 | 2500 | 83 | 98 | 10,90 | 1,44 | 8,50 | 1,12 | |
| | San Juan, Puriscal. | 1080 | 20,6 | 2800 | 4 | bmb-P(e) | 2,0 x 2,0 | 2500 | 27 | 100 | 8,40 | 1,21 | 8,20 | 1,12 | |
| | San Pablo, Nandayure. | 40 | 26,3 | 1869 | 5 | bmb-P(e) | 2,0 x 2,0 | 2500 | 68 | 100 | 7,07 | 2,71 | 5,83 | 1,20 | |
| | Norte Nicoya, Gte. | 50 | 26,3 | 1770 | 5 | bb-T | 2,5 x 2,0 | 2500 | 6 | 100 | 1,25 | 1,25 | 0,30 | 1,02 | |
| | | | | | | | | | | 32 | 98 | 5,05 | — | 4,97 | 1,86 |
| | | | | | | | | | | 31 | 75 | 6,94 | 2,69 | 7,20 | 2,78 |
| | | | | | | | | | | 31 | 100 | 7,06 | 2,73 | 7,20 | 2,81 |
| | | | | | | | | | | 31 | 88 | 6,32 | 2,45 | 6,56 | 2,53 |
| | | | | | | | | | | 31 | 88 | 6,00 | 2,32 | 6,08 | 2,69 |
| | | | | | | | | | 31 | 81 | 6,94 | 2,69 | 6,98 | 2,69 | |
| | | | | | | | | | 31 | 88 | 6,32 | 2,45 | 7,02 | 2,71 | |
| | | | | | | | | | 31 | 88 | 6,62 | 2,68 | 6,62 | 2,62 | |
| | | | | | | | | | 31 | 81 | 6,42 | 2,48 | 7,00 | 2,70 | |
| | | | | | | | | | 31 | 81 | 6,42 | 2,48 | 6,22 | 2,40 | |

Cuadro 7. Continuación...

| País | Nombre del sitio | Altitud (mamm) | TMA (°C) | PMA (mm) | Meses secos | Zona de vida (Holdridge) | Especiamente inicial (m) | Densidad Inicial/I (Arb/ha) | Edad/ (meses) | Supervi- vencia (%)/ | Diámetro/ X (cm) IMA (cm/año) | | Altura/ X (m) IMA (m/año) | |
|------------|------------------------------|-------------------|-------------|-------------|----------------|-----------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|------------------|----------------------------|----------------------------------|--------------|------------------------------|-------------|
| | | | | | | | | | | | X (cm) | IMA (cm/año) | X (m) | IMA (m/año) |
| Costa Rica | La Libertad, Hojancha, Gies* | 370 | 31,7 | 2231 | 6 | bb-T | Sist.Nelder (9 espec.dif.) | Sist.Nelder | 08 | -- | 3,20 | 4,78 | 2,00 | 2,99 |
| Costa Rica | Carmona, Nandayure, Che. | 70 | 26,3 | 1770 | 5 | bb-T | 9,1 x 9,1 | 10275 | 61 | 100 | 4,78 | 0,73 | 3,55 | 0,59 |
| Panamá | Hoc. Regional Los Santos | 20 | 27,8 | 1089 | 7 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 23 | 88 | 3,70 | 2,45 | 3,00 | 1,98 |
| | | | | | | | | 2500 | 23 | 94 | 4,70 | 1,67 | 2,90 | 1,51 |
| | | | | | | | | 2500 | 37 | 100 | 3,20 | 1,43 | 3,30 | 1,07 |
| | | | | | | | | 2500 | 37 | 100 | 4,40 | 1,07 | 3,30 | 0,87 |
| | | | | | | | | 2500 | 38 | 94 | 2,80 | 0,88 | 3,10 | 0,97 |
| | | | | | | | | 2500 | 25 | 100 | 1,70 | 0,82 | 2,50 | 1,20 |
| | | | | | | | | 2500 | 11 | 100 | 1,50 | 1,64 | 2,10 | -- |
| | | | | | | | | 2500 | 24 | 100 | 0,20 | 0,10 | 1,80 | 0,90 |
| Panamá | Esc. Normal Ansero, Los Sn. | 16 | 27,6 | 1089 | 7 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 24 | 92 | -- | -- | 3,17 | 1,58 |
| Panamá | Llano de la Cruz, Veraguas. | 70 | 25,1 | 3576 | - | bb-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 13 | 100 | -- | -- | 0,32 | 0,29 |
| Panamá | Ing. Las Cabras, Pajo, Her. | 50 | 27,2 | 1382 | 5 | be-T | 4,0 x 4,0 | 625 | 36 | 90 | -- | -- | 1,50 | 0,53 |
| Panamá | Pueblo Nuevo, Coclé. | 33 | 27,5 | 1483 | 5 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 28 | 100 | 5,40 | 2,49 | 5,10 | 2,35 |
| | | | | | | | | 2500 | 34 | 100 | 4,60 | 1,62 | 3,90 | 1,37 |
| | | | | | | | | 2500 | 11 | 100 | 2,40 | 2,62 | 2,30 | -- |
| | | | | | | | | 2500 | 11 | 100 | 2,20 | 2,40 | 2,10 | -- |
| Panamá | La Mina, Maracas, Los Sant. | 70 | 26,7 | 1162 | 7 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 62 | 100 | 5,90 | 1,14 | 6,00 | 1,16 |
| | | | | | | | | 2500 | 62 | 100 | 1,16 | 1,32 | 6,00 | 1,16 |
| Panamá | El Matadero, Los Santos. | 16 | 27,5 | 1080 | 7 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 77 | 100 | 6,90 | 0,98 | 7,30 | 1,13 |
| | | | | | | | | 2500 | 62 | 100 | 6,30 | 1,06 | 7,50 | 1,16 |
| Panamá | Mida Remare, Los Santos. | 50 | 26,9 | 1145 | 7 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 62 | 100 | 3,80 | 0,73 | 4,20 | 0,81 |
| Panamá | La Arena, Los Pozos, Herr. | 80 | 26,0 | 1637 | 5 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 52 | 100 | 7,80 | 1,80 | 7,50 | 1,80 |
| Panamá | Las Animas, Ocu, Herrera. | 133 | 26,7 | 1569 | 5 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 39 | 100 | 7,80 | 1,80 | 7,50 | 1,10 |
| Panamá | El Corozal, Macaraca. | 80 | 26,6 | 1637 | 5 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 61 | 92 | 6,90 | 1,36 | 5,70 | 1,12 |
| | | | | | | | | 2500 | 61 | 100 | 5,60 | 1,10 | 4,90 | 0,96 |
| Panamá | Las Tablas, Los Santos. | 50 | 26,9 | 1145 | 7 | be-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 7 | 100 | -- | -- | 0,40 | 0,79 |
| Panamá | Región 7, Chopo | 30 | 26,4 | 2171 | 5 | bb-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 23 | 100 | -- | -- | 1,52 | 0,79 |
| Panamá | Los Angeles, Los Santos. | 25 | 27,3 | 1210 | 5 | be-T | 2,0 x 2,0 | 14250 | 13 | 96 | 3,62 | -- | 4,52 | 0,49 |
| Panamá | Penonomé, Coclé. | 650 | --- | --- | - | hm-ht | 2,0 x 2,0 | 2500 | 37 | 56 | -- | -- | 0,53 | 0,49 |
| Panamá | La Colorada, Santiago, Ver. | 80 | 26,5 | 2181 | 1 | bb-T | 2,0 x 2,0 | 2500 | 37 | 80 | 5,20 | 1,69 | 5,30 | 1,71 |
| | | | | | | | | 2500 | 37 | 96 | 6,20 | 2,01 | 6,60 | 2,14 |

* = Experimentos en vegetación natural.
 / = Promedios de crecimiento a nivel de tratamiento.
 Fuente: Sistema Mira. CATIE, 1980.
 Ortíz Castilla, L.F. 1984.

ya que es la única densidad representada adecuadamente en la muestra; y es la densidad recomendada para el establecimiento de plantaciones para producción de leña. El Cuadro 9 muestra la serie de ecuaciones que comprende el modelo global de predicción de crecimiento y rendimiento.

En el caso del índice de sitio, se aplicó el método de la curva guía con la regresión jerárquica y se seleccionó el modelo de "a común" por ser el que mejor se ajustó a los datos. Se considera que un índice de sitio de 4 m representa un sitio pobre, 6 m representa un sitio regular y 8 m un sitio bueno a la edad base de 48 meses. Con base en la edad y el índice de sitio, se desarrolló una ecuación para estimar la altura (Hughell, 1990).

Para estimar el número actual (N_{actual}) de árboles por hectárea se aplicó la mortalidad promedio en el primer año, debido a que casi no se presenta mortalidad después del primer año. Como solamente la densidad de plantación (N_{inicial}) de 2500 árboles por hectárea está representada adecuadamente en los datos, la densidad no entró en el modelo para estimar el dap (Hughell, 1990).

Con base en datos de 173 árboles cuantificados de ensayos en Honduras y Panamá, fueron desarrolladas ecuaciones para estimar la biomasa de los componentes fuste, ramas, follaje, árbol total (fuste + ramas + follaje) y leña (fuste + ramas). La muestra de árboles cuantificados representó diámetros de 1,5 hasta 8,0 cm y alturas de 1,5 hasta 8,5 m. Los resultados se presentan en el Cuadro 10. Para el modelo de predicción, el parámetro de producción fue representado con la ecuación para estimar el peso seco de leña (PSL) (Hughell, 1990).

Las Figuras 9, 10 y 11 presentan el comportamiento de la altura media dominante (H_d), dap y peso seco de leña (PSL), respectivamente, con índices de sitio seleccionados para mostrar los ámbitos de estos parámetros. La Figura 12 presenta los incrementos en peso seco de leña para plantaciones bajo condiciones medias. El Cuadro 11 presenta tablas de rendimiento para guácimo con índices de sitio de 4, 6 y 8 m y una densidad de plantación de 2500 árboles/ha.

Cuadro 8. Ambitos de las diferentes variables de resúmenes por medición para 37 parcelas de *G. ulmifolia*, utilizadas en el desarrollo de modelos de predicción del crecimiento y rendimiento de la especie en América Central.

| Variable | Ambito | | |
|-----------------------------|----------|--------|--------|
| | Promedio | Mínimo | Máximo |
| Edad (meses) | 30 | 12 | 62 |
| N _{inicial} (n/ha) | 2500 | 2500 | 2500 |
| N _{actual} (n/ha) | 2773 | 2500 | 4444 |
| N _{eje} (n/ha) | 2987 | 1950 | 5300 |
| S_Vivencia(%) | 95 | 78 | 100 |
| dap (cm) | 4,7 | 1,4 | 8,0 |
| H (m) | 3,2 | 0,7 | 7,8 |
| Hd (m) | 3,9 | 0,9 | 8,6 |
| IS (m) | 5,5 | 2,4 | 8,5 |

Edad = Edad de la medición (meses).
 N_{inicial}= Número de árboles plantados por hectárea o densidad de plantación (n/ha).
 N_{actual} = Número de árboles actuales por hectárea (n/ha).
 S-Vivencia = Supervivencia=N_{actual}/N_{inicial} * 100 (%).
 Neje = Número de ejes vivos por hectárea (n/ha).
 Dap = dap cuadrático medio por árbol (cm).

$$dap = \sqrt{\frac{\sum dap_{ejes}^2}{N_{\text{árboles}}}}$$

H = Altura promedio del árbol o, en el caso de varios ejes, del eje más alto del árbol (m).
 Hd = Altura dominante=altura promedio de los tres árboles más altos por parcela (m).
 IS = Índice de sitio = Altura dominante estimada a los 48 meses de edad base (m).

Fuente: Hughell (1990).

Cuadro 9. Serie de ecuaciones que comprende el modelo global para predecir el crecimiento y rendimiento de *G. ulmifolia*, en América Central.

Estimación de índice de sitio (IS) en metros (Modelo "a común")

$$\ln(\text{IS}) = a + (\text{Edad}^k / \text{Edad base}^k) * [\ln(\text{Hd}) - a]$$

$$a = 4,337$$

$$b = -5,921$$

$$k = 0,2$$

$$\text{Edad base} = 48 \text{ meses}$$

$$R^2 = 89\%$$

$$n = 119$$

Estimación de número de árboles por hectárea (N_{actual})

$$N_{\text{actual}} = a * N_{\text{inicial}}$$

$$a = 0,956$$

Estimación de la altura media (H) en metros

$$\ln(H) = a + b/\text{Edad} + c * \ln(\text{IS})$$

$$a = -0,1835 \quad (-0,102)^{1/}$$

$$b = -14,382 \quad (0,880)$$

$$c = 1,095 \quad (0,0514)$$

$$R^2 = 88\%$$

$$n = 119$$

Estimación del dap en centímetros

$$\text{dap} = c1 * \text{IS} * (1 - \text{EXP}(-c2 * \text{Edad}))^{(c3 * \text{IS}^{c4})}$$

$$c1 = 0,9380 \quad (0,0598)^{1/}$$

$$c2 = 0,06841 \quad (0,0214)$$

$$c3 = 0,3738 \quad (0,3238)$$

$$c4 = 0,9486 \quad (0,448)$$

$$R^2 = 81\%$$

$$n = 63$$

Estimación del peso seco de leña (PSL) en kg/árbol

$$\ln(\text{PSL}) = a + b * \ln(\text{dap}) + c * \ln(h)$$

$$a = -1,9336$$

$$b = 1.430 \quad (0,113)^{1/}$$

$$c = 0.8177 \quad (0,122)$$

$$R^2 = 83\%$$

$$n = 173$$

^{1/} El valor en paréntesis es el error estándar de la estimación del coeficiente.
Fuente: Hughell (1990).

Cuadro 10. Ecuaciones para estimar biomasa (en kg secos por árbol) de *G. ulmifolia*, con base en 173 árboles cuantificados en plantaciones.

| Modelo: $\ln(\text{biomasa}) = a + b \cdot \ln(\text{dap}) + c \cdot \ln(h)$ | | | | |
|------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|-------------------|--------|----------------|
| componente | a | b | c (%) | R ² |
| fuste | -2,2331 (1,067) 1/ | 1,4388 (0,114) | 0,7979 | 83 |
| ramas | -2,5894 (0,232) | 0,8865 (0,225) | 0,8441 | 44 |
| follaje | -1,4981 (0,176) | 1,0113 (0,180) | 0,2513 | 38 |
| total | -1,1607 (0,118) | 1,4651 (0,126) | 0,4483 | 76 |
| leña | -1,9336 (0,113) | 1,4300 (0,122) | 0,8177 | 83 |

1/ El valor en paréntesis es el error estándar del coeficiente.
Fuente: Hughell (1990).

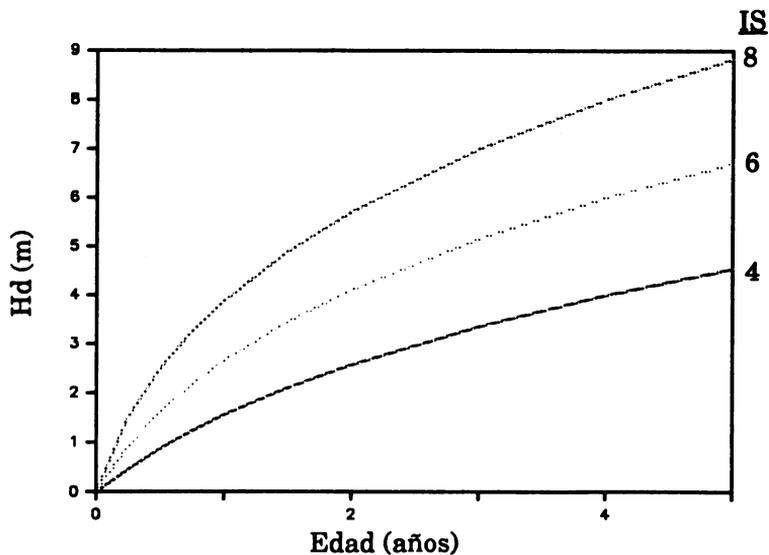


Figura 9. Curvas de índice de sitio para *G. ulmifolia*, en América Central (Tomado de Hughell, 1990).

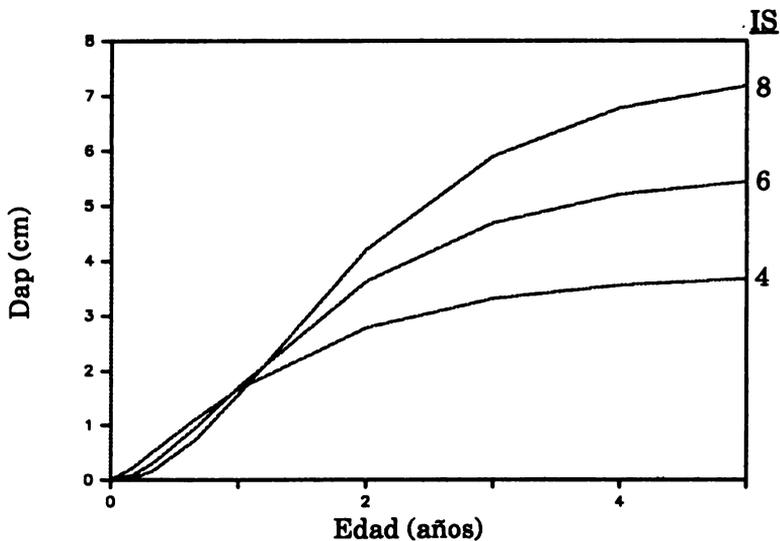


Figura 10. Desarrollo en dap de *G. ulmifolia*, para los índices de sitio de 4, 6 y 8 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central (Tomado de Hughell, 1990).

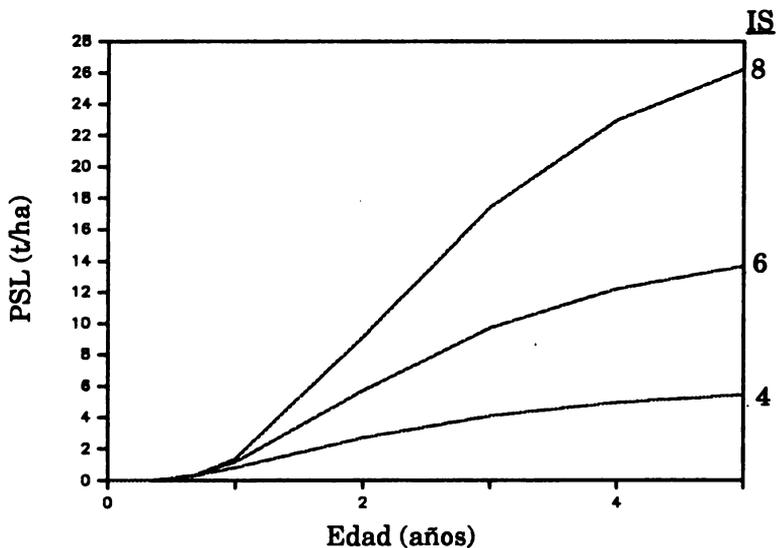


Figura 11. Producción de peso seco de leña de *G. ulmifolia*, para los índices de sitio 4, 6 y 8 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central (Tomado de Hughell, 1990).

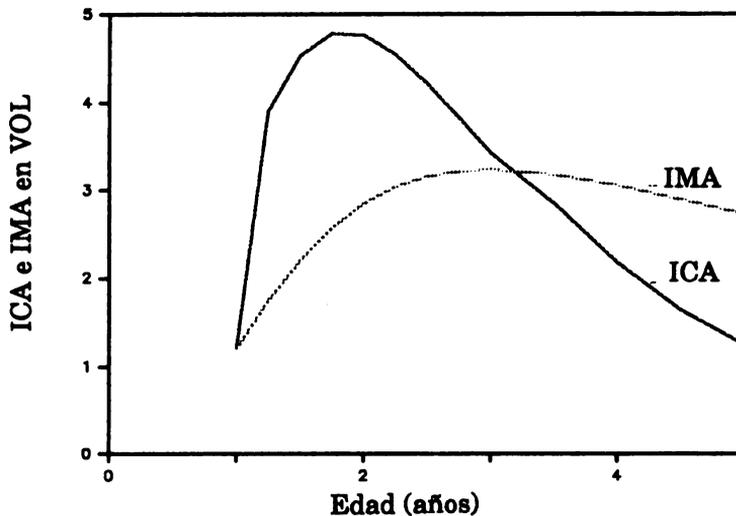


Figura 12. Incremento corriente anual (ICA) e incremento medio anual (IMA) en peso seco de leña de *G. ulmifolia*, para un índice de sitio promedio de 6 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central (Tomado de Hughell, 1990).

Manejo y producción de leña en árboles individuales, creciendo aislados en potreros.

Manejo

Aunque en las zonas tropicales los potreros para la cría de ganado se han establecido haciendo la tala rasa del bosque natural, la práctica ganadera exige la presencia de árboles dentro de los potreros para brindar sombra y refugio al ganado, obteniendo adicionalmente leña y en algunos casos forraje.

Arboles dispersos

La práctica más generalizada es la de dejar aislados árboles de gran tamaño, de copa amplia y que no pierdan el follaje durante la estación de sequía, como por ejemplo *G. ulmifolia*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum* y *Pithecellobium saman* (Figura 13).

Cuadro 11. Tablas de rendimiento de *G. ulmifolia*, para índices de sitio de 4, 6 y 8 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea, para plantaciones en América Central.

IS = 4

| Edad (años) | N (N/ha) | dap (cm) | H (m) | G (m ² /ha) | PSL (t/ha) | ICA (t/ha/año) | IMA (t/ha/año) |
|-------------|----------|----------|-------|------------------------|------------|----------------|----------------|
| 1 | 2390 | 1,7 | 1,1 | 0,5 | 0,8 | 0,8 | 0,8 |
| 2 | 2390 | 2,8 | 2,1 | 1,5 | 2,7 | 1,9 | 1,4 |
| 3 | 2390 | 3,3 | 2,5 | 2,1 | 4,1 | 1,4 | 1,4 |
| 4 | 2390 | 3,6 | 2,8 | 2,4 | 4,9 | 0,8 | 1,2 |
| 5 | 2390 | 3,7 | 3,0 | 2,5 | 5,4 | 0,5 | 1,1 |

IS = 6

| Edad (años) | N (N/ha) | dap (cm) | H (m) | G (m ² /ha) | PSL (t/ha) | ICA (t/ha/año) | IMA (t/ha/año) |
|-------------|----------|----------|-------|------------------------|------------|----------------|----------------|
| 1 | 2390 | 1,7 | 1,8 | 0,6 | 1,2 | 1,2 | 1,2 |
| 2 | 2390 | 3,6 | 3,2 | 2,5 | 5,7 | 4,5 | 2,9 |
| 3 | 2390 | 4,7 | 4,0 | 4,1 | 9,7 | 4,0 | 3,2 |
| 4 | 2390 | 5,2 | 4,4 | 5,1 | 12,2 | 2,5 | 2,7 |
| 5 | 2390 | 5,4 | 4,6 | 5,6 | 13,7 | 1,5 | 2,7 |

IS = 8

| Edad (años) | N (N/ha) | dap (cm) | H (m) | G (m ² /ha) | PSL (t/ha) | ICA (t/ha/año) | IMA (t/ha/año) |
|-------------|----------|----------|-------|------------------------|------------|----------------|----------------|
| 1 | 2390 | 1,6 | 2,4 | 0,5 | 1,4 | 1,4 | 1,4 |
| 2 | 2390 | 4,2 | 4,4 | 3,3 | 9,1 | 7,7 | 4,6 |
| 3 | 2390 | 5,9 | 5,4 | 6,5 | 17,4 | 8,3 | 5,8 |
| 4 | 2390 | 6,8 | 6,0 | 8,6 | 23,0 | 5,6 | 5,8 |
| 5 | 2390 | 7,2 | 6,4 | 9,7 | 26,2 | 3,2 | 5,3 |

Fuente: Hughell (1990).

Aunque no es la norma generalizada a nivel centroamericano, en la provincia de Guanacaste, Costa Rica, el ganadero ha desarrollado a través del tiempo, su técnica en el manejo y aprovechamiento del guácimo que crece en forma natural en los potreros. En esta región, el ganadero deja un número variable de árboles en los potreros y eventualmente, los utiliza como alimento para ganado, postes para cerca, leña y sombra. La especie rebrota y acepta podas fuertes de copa que producen cantidades considerables de leña. El número, así como la distribución de árboles por área no obedece a un sistema específico, es mas bien irregular, evitando una alta concentración de árboles.

En aquellos terrenos en donde no hay árboles, existe la posibilidad de plantar y protegerlos del pastoreo con cercos de alambre espigado, durante los primeros dos o tres años, para asegurar el establecimiento.

Arboles en grupos

Una modificación del sistema anterior y puesto en práctica en algunas zonas ganaderas de Costa Rica, es la plantación de grupos de 6 a 9 árboles, con espaciamentos amplios entre grupos y diseminados en diferentes lugares de los potreros. Plantados inicialmente a 2 m x 2 m para posteriormente ralea, dejando un espaciamento de 4 m x 4 m ó 6 m x 6 m y manejar la copa mediante podas arriba de los dos metros de altura cada dos o cuatro años para producción de leña, sombra y forraje para el ganado (Santander y Campos, 1988). Estos grupos también deben ser protegidos durante los primeros 2 a 3 años, con cercos de alambre (Figura 14).

Estimación de la producción de leña de la copa de los árboles individuales aislados en potreros.

Se puede estimar con precisión el rendimiento de leña de la copa de un árbol de guácimo, utilizando modelos de regresión basados en el área basal de las ramas, diámetro a la altura del pecho, diámetro de la copa y edad de los brotes (Salazar y Rose, 1983) (Figura 15). Las tablas de producción de leña por árbol generadas con estas ecuaciones a partir del aprovechamiento de árboles aislados de guácimo, procedentes de regeneración natural, localizados en potreros ganaderos, en Arena de Hojanca, Costa Rica, sometidos a podas de la copa cada cuatro años y a 2,5 m de altura, permiten estimar el peso de leña en función del dap del árbol, diámetro promedio de la base de las ramas, diámetro de la copa y edad de la copa.

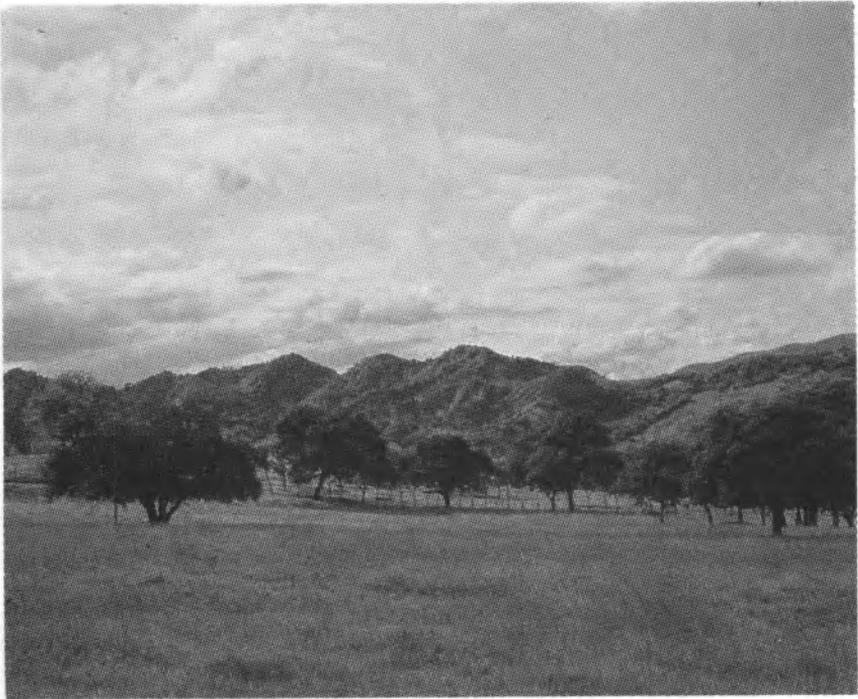


Figura 13. Árboles dispersos en potreros.

El Cuadro 12 presenta las características de este tipo de árboles. Entre las más importantes, se indica que se encontró que hay entre 10 y 15 ramas por árbol utilizables como leña; asimismo, éstas tuvieron un diámetro basal promedio 8,5 cm, largo total de 6,25 m y un peso verde total de ramas de 399,2 kg. Los árboles presentaron una altura de copa de 8,8 m y diámetro de copa de 10,2 m (Salazar y Rose, 1983).

Normalmente, las copas de un año tienen mayor número de ramas. El número se reduce después del primer año, probablemente por efecto de competencia; así se encontraron entre 11 y 33 ramas en árboles de un año y entre 10 y 15, en árboles de cuatro años; aunque el número promedio de ramas por árbol es de 13 y varía de ocho a 35.



Figura 14. Arboles aislados en potreros, con copa podada a 2,5 m para la obtención de leña.



Figura 15. Árboles en grupos en potreros.

Generalmente, la cosecha se realiza durante el mes de marzo; los árboles se cortan a 2,5 m de altura, para impedir que el ganado se coma los nuevos brotes. Se puede producir de 1 a 4 m³, apilados por árbol por corta (Salazar y Rose, 1983).

Estimación de la producción de leña por rama

Es posible utilizar la alta correlación que existe entre el peso comercial de la rama (hasta 2,5 cm de diámetro mínimo) y el peso total de la rama, independientemente de la edad de los rebrotes, para calcular el peso de leña por rama. Sin embargo, se puede utilizar un modelo más práctico, que es el que utiliza únicamente el diámetro de la base de las ramas. El Cuadro 13 presenta dos tablas de peso de leña de una entrada. La primera, es la estimación del peso comercial de leña por rama, en función del diámetro de la base de la rama; la segunda, es la estimación del peso total de la rama en función del peso comercial de la misma.

Cuadro 12. Resumen de la cuantificación de una poda de copas de 1 a 4 años de edad, a una altura de 2,5 m, de 17 árboles de *G. ulmifolia* Lam., aislados en potreros, en Hojancha, Costa Rica.

| Variable | Promedio | Error estandar | CV (%) |
|------------------------------------------------------|----------|-------------------|-----------|
| 1. Número de ramas | 13,5 | 1,4 | 43 |
| 2. Diámetro basal promedio de las ramas (cm) | 8,5 | 7,5 | 36 |
| 3. Largo total promedio de las ramas (m) | 6,25 | 4,8 | 31 |
| 4. Largo comercial promedio de las ramas (m) | 4,67 | 4,7 | 42 |
| 5. Peso verde total de las ramas (kg) | 399,2 | 89,0 | 92 |
| 6. Peso verde comercial de las ramas (kg)* | 314,4 | 77,2 | 101 |
| 7. Edad de las ramas (años) | 2,5 | 0,3 | 45 |
| 8. Altura total del árbol (m) | 11,2 | 0,6 | 23 |
| 9. Altura del tronco desde donde salen las ramas (m) | 2,7 | 0,2 | 30 |
| 10. dap del árbol (cm) | 42,2 | 2,1 | 21 |
| 11. Altura de la copa (m) | 8,8 | 0,8 | 36 |
| 12. Diámetro de la copa (m) | 10,2 | 0,9 | 35 |

Fuente: Salazar y Rose(1983).

Estimación de la producción de leña por árbol

Para estimar el peso verde comercial de leña total para la copa del árbol, podrá utilizarse la tabla que se ofrece en el Cuadro 14, la cual permite estimar el peso de leña por árbol conociendo únicamente el diámetro promedio de las ramas y el dap del árbol.

Cuadro 13. Peso verde comercial de leña y peso verde total de la rama en función de su diámetro basal, para *G. ulmifolia*.

| Diámetro basal de la rama (cm) | Peso verde comercial de la rama (kg) | Peso verde total de la rama (kg) |
|--------------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 3 | 0,5 | 2,8 |
| 4 | 1,2 | 3,7 |
| 5 | 2,5 | 5,2 |
| 6 | 4,4 | 7,4 |
| 7 | 7,2 | 10,7 |
| 8 | 10,9 | 15,0 |
| 9 | 15,7 | 20,7 |
| 10 | 21,8 | 27,9 |
| 11 | 29,4 | 36,7 |
| 12 | 38,5 | 47,4 |
| 13 | 49,3 | 60,2 |
| 14 | 62,1 | 75,1 |
| 15 | 76,9 | 92,6 |
| 16 | 93,9 | 112,6 |
| 17 | 113,4 | 135,4 |
| 18 | 135,4 | 161,3 |
| 19 | 160,1 | 190,3 |
| 20 | 187,7 | 222,7 |
| 21 | 218,4 | 258,8 |
| 22 | 252,2 | 298,6 |
| 23 | 298,5 | 342,4 |
| 24 | 330,4 | 390,4 |
| 25 | 375,0 | 442,8 |

Fuente: Salazar y Rose (1983).

Nota: Peso seco se deriva por multiplicación de peso verde por 0,51.

LN PVCR= $-11,194 + 3,1008 \times \text{LN DB}$.

R = 99%; Syx = 0,16.

PVTR= $2,209 + 1,1749 \text{ PVCR}$.

R = 99%; Syx = 13,77.

PVTR = Peso verde total de la rama (kg).

DB = Diámetro basal de la rama (cm).

PVCR = Peso verde comercial de la rama (kg).

Cuadro 14. Peso verde comercial de la copa en función del diámetro a la altura del pecho del árbol y el diámetro promedio de las ramas, para *G. ulmifolia*.

| Diámetro promedio de ramas (cm) | dap del Arbol (cm) | | | | | | |
|---------------------------------------------|--------------------|-------|-------|-------|-------|--------|--------|
| | 30 | 35 | 40 | 45 | 50 | 55 | 60 |
| Peso verde comercial de la copa (kg) | | | | | | | |
| 5 | ----- | ----- | ----- | 16,35 | 49,19 | 82,04 | 114,8 |
| 6 | 11,3 | 44,1 | 76,9 | 109,6 | 142,6 | 175,5 | 208,3 |
| 7 | 104,7 | 137,6 | 170,4 | 203,2 | 236,1 | 268,9 | 301,8 |
| 8 | 198,2 | 231,0 | 263,9 | 296,7 | 329,6 | 362,4 | 395,2 |
| 9 | 291,7 | 324,5 | 357,3 | 390,2 | 423,0 | 455,9 | 488,7 |
| 10 | 358,1 | 418,0 | 450,8 | 483,7 | 516,5 | 549,3 | 582,2 |
| 11 | 478,6 | 511,4 | 544,3 | 577,1 | 610,0 | 642,8 | 675,7 |
| 12 | 572,1 | 604,9 | 637,8 | 670,6 | 703,4 | 736,3 | 769,1 |
| 13 | 665,5 | 698,4 | 731,2 | 764,1 | 796,9 | 829,8 | 862,6 |
| 14 | 759,0 | 791,9 | 824,7 | 857,5 | 890,5 | 923,2 | 956,1 |
| 15 | 852,5 | 885,3 | 918,3 | 951,0 | 983,8 | 1016,7 | 1049,5 |

Nota: Peso seco se deriva por multiplicación de peso verde por 0,51.

PVCC = - 746,56 + 9,3470 DPR + 6,5681 DAP.

R = 96%; Syx = 4782,6.

PVCC = Peso verde comercial de la copa (kg).

DPR = Diámetro promedio de las ramas (cm).

Dap = Diámetro a la altura del pecho del árbol (cm).

Fuente: Salazar y Rose (1983).

Otra forma bastante simple de estimar el peso de leña por árbol es cuando se conoce el diámetro de la copa. Los datos del Cuadro 15 permiten estimar en forma aceptable el peso de leña en base al diámetro de copa.

También, cuando se conoce la edad de los rebrotes, se puede utilizar una ecuación de regresión lineal para estimar el peso de leña verde por árbol, dado que existe una correlación alta entre la edad de la copa, el peso total y el peso de leña de la misma. Igualmente alta es la correlación entre estas dos variables de rendimiento con la altura y diámetro de la copa. Este grado de asocio facilita la estimación de la cantidad de leña que produce cada árbol.

Cuadro 15. Peso verde de la copa en función del diámetro de la copa para *G. ulmifolia*.

| Diámetro de la copa (m) | Peso verde comercial de la copa (kg) | Peso verde total de la copa (kg) |
|-------------------------|--------------------------------------|----------------------------------|
| 4 | 14,5 | 48,9 |
| 5 | 27,4 | 63,9 |
| 6 | 46,2 | 85,6 |
| 7 | 71,7 | 115,2 |
| 8 | 105,0 | 153,7 |
| 9 | 146,0 | 202,3 |
| 10 | 198,5 | 262,0 |
| 11 | 260,5 | 333,9 |
| 12 | 334,0 | 418,9 |
| 13 | 419,6 | 518,2 |
| 14 | 518,4 | 632,6 |
| 15 | 631,2 | 763,3 |

Nota: Peso seco se deriva por multiplicación del peso verde por 0,51.

LN PVCC = $-1,2783 + 2,853 \text{ LN DC}$ R = 78%; Syx = 0,41.

PVTC = $32,137 + 1,582 \text{ PVCC}$ R = 99%; Syx = 604,29.

PVCC = Peso verde comercial de la copa(kg).

DC = Diámetro de la copa(m).

PVTC = Peso verde total de la copa(kg).

Fuente: Salazar y Rose (1983).

El modelo de regresión logarítmico desarrollado para predecir el peso total o peso de leña con base únicamente en la edad, facilita aun más la cuantificación, siempre que se tenga certeza de la edad de las ramas. Esto parece no ser difícil ya que existe una clara diferencia en el diámetro basal de las ramas, las cuales presentan un incremento anual aproximado de 4,0 cm.

El Cuadro 16 presenta los promedios de producción total (leña más follaje) y producción de leña en peso seco, para copas de diferentes edades en árboles individuales.

Se ha determinado en árboles de cuatro años de edad, un promedio de 311 kg de leña verde/árbol, con un mínimo de 547 kg y un máximo de 982 kg, (Salazar y Rose, 1983).

Lemckert y Campos (1981) en un estudio sobre consumo de leña en el Pacífico Seco de Costa Rica, encontraron que existe un consumo promedio de 5,7 toneladas de leña por familia al año. De acuerdo con las estimaciones, una familia en la zona de Guanacaste podría satisfacer sus necesidades anuales de leña con sólo la producción de 18 árboles de guácimo de cuatro años de edad. Esto indica que un finquero con 72 árboles de guácimo en su finca, está en capacidad de suplir sus necesidades de leña en forma continua, si mantiene un aprovechamiento escalonado de siete árboles/año.

Cuadro 16. Peso total y peso verde comercial de la copa en función de diferentes edades de la copa, en árboles individuales de *G. ulmifolia*.

| Edad de la copa (años) | Peso verde comercial de la copa (kg/árbol) | Peso verde total de la copa (kg/árbol) |
|---------------------------|--------------------------------------------------|----------------------------------------------|
| 1 | 31,57 | 68,70 |
| 2 | 138,83 | 192,93 |
| 3 | 330,17 | 414,54 |
| 4 | 610,51 | 739,23 |

Nota: Peso seco se deriva por multiplicación del peso verde por 0,51.

LN PVCC = 3,4522 + 2,1367 LN E R = 77% Syx = 0,42.

PVTC = 32,137+1,1582 PVCC R²= 91% Syx²=604,29.

PVCC = Peso verde comercial de la copa (kg).

PVT = Peso verde total de la copa (kg).

E = Edad de la copa (años).

Fuente: Salazar y Rose (1983).

Estimación de la producción de rodales naturales compactos

Es frecuente encontrar en las fincas de la región centroamericana pequeños rodales naturales coetáneos, muy densos, que han sido manejados a través de aclareos a diferentes intensidades con el objeto de obtener leña, carbón y tutores para agricultura y forraje para ganado.

Una experiencia realizada en la península de Azuero, Panamá (Escobar y Salazar,1990) ilustra el caso de un rodal natural originado sobre un terreno que se dedicaba al cultivo de sorgo.

Después de dos años, el terreno fue invadido por regeneración natural de guácimo. De los árboles vecinos, el rodal mostró una densidad que varió de 12.000 a 28 000 plantas por hectárea. A los dos años de edad en este rodal se aplicaron cuatro intensidades de aclareo (0, 25, 50 y 75%), sobre el número de árboles originales (Cuadro 17).

A los cuatro años de edad del rodal y a dos años de haber aplicado el aclareo, se realizó el aprovechamiento total del rodal. Los resultados de esta experiencia se presentan en el Cuadro 17.

Esta experiencia muestra que se obtienen árboles más altos y con mayor diámetro promedios cuando se reduce la densidad del rodal mediante aclareos. Sin embargo, desde el punto de vista de la producción total, por unidad de superficie expresado en área basal o en productos (Cuadro 18), indican que es posible obtener mayor rendimiento, tanto de leña como de follaje, cuando no se aplica el aclareo en la masa natural. Sin embargo, se debe observar que donde se aplicó el aclareo más fuerte, en el caso de los tutores, se produjeron dos de éstos por árbol y, en el caso de mayor densidad, sólo se produjo uno por árbol. Lo anterior es indicativo de la importancia de manejar la densidad con cuidado, de acuerdo con el tipo de producto deseado.

Regeneración del rodal por manejo de rebrotes

Es muy importante tomar en cuenta la capacidad de rebrote del guácimo para propiciar la regeneración por este método una vez que se produce su aprovechamiento cortando los árboles desde la base. También, es importante conocer el comportamiento de la capacidad de rebrote en plantaciones.

En un rodal natural en Cortés, San Pedro Sula, Honduras, en el bosque seco subtropical, donde, después de cosechados los árboles, se dejó rebrotar y se realizó una selección de los rebrotes dejando uno, dos, cuatro y todos los rebrotes por tocón.

En esta experiencia, se observa que donde se realizó la selección de rebrotes, los seleccionados han permanecido más o menos constantes a lo largo del estudio; sin embargo, donde se dejaron todos los rebrotes, un promedio de 13 rebrotes por tocón, permanecieron casi inalterados durante los primeros 14 meses; no obstante, a los 22 meses, se redujeron drásticamente, quedando alrededor del 60% de los rebrotes iniciales, es decir, un promedio de 8 rebrotes por tocón.

Cuadro 17. Crecimiento en altura, diámetro y área basal de un rodal natural de *G. ulmifolia* Lam., aclareado a varias intensidades, en la Península de Azuero, Panamá.

| Intensidad del Aclareo (%) | Número de árboles/ha después del aclareo | 2 años* | | | 4 años** | | |
|----------------------------|------------------------------------------|------------|----------|-------------------------|------------|----------|-------------------------|
| | | Altura (m) | dap (cm) | AB (m ² /ha) | Altura (m) | dap (cm) | AB (m ² /ha) |
| 75 | 3003 | 3,75 | 3,35 | 2,89 | 5,37 | 5,36 | 6,77 |
| 50 | 8196 | 2,67 | 2,00 | 2,56 | 4,12 | 3,16 | 6,40 |
| 25 | 17857 | 2,28 | 2,10 | 6,15 | 4,00 | 2,78 | 10,77 |
| 0 | 28250 | 2,80 | 1,59 | 5,61 | 4,01 | 2,07 | 9,51 |

* Inmediatamente después de aplicar el aclareo. Rodal de 2 años de edad

** Después de dos años de aplicado el aclareo. Rodal de 4 años de edad.

Fuente: Escobar y Salazar (1990).

Cuadro 18. Producción en biomasa seca total y productos, de un rodal natural de 4 años de edad de *G. ulmifolia* Lam., aclareado a varias intensidades a los 2 años de edad, en la península de Azuero, Panamá.

| Intensidad del aclareo (%) | Peso leña seca (ton/ha) | Peso follaje (ton/ha) | Peso biomasa total seca (ton/ha) | Tutores (No./ha) |
|----------------------------|-------------------------|-----------------------|----------------------------------|------------------|
| 75 | 2,3 | 4,7 | 7,0 | 6000 |
| 50 | 2,3 | 3,9 | 6,3 | 8196 |
| 25 | 2,5 | 4,3 | 6,9 | 17000 |
| 0 | 5,2 | 5,8 | 11,6 | 14000 |

Tutor: Largo 1,10 m; diámetro mínimo 2,5 cm.

Fuente: Escobar y Salazar, 1990.

El crecimiento de los rebrotes se puede observar en el Cuadro 19. Se aprecia que la altura ha sido afectada debido a la competencia tan alta entre los rebrotes de un mismo tocón, resultando en crecimientos menores. Para el caso del diámetro, las diferencias son más acentuadas, llegando a ser del doble, comparando el crecimiento de un rebrote por tocón con el crecimiento de todos los rebrotes por tocón, a los 31 meses de edad.

Los resultados anteriores indican que cuando se desea obtener determinados productos de mayor tamaño en forma rápida, se deben seleccionar los rebrotes, si lo que se quiere es obtener cantidad de producto, por ejemplo para leña, se deben dejar los rebrotes crecer libremente, ya que su gran número proporciona rendimientos mayores, como ya ha sido demostrado en ésta y otras especies.

Manejo y producción de guácimo para forraje.

En América Central existe experiencia en la producción de bancos de forraje con *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium*, pero debe destacarse la utilización de *G. ulmifolia*, junto con *Calliandra calothyrsus*, *Erythrina poeppigiana* o *Brosimum alicastrum*. Aunque el guácimo no es leguminosa, se ha reconocido ampliamente la capacidad forrajera de la misma.

Cuadro 19. Crecimiento en altura y diámetro de rebrotes de *G. ulmifolia* Lam., procedente de vegetación natural, en San Pedro Sula, Honduras, a varias edades.

| Número de rebrotes por tocón | 14 meses | | 22 meses | | 31 meses | |
|------------------------------|------------|---------------|------------|---------------|------------|---------------|
| | Altura (m) | Diámetro (cm) | Altura (m) | Diámetro (cm) | Altura (m) | Diámetro (cm) |
| 1 | 3,0 | 4,2 | 3,5 | 5,0 | 4,0 | 7,0 |
| 2 | 3,2 | 3,8 | 3,2 | 3,3 | 4,1 | 5,1 |
| 4 | 3,4 | 3,8 | 3,1 | 3,5 | 3,8 | 4,3 |
| Todos | 2,6 | 2,3 | 3,0 | 3,1 | 3,1 | 3,6 |

TMA: 26,0°C; PPA: 1374 mm; Exp. HON 042

Fuente:

Manejo de la plantación

El espaciamiento de plantación y la forma de establecimiento, dependen del tipo de aprovechamiento planeado. El guácimo puede plantarse a densidades desde 10 000 hasta 20 000 árboles/ha, con plantas de vivero, o por siembra directa. Existe la posibilidad de sembrar a "chorro corrido", en filas distanciadas 20 a 50 ó 100 cm. Además, se puede sembrar directamente, a chorro corrido, en filas distanciadas 1 m entre sí y asociada con pasto de corte, plantado entre los surcos, para cosechar simultáneamente. En todos los casos, se dejará crecer libremente la especie durante un período de seis a doce meses o más, para permitir la formación de un sistema radicular fuerte, y luego realizar el aprovechamiento por cortes periódicos cada dos o tres meses.

Un estudio conducido por Solano (1986) en donde se probó la frecuencia del corte a dos, tres y seis meses, con niveles de nitrógeno por hectárea por año de 0, 100 y 200 kg, encontró diferencias no significativas con respecto a la producción de materia verde comestible y materia seca, pero encontró superioridad en el contenido de proteína cruda en la frecuencia de corte de dos meses; recomendando la no aplicación de fertilización y la frecuencia de corte de dos meses para el manejo de la especie para fines forrajeros, aunque la producción esperada de leña en esta frecuencia se vea reducida (Cuadro 20).

En caso de pastoreo directo será necesario dejar afianzar el sistema radicular durante un período de por lo menos un año, para luego permitir la entrada de ganado, el cual debe ser rotado periódicamente dejando descansar y recuperar las plantaciones. En este caso la densidad de plantación varía entre 2500 a 5000 árboles/ha.

Valor nutritivo del follaje y frutos del guácimo

Se ha indicado que el follaje del guácimo, así como de sus frutos, son muy apetecidos por el ganado; su valor nutritivo ha sido determinado. En el Cuadro 21 se indican los resultados del análisis aproximado de las hojas tiernas, hojas maduras y frutos maduros del guácimo, en comparación con el valor nutritivo de algunos pastos de la región Tropical.

Al comparar estos resultados con datos del ámbito de la composición química de los pastos de las regiones tropicales, con edades que van desde 21 a 28 días, que son los que se usan para pastoreo (Cuadro 21), se encuentra que los contenidos de proteína cruda del guácimo son abundantes, sobre todo, en las hojas. Las fibras crudas son bajas y óptimas para los frutos. El extracto etéreo se presenta normal para las tres partes de la planta analizada, sobre todo para los frutos. Las cenizas se presentan moderadamente suficiente para las hojas, tanto tiernas como maduras y media para los frutos maduros. El extracto libre de nitrógeno se presenta en un nivel abundante para las tres clases de muestras.

Composición química del fruto de guácimo y su evaluación nutricional con animales de engorde.

Para frutos de guácimo recolectados en Honduras y Guatemala, se ha indicado un contenido proteínico de 6,5 %, con 28% de fibra cruda y 49% de carbohidratos solubles. Aplicados al engorde de pollos se encontró que la harina del fruto podía sustituir hasta el 12% del maíz sin influir negativamente en el crecimiento de las aves (Bressani y Navarrete, 1959). Asimismo, la digestibilidad del fruto en conejos, alcanza un valor de 39% de nutrimentos digeribles totales.

El valor nutritivo del fruto deshidratado de guácimo, como componente de las raciones en novillos, ha sido probado por Bressani, González y Gómez (1981). En novillos Holstein se les ha dado harina de guácimo como suplemento a ensilaje de planta de maíz, por un período de 12 semanas. Cuando el guácimo se incluyó a niveles de hasta 30%, no se presentó ningún cambio en el comportamiento de los animales; sin embargo, los niveles mayores afectaron el consumo de ensilaje, lo que resultó en una reducción de la ganancia diaria de peso (Cuadro 22).

También, en novillos se determinó la digestibilidad de una ración que contenía 56% de harina de guácimo. La digestibilidad de la materia seca fue esencialmente la misma comparada con el testigo. Sin embargo, la digestibilidad de la proteína y de la fibra cruda, fueron menores para la ración que contenía guácimo.

El Cuadro 23 muestra los datos de composición química de las dietas que se han utilizado. Los aspectos de interés son el incremento en fibra cruda conforme aumenta la cantidad de harina

de guáximo de 0 a 45% y el descenso en proteína y extracto libre de nitrógeno, en ese mismo sentido. El Cuadro 24 resume los datos de crecimiento y de consumo de los diferentes grupos; los datos indican que no hubo diferencias significativas entre los grupos de 0, 15 y 30% de harina de guáximo, pero sí entre estos tres y el de 45%. De estos resultados, se puede concluir que el fruto de guáximo tiene muy buen potencial nutritivo. La harina de guáximo fue aceptada por los animales y podría constituir un ingrediente adicional en las raciones para animales de crianza.

Cuadro 22. Composición química aproximada del fruto de guáximo deshidratado y del ensilaje de maíz.

| Nutrimentos | Guáximo deshidratado (g/100g)* | | Ensilaje de maíz (g/100g) | |
|---------------------|-----------------------------------|------------|------------------------------|------------|
| | Promedio | Rango | Promedio | Rango |
| Humedad | 8,4 | 4,8 -12,1 | 77,8 | 59,6 -80,5 |
| Materia seca | 91,6 | 87,9 -95,2 | 93,9 | 91,0 -96,9 |
| Extracto etéreo | 3,5 | 2,3 - 5,3 | 3,1 | 1,6 - 7,0 |
| Fibra cruda | 30,4 | 16,7 -44,2 | 34,3 | 27,8 -39,8 |
| Nitrógeno | 1,3 | 1,03- 1,4 | 0,7 | 0,5 - 1,1 |
| Proteína (N x 6,25) | 7,9 | 6,4 - 8,8 | 4,4 | 3,0 - 7,1 |
| Cenizas | 5,0 | 4,0 - 6,8 | 8,7 | 6,8 -11,0 |
| Extracto libre de N | 44,8 | 36,3 -58,8 | 43,4 | 36,0 -52,0 |

*/Promedio de 10 muestras (g/100g).

Fuente: Bressani, González y Gómez (1981).

Cuadro 23. Composición química de los suplementos alimenticios con harina de fruto de guácimo.

| Nutrimentos | Harina de guácimo como suplemento en ensilaje de maíz (%) | | | |
|---------------------|-----------------------------------------------------------|------|------|------|
| | 0 | 15 | 30 | 45 |
| | (g/1000) | | | |
| Humedad | 9,5 | 9,3 | 9,2 | 8,9 |
| Materia seca | 90,5 | 90,7 | 90,8 | 91,1 |
| Extracto etéreo | 4,1 | 3,9 | 3,7 | 3,3 |
| Fibra cruda | 7,6 | 11,8 | 15,5 | 20,8 |
| Nitrógeno | 3,1 | 2,9 | 2,8 | 2,6 |
| Proteína (N x 6.25) | 19,6 | 18,4 | 17,7 | 16,5 |
| Cenizas | 8,4 | 8,5 | 8,7 | 9,1 |
| Extracto libre de N | 50,8 | 48,1 | 45,2 | 41,4 |

Fuente: Bressani, González y Gómez (1981).

Cuadro 24. Aumento en peso, consumo de suplemento de guácimo y de ensilaje de maíz en novillos.

| Nivel de harina de Guácimo en suplemento (%) | Cambio en peso (kg*) | Consumo de suplemento (kg/animal/día) | Consumo de ensilaje* (kg/animal/día) | Consumo total materia seca (kg/animal/día) |
|----------------------------------------------|----------------------|---------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------------------|
| 0 | 104a | 2,57 | 14,76a | 5,85a |
| 15 | 107a | 2,73 | 14,89a | 6,03a |
| 30 | 109a | 3,04 | 14,68a | 6,30a |
| 45 | 91b | 3,16 | 12,80b | 6,00a |

* Estado actual.

Fuente: Bressani, González y Gómez, 1981.

BIBLIOGRAFIA

(12881)

ALVAREZ DE LA PUENTE, J.M. 1985. Algunas alternativas forestales para el cambio de uso en fincas de tierras de ladera. PNUD/FAO-COS/79/001. FAO. Documento de trabajo No.47. 92 p.

ARBOLES DE Venezuela: El Guácimo. 1960. Mejores Cosechas con Shell (Ven.) 6(74):4.

ARNASON, J.T.; LAMBERT, J.D.H. 1982. Nitrogen cycling in the seasonally dry forest zone of Belize, Central America. In Robertson, G.P.; Herrera, R.; Rosswall, T., eds. Nitrogen cycling in ecosystems of Latin America and the Caribbean. The Hague, Netherlands, M. Nijhoff/W. Junk. p. 333-342.

BEARD, J.S. 1944. Provisional list of trees and shrubs of the lesser Antilles. Caribbean Forester (P.R.) 5(2):48-67.

BEARD, J.S. 1946. Notes on the vegetation of the Paria península, Venezuela. Caribbean Forester (P.R.) 7(1):37-56.

BRESSANI, R.; NAVARRETE, D.A. 1959. Composición química y digestibilidad del fruto del caulote o Guácimo (*G. ulmifolia* Lam) y su uso en raciones para polluelos. Turrialba (C.R.) 9(1):12-16.

BRESSANI, R.; GONZALEZ, J.M.; GOMEZ B., R. 1981. Evaluación del fruto del caulote (*G. ulmifolia* Lam.) en la alimentación de terneros. Turrialba (C.R.) 31(4):281-285.

BUDOWSKI, G. 1964. Aperçu sur les études de répartition des essences forestières tropicales américaines. Bois et Forests des Tropiques no. 95:3-13.

CALDERON, S.; STANLEY, P.C. 1941. *G. ulmifolia* Lam., Flora Salvadoreña, lista preliminar de plantas de El Salvador. San Salvador, Salv., Imprenta Nacional. p. 191.

(20812)

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Crecimiento y rendimiento de especies para leña en áreas secas y húmedas del América Central. Serie Técnica. Informe Técnico no. 79. v.2, 724 p.

(20756)

CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central; resultados de cinco años de investigación. Serie Técnica. Informe Técnico no. 86. p. 171-175.

CRISTOBAL, C.L. 1989. Comentarios acerca de *G. ulmifolia* (Sterculiaceae). Bonplandia (Arg.) 6(3): 183-196.

(20241)

CHANG Ti, B.Y. 1984. Comportamiento inicial de 23 especies forestales en suelos vertisoles y vérticos de una zona semi-árida en Nicaragua. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 144 p.

DI MARE, M.I. 1986. Food habitats of an insular neotropical white-tailed deer (*Odocoileus virginianus*) population. Thesis Mag. Sc. (E.E.U.U.) Colorado State University. 97 p.

(12246)

DURAN E., F. 1982. Especies nativas para el bosque seco tropical; Pt.8. Carta Ganadera (Col.). 19(2):30-31.

ESCOBAR, F.; SALAZAR, R. 1990. Producción de un bosque natural del *G. ulmifolia* Lam., en Azuero, Panamá. Turrialba, C.R., CATIE. 10 p. (Documento preliminar)

(20650)

ESCOBAR, F.; SUTHERLAND, S. 1986. Comportamiento de *G. ulmifolia* Lam., en plantaciones jóvenes en la zona seca de Panamá. Silvoenergía (C.R.). No.16:1-4

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1970. Inventariación y demostraciones forestales. Manual dendrólogo para 1000 especies arbóreas en la República de Panamá. PNUD/FAO. Inf. Técnico no. 1 325 p.

FINOL URDANETA, H. 1969. Posibilidades de manejo silvicultural para las reservas forestales de la región occidental. Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales. Boletín No. 7. p. 10-17.

FREYTAG, G.F. 1951. A revision of the genus *Guazuma*. Ceiba (Hond.) 1(4): 193-225.

GARVER, R.D. 1941. Investigaciones de los recursos que ofrecen los bosques de la República de Panamá. Revista de Agricultura, Comercio e Industrias (Pan.) 7(74): 9-28.

GOMEZ, P; FERNANDEZ, H. 1951. Florestas Amazónicas. Caribbean Forester (P.R.) 12(4):141-152.

GREGORY, L.E.; VELEZ, I. 1946. An ecological survey of the Polytechnic Institute Arboretum. Caribbean Forester (P.R.) 7(1): 1-36.

(19504)

GRUPO DE TECNOLOGIA APROPIADA. 1984. Arboles para leña y madera combinados con cultivos anuales. Panamá, Pan., GTA-RENARE/CATIE. 24 p.

Guácimo: p. 12

GUACIMO, CAULOTE, *Guazuma ulmifolia* (tomentosa). 1962. In Pesman, M.W. Meet flora mexicana. Globe, Ariz., Dale S. Ruig. p. 129-130.

HILJE Q., L.; ARAYA F., C.; SCORZA R., F. 1990. Plagas forestales en América Central. Turrialba, C.R., CATIE. 190 p. (Informe de Consultoría. Proyecto Madeleña).

HOWARD, R.A.; PROCTOR, G.R. 1957. The vegetation on bauxitic soils in Jamaica. Journal of the Arnold Arboretum 38(1):1-50.

HUECK, K. 1957. Las regiones forestales de Sur América. Mérida, Ven., Instituto Forestal Latinoamericano. Boletín no.2. p. 1-40.

(22113)

HUGHELL, D.A. 1990. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento; *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. CATIE (C.R) Serie Técnica. Boletín Técnico no.22. 57 p.

- HUGHES, C.E.; STYLES, B.T. 1984. Exploration and seed collection of multiple-purpose dry zone trees in Central America. *The International Tree Crops Journal* (G.B.) 3:1-31.
- HUGHES, C.E.; OCHOA M., O.; VIDES D.P., O. 1985. Especies nativas con potencial para la producción de leña en Centroamerica. In *Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura interior* (1985, Turrialba, C.R.) Actas. Ed. Rodolfo Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p. 91-114.
- JANZEN, D.H. 1975. Intra and interhabitat variations in *Guazuma ulmifolia* (Sterculiaceae) seed predation by *Amblycerus cistelinus* (Bruchidae) in Costa Rica. *Ecology* (EE.UU.) 56(4):1009-1013.
- JANZEN, D.H. 1979. Natural history of *Phelypera distigma* (Boheman), Curculionidae, a Costa Rican defoliator of *Guazuma ulmifolia* Lam., (Sterculiaceae). *Brenesia* (C.R.) 16:213-219.
- JONES, J.A. 1982. Diagnóstico socioeconómico sobre el consumo y producción de leña en fincas pequeñas de la Península de Azuero. CATIE (C.R.) Serie Técnica. Informe Técnico no.32. 85 p.
- LEMCKERT, A. 1981. El uso doméstico de la leña en Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no.9. 27 p.
- LEMCKERT, A.; CAMPOS A., J.J. 1981. Producción y consumo de leña en las fincas pequeñas de Costa Rica. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico no. 16. 6 p.
- LITTLE JUNIOR., E.L. 1948. A collection of tree specimens from western Ecuador. *Caribbean Foresters* (P.R.) 9(3):215-298.
- LITTLE JUNIOR., E.L.; WADSWORTH, H.; MARRERO, J. 1967. *Arboles comunes de Puerto Rico y las Islas Vírgenes*. Puerto Rico, Editorial UPR. 827 p.
Guácima: p. 501 - 503.
- LITTLE JUNIOR., E.L.; DIXON, R.G. 1969. *Arboles comunes de la provincia la Esmeraldas. Estudio de pre-inversión para el desarrollo forestal del Noroccidente, Ecuador, informe final*. Roma, FAO. v.4 p. 373-375.

LITTLE JUNIOR., E.L. 1982. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, W.Va., EE.UU., Communi-Tech Associates. 354 p.

LOVELESS, A.R. 1960. The vegetation of Antigua, West Indies; based largely on field work done by H.E. Fox and the late C.F. Charter during the years 1932 - 1938. *Journal of Ecology* (G.B.) 48(3):495-527.

(12860)

LUCIA S, G.R. DE. 1986. Mejoramiento y manejo de pastos en Costa Rica; componente reforestación y manejo de pastizales. FAO. Documento de Trabajo No.42. 75 p.

(30050)

LUCIA S, G.R. DE; CORDERO E, A.; VIDAURRE, K.N.; ROJAS G.,G. 1985. Guía técnica para explotaciones de ganado bovino en la península de Nicoya. DGF-PNUD-FAO COS/79/001. FAO. Documento de Trabajo No.35. 59 p.

LUNDELL, C.L. 1937. The vegetation of Peten. Washington, Carnegie Institution. Publication no.478. 244 p.

MARRERO, J. 1949. Tree seed data from Puerto Rico. *Caribbean Forester* (P.R.) 10(1):11-35.

MARSHALL, R.C. 1939. *Silviculture of the trees of Trinidad and Tobago*. Oxford, University Press. 247 p.

MARTINEZ H., H.A. 1989. EL Componente forestal en los sistemas de fincas de pequeños agricultores. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico no 19. 79 p.

McCOY, M.; VAUGHAN, C. 1981. Resultados preliminares del estudio del venado colablanca (*Odocoileus virginianus*) en Costa Rica: In Congreso Nacional sobre conservación de Fauna Silvestre (1980, San José, C.R.). Ed por C. Vaughan; M. McCoy. Universidad Nacional (C.R.). Serie de Ordenación de Fauna Silvestre no. 3. p. 8-20.

McCOY, M.; VAUGHAN, C.; RODRIGUEZ, M.A.; KITCHEN, D. 1990. Seasonal movement, home range activity and die of collared peccaries (*Tayassu tajacu*) in Costa Rican dry forest. Heredia, C.R., UNA Sin publicar.

(19505)

MUÑOZ C., R. 1984. Ensayos de siembra directa y tratamientos pregerminativos para 7 especies forestales recomendadas para leña. Tesis Ing. Téc. For. Cartago, C.R., Instituto Tecnológico de Costa Rica. 155 p.

MUSALEM, M.A.; MARTINEZ H., H.A. 1989. Avances en la investigación silvicultural con árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. In Manejo y Aprovechamiento de Plantaciones Forestales con especies de uso múltiple. Ed. Rodolfo Salazar. Turrialba, Costa Rica, CATIE. p. 27-66

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (EE.UU). 1980. Firewood crops: Shrub and tree species for energy production. Washington D.C., NAS. p. 48-49.

(19434)

NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (EE.UU.). 1984. Especies para leña: arbustos y árboles para la producción de energía. Trad. de la edición Inglesa por Vera Argüello de Fernández y TRADINSA. Turrialba, C.R.. CATIE. 344 p.

NELSON SMITH, J.H. 1945. Forest associations of British Honduras, II. Caribbean Forester (P.R.) 6(2):45-70.

NUÑEZ MELENDEZ, E. 1975. Plantas medicinales de Costa Rica y su folclore. San José, C.R., Universidad de Costa Rica. p. 133-134.

ORTIZ CASTILLO, L.F. 1984. Crecimiento inicial de 18 especies forestales con diseño de espaciamiento Nelder en tres localidades de Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., U.C.R./CATIE. 138 p.

PENNINGTON, T.D.; SARUKHAN, JOSE. 1968. Manual para la identificación de campo de los principales árboles tropicales de México. México, Instituto Nacional de Investigaciones Forestales. p. 300 - 301.

PEREZ ARBELAEZ, E. 1956. Plantas útiles de Colombia. 3 ed. Bogotá, Col., Librería Colombiana. p. 718-719.

PESMAN, M.W. 1962. *Guazuma ulmifolia* (tomentosa). Meet flora mexicana. Globe, Arizona, EE.UU., Dale S. King. p. 129-130.

RECORD, S.J.; HESS, R.W. 1943. *Timbers of the new world*. New Haven, Conn., Yale. p. 518-519.

(19729)

RICHMOND, A. 1984. Estudio de cuatro métodos de propagación de cinco especies forestales. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 110 p.

RIVAS GONZALEZ, L. 1968. Investigaciones prácticas realizadas con semillas forestales tropicales. Sociedad Venezolana de Ingenieros Forestales. Boletín No.6. p. 8-15.

(15648)

ROBLES, X. (comp.) 1987. Bibliografía de catorce especies. Turrialba, C.R., CATIE. 62 p. Guácimo: p. 32-34.

ROJAS CHACON, V. 1979. Algunos aspectos sobre la utilización de la madera en Costa Rica. In Simposio Internacional sobre las Ciencias Forestales y su Contribución al Desarrollo de la América Tropical (1979, San José, C.R.) [Trabajos presentados]. Cartago, C.R., Instituto Tecnológico de Costa Rica. p. 11-116.

SALAZAR, R.; QUESADA C., M. 1987. Provenance variation in *Guazuma ulmifolia* L. in Costa Rica. *Commonwealth Forestry Review* (G.B.). 66(4):317-324.

(15296)

SALAZAR, R.; ROSE, D. 1983. Rendimiento de leña de árboles individuales de *Guazuma ulmifolia* Lam., en potreros en Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 12 p.

(20112)

SALAZAR, R; ROSE, D. 1984. Firewood yields of individual trees of *Guazuma ulmifolia* Lam., in pastures in Hojanca, Guanacaste, Costa Rica. *Commonwealth Forestry Review* (G.B.). 63(4):271-278.

SANTANDER FLORES, C.I.; ALBERTIN, W. 1980. *Anacardium excelsum*, especie forestal de los trópicos americanos. Turrialba (C.R.) 30(1):17-23.

SANTANDER FLORES, C.I.; CAMPOS ARCE, J.J. 1983. El Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.) especie forestal de uso múltiple para los trópicos. San José, C.R., CATIE. 15 p.

Trabajo presentado en: "Simposio Internacional sobre Plantaciones Forestales plantadas en los Neotrópicos como Fuente de Energía" (1983, Vicosá, Minas Gerais, Brasil).

SANTANDER FLORES, C.I.; CAMPOS ARCE, J.J. 1988. El Guácimo (*Guazuma ulmifolia* Lam.), especie forestal de uso múltiple para los trópicos húmedos. San José, C.R., Consultoría y Asesoría Agroforestal. 36 p.

SOLANO, R. 1986. El caulote (*Guazuma ulmifolia* Lam.) para la producción de forraje y leña en Nueva Concepción, Guatemala. In Investigación en componentes de apoyo al desarrollo de la alternativa mejorada para el sistema mixto en Nueva Concepción, Guatemala. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No. 96 p.80-86.

SOTO S., R. 1980. Curso de Ecología de poblaciones. San José, C.R., Universidad de Costa Rica - Organization for Tropical Studies. 6 p.

STANDLEY, P.C. 1937. *Guazuma* Adams. Flora of Costa Rica. Chicago, EE.UU., Field Museum of Natural History. v.18, pt.2. p. 685. Chicago, Field Museum of Natural History. (Publication no.392).

STANDLEY, P.C. 1931. *Guazuma ulmifolia* Lam., Flora of the Lancetilla Valley Honduras. Chicago, EE.UU., Field Museum of Natural History. v.10, p. 279-280. Chicago, Field Museum of Natural History. (Publication No.283).

STANDLEY, P.C.; STEYERMARK, J.A. 1949. *Guazuma ulmifolia*. Flora of Guatemala. Chicago, EE.UU., Natural History Museum. v.24, pt.6, p. 411-412. (Chicago, Natural History Museum. Publication no.642).

STEHLE, H. 1937. Les association végétales de la Guadeloupe et leur intérêt dans la valorisation rationnelle. Revue de Botanique Appliquée et d'Agriculture Tropicale (Francia) 17(186):98-109; (187):188-195.

- STEHLE, H. 1945. Los tipos forestales de las islas del Caribe. *Caribbean Forester* (P.R.) 6(Suppl.):273-416.
- SUSANO HERNANDEZ, H. 1981. Especies arbóreas forestales susceptibles de aprovecharse como forraje. *Ciencia Forestal* (Méx.) 6(29):31-39.
- SVENSON, H.K. 1946. Vegetation of the coast of Ecuador and Peru and its relation to the Galapagos Islands. I. Geographical relations of the flora. *American Journal of Botany* (G.B.) 33(5):394-426.
- SVENSON, H.K. 1946. Vegetation of the coast of Ecuador and Peru and its relation to the Galapagos Islands. II. Catalogue of plants. *American Journal of Botany*. (G.B.) 33(5):427-498.
- TAYLOR, B.W. 1959. Estudios ecológicos para el aprovechamiento de la tierra en Nicaragua. Roma, FAO. 338 p.
- TAYLOR, B.W. 1963. An outline of the vegetation of Nicaragua. *Journal of Ecology* (G.B.). 51(1):27-54.
- TORRES A, S.; SEVILLA E., L.; RODRIGUEZ H., H. 1981. Análisis de las especies más usadas y preferidas para leña en las diferentes regiones de Costa Rica. Turrialba, C.R., CATIE. 27 p.
- UGALDE A., L; MARTINEZ H., H.A. 1989. Localización y descripción de los sitios experimentales para las 14 especies prioritarias del Proyecto Madeleña en América Central (Informe Interno). Turrialba, C.R., CATIE.
- UGALDE A., L.A. 1990. Resumen de crecimiento de las especies prioritarias del Proyecto Madeleña en América Central (Informe Interno). Turrialba, C.R., CATIE. 21 p.
- UNIVERSIDAD DE COSTA RICA. 1981. *Guazuma ulmifolia* Lam., Propiedades y usos de cuarenta y ocho especies maderables de Llanos de Cortéz, Guanacaste. San José, C.R., U.C.R.. p. 172-176.
- UNIVERSIDAD NACIONAL AUTONOMA. 1988. Programa Regional en Manejo de Vida Silvestre. Proyecto colectivo de investigación y extensión en el refugio de vida silvestre. Dr. Rafael L. Rodríguez Caballero ("Palo Verde"), Costa Rica, Heredia. Costa Rica, UNA. 213 p.

VAUGHAN, C.; RODRIGUEZ, M. 1986. Comparación de los hábitos alimentarios del Coyote (*Canis latrans*) en dos localidades en Costa Rica. *Vida Silvestre Neotropical*. 1(1):6-11.

WADSWORTH, F.H. 1945. The potentialities of forestry on Mona Island. *Caribbean Forester (P.R.)* 6(4):219-244.

WADSWORTH, F.H. 1947. An approach to silviculture in tropical America in Puerto Rico. *Caribbean Forester (P.R.)* 8(4):245-268.

WILLIAMS, L. 1931. The forests of Northeastern Peru. *Tropical Woods* no. 25:5-12.

(19384)

WOTOWIEC, P.; MARTINEZ H., H.A. 1984. Estudios silviculturales con especies para producción de leña en la zona semiárida de Guatemala; informe preliminar. Guatemala, INAFOR/CATIE. 86 p.

(20727)

ZAMBRANA, H. 1985.. Producción de leña de talas de monte bajo en El Salvador. In *Técnicas de producción de leña en fincas pequeñas y recuperación de sitios degradados por medio de la silvicultura intensiva*. (1985, Turrialba, C.R.). Actas. Ed. Rodolfo Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p. 173 - 179.

PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA *

JEFATURA

Rodolfo Salazar, Ph.D.
Douglas Aesch, Sr.

Líder Regional
Administración

SILVICULTURA

Miguel Musálem, Ph.D.
David Hughell, M.Sc.
William Vásquez, M.Sc.
Luis Ugalde, Ph.D.

Silvicultor Principal
Modelación
Silvicultura
Manejo de Información

SOCIOECONOMIA

Thomas McKenzie, M.Sc.
Dean Current, M.Sc.

Economista Principal
Socioeconomía/Manejo de
Información
Economía
Economista Asistente

Carlos Reiche, M.Sc.
Manuel Gómez, M.Sc.

EXTENSION

Carlos Rivas, M.Sc.
Ana Loaiza, Bch.

Extensionista Principal
Diseño Gráfico

PAISES

GUATEMALA

Carlos Figueroa, M.Sc.
Eberto de León, Lic.

Coordinador Nacional
Economía

HONDURAS

Rolando Ordoñez, Das.
Juan Pastora, Lic.

Coordinador Nacional
Economía

EL SALVADOR

Hugo Zambrana, M.Sc.
Modesto Juárez, M.Sc.

Coordinador Nacional
Economía

COSTA RICA

Carlos Navarro, M.Sc.
Fabián Salas, Ing.

Coordinador Nacional
Economía

PANAMA

Blás Morán, Ing.
Rafael Tirado, Lic.
Sebastián Sutherland, Das.

Coordinador Nacional
Economía
Silvicultura

*/ Madeleña es un proyecto de investigación, capacitación y diseminación del cultivo de árboles de uso múltiple en América Central y Panamá. Es financiado por AID/ROCAP, y ejecutado por INRENARE de Panamá, DGF de Costa Rica, COHDEFOR de Honduras, CENREN de El Salvador, DIGEBOS de Guatemala con la coordinación regional del CATIE