

**Serie Técnica.
Informe Técnico No. 180**

LIBRARY
DOCUMENTS
AREA

21 OCT 1991

C I D E A
Turrialba, Costa Rica

Madero Negro

(Madreado, Madrecacao, ...)

***Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex
Walpers, ESPECIE DE ARBOL DE USO
MÚLTIPLE EN AMÉRICA CENTRAL**

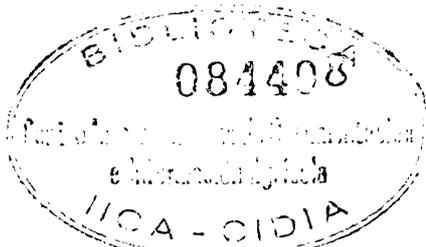
**Publicación patrocinada por el
Proyecto Cultivo de Árboles de Uso Múltiple (MADELEÑA)
CATIE-ROCAP (596-0117)**

**CENTRO AGRONÓMICO TROPICAL DE INVESTIGACIÓN Y ENSEÑANZA
CATIE
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido
Área de Producción Forestal y Agroforestal
Turrialba, Costa Rica, 1991**

CATIE
CT
15-180
E 2

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

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 y DIGEBOS de Guatemala, con la coordinación regional del CATIE.



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

ISBN 9977-57-106-6

634.97332

M183 Madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers) árbol de uso múltiple en América Central / Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. -- Turrialba, C.R. : CATIE, 1991. 72 p. ; 23 cm. -- (Serie técnica: Informe técnico / CATIE ; no. 180)

ISBN 9977-57-106-6

1. *Gliricidia sepium* - 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 Y MANEJO	15
3. PRODUCCION	53
BIBLIOGRAFIA	73

LISTA DE CUADROS

1. Ubicación, condiciones climáticas y edáficas de tres sitios en Guatemala, donde se evaluaron 12 procedencias de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers.	11
2. Crecimiento de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, bajo diferentes espaciamentos en Deazúcar, Nicaragua.	27
3. Crecimiento de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, para varias edades, según el tipo de planta en Deazúcar, Nicaragua.	30
4. Insectos, animales vertebrados y patógenos que atacan a <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers en América Central, según el tipo de ataque y el estado de desarrollo.	32
5. Producción anual de biomasa (Kg materia seca/Km) procedente de cercas vivas de <i>Erythrina berteroana</i> y <i>Gliricidia sepium</i> , con diferentes frecuencias de poda en el trópico húmedo bajo de Costa Rica.	39

6.	Fraccionamiento del nitrógeno en diferentes porciones de la biomasa comestible de <i>G. sepium</i> y <i>E. poeppigiana</i> , cosechadas a intervalos de tres y cinco meses.	41
7.	Composición química, digestibilidad <i>in vitro</i> de materia seca DIVMS y consumo voluntario de <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Gliricidia sepium</i> y <i>Guazuma ulmifolia</i>	42
8.	Rendimientos en materia seca (MS) y su contribución en N, P y K de un cultivo en callejones de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, con dos cosechas de maíz en Nigeria. (cortes dos años luego de plantado).	51
9.	Características ambientales y de crecimiento de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, en algunos sitios de América Central, donde la especie ha crecido satisfactoriamente.	55 ✓
10.	Ambitos de las variables incluidas para los resúmenes dasométricos por medición, de 128 parcelas permanentes de crecimiento de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, en América Central.	58
11.	Tablas de rendimiento de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, para índices de sitio de 3, 5 y 7 m y para una densidad inicial de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central.	66
12.	Datos de crecimiento de parcelas y ensayos de manejo de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, en bosques secundarios de América Central.	68
13.	Tabla preliminar de rendimiento de rebrotes de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, en bosque natural.	71

LISTA DE FIGURAS

1. Arbol maduro de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, mostrando su configuración típica. 5
2. Características botánicas más sobresalientes de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers. 6
3. Trozas de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, mostrando su madera. 7
4. Distribución natural tentativa de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, y *G. maculata* y localización de sitios de colección de semillas. 8
5. Semillas de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, limpias y secas para ser almacenadas. 17
6. Diferentes etapas de la germinación de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers. 19
7. Preparación de bolsas para repique de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, La Máquina, Honduras. 22
8. Producción de árboles de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en eras: (a) arbolitos de 5,5 meses en bancal, b) pseudoestacas almacenadas en trincheras listas para plantar. 23
9. Crecimiento de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, bajo varias densidades de plantación en Mateare, León, Nicaragua. 28
10. Árboles de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, como sombra para café en Alajuela, Costa Rica. 35
11. Bancos de forraje de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, establecidos en potreros para la alimentación de ganado. 37

12. Alimentación de cabras estabuladas con <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, en Turrialba, Costa Rica.	40
13. Cerca viva de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, en La Lima, Honduras.	44
14. Hileras de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, listas para podar e incorporar el follaje antes de cultivar maíz (<i>Zea mays</i> L.) en Turrialba, Costa Rica.	49
15. Ubicación de las parcelas permanentes de crecimiento, utilizadas para generar el modelo de rendimiento de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, en América Central.	57
16. Curvas de desarrollo en altura dominante de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, para los índices de sitio de 7, 5 y 3 m, a la edad base de cuatro años en América Central.	60
17. Desarrollo del área basal por hectárea de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, para los índices de sitio de 3, 5 y 7 m en América Central.	63
18. Producción en peso seco de leña (PSL) de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, para los índices de sitio de 3, 5 y 7 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central.	64
19. Aprovechamiento de un rodal natural de <i>Gliricidia sepium</i> (Jacquin) Kunth ex Walpers, de seis años de edad en Nicaragua.	69

PRESENTACION

El Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza, CATIE, en colaboración con las instituciones forestales de América Central, desarrolla, 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 centroamericana. El propósito del Proyecto es aumentar los ingresos y mejorar el bienestar de las familias rurales, así como contribuir en la disminución del 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, de las formas de cultivo, de los métodos de manejo silvicultural de las plantaciones y de las 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 de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, 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 *Gliricidia sepium* en América Central.

Rodolfo Salazar
Líder Proyecto
MADELEÑA

AGRADECIMIENTO

En primera instancia el Proyecto Madeleña agradece a William Vásquez, consultor y miembro del personal del Proyecto por la recopilación de la información y redacción de esta guía.

La investigación silvicultural que permitió la redacción de la presente guía, es el producto de la participación de muchas instituciones y personas en América Central. En este sentido se reconoce 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; la Dirección de Recursos Naturales y del Ambiente (DIRENA) de Nicaragua y el Instituto Nacional de Recursos Naturales Renovables (INRENARE) de Panamá. También, se reconoce la labor de los técnicos nacionales en 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. Es importante aclarar que esta información es el compendio de la experiencia de todos los técnicos y personal de apoyo de los Proyectos LEÑA y MADELEÑA, durante más de nueve años de investigación. A todos ellos el Proyecto deja constancia de su agradecimiento.

**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 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 presenta los conocimientos que, hasta la fecha, se tienen en América Central sobre el cultivo de la especie *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers. 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 informe, América Central corresponde a los territorios de Costa Rica, El Salvador, Guatemala, Honduras, Nicaragua y Panamá, países miembros del CATIE en la región centroamericana.

G. sepium es un árbol de tamaño mediano, leguminoso, nativo de México y América Central. La razón principal por la cual muchos agricultores lo utilizan en agroforestería y otros usos, es por su fácil propagación ya sea por semillas o estacas, su manejo a través de rebrotes o poda de copas y por su capacidad de fijar nitrógeno. Es debido a estas características que *Gliricidia* es una especie de atractivo particular para incorporarla en fincas como cercas vivas, pequeñas plantaciones puras o en combinaciones agroforestales.

1. BOTANICA Y ECOLOGIA

***Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers** es un árbol de porte pequeño a mediano, alcanza de 10 a 15 m de altura y generalmente 40 cm o menos de diámetro. Sus hojas son compuestas, imparipinadas, alternas y deciduas. Las flores son zigomorfas, papilionadas, en forma de guisantes, de 2 a 2,5 cm de largo, con cinco pétalos rosado blancuzcos o matizados de púrpura.

Hay 8000 semillas por kilogramo, aunque puede variar de 4500 a 11 000. La germinación es alta y uniforme, generalmente mayor del 90%.

El árbol es nativo de las zonas bajas de México y América Central, con una estación seca bien definida; ha sido introducido en muchas zonas tropicales y naturalizado en el norte de América del Sur, hasta Brasil, El Caribe, Hawaii, en el oeste de Africa, India, Sri Lanka, sureste de Asia incluyendo Tailandia, Filipinas, Indonesia y Australia.

En su ámbito de distribución natural prevalece un clima sub-húmedo relativamente uniforme, con precipitaciones que van de 500 a 1500 mm y cinco meses de período seco. Tolera una gran variedad de suelos, menos aquellos con mal drenaje interno; inclusive crece bien en suelos calcáreos.

Para Guatemala, tres ensayos de procedencias del interior del país han identificado como promisorias las procedencias de La Máquina y San Luis Jilotepéquez.

En Costa Rica, tanto a nivel de vivero como en plantación, las mejores procedencias fueron La Garita, en Cebadilla de Alajuela y San Isidro en Cañas, Guanacaste, ambas de Costa Rica; además de Masaguara en Honduras.

Nombres comunes

A esta especie se le conoce comúnmente como "madreado" en Honduras, "madero negro" en Costa Rica, "madrecacao" en Guatemala, "mata ratón" en Colombia y "cocoite" en México. Otros nombres utilizados en la Región son: bala, balo, cacaonance, canté, palo de hierro, madero, sangre de drago, madrial y otros.

Descripción de la especie

G. sepium, es un árbol de porte pequeño a mediano, alcanza de 10 a 15 m de altura y generalmente 40 cm o menos de diámetro (CATIE, 1986). La corteza es delgada, lisa y blancuzca (Mora, 1983) y de copa ancha a veces estrecha (Holdridge y Poveda, 1975). La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias, hasta retorcida y muy ramificada. El tronco es de base recta, de fuste normalmente torcido, con tallos múltiples originados cerca de la base. El número de tallos decrece con la edad debido a la autopoda (Glover, 1989), (Figura 1).

El sistema radicular de las plantas provenientes de semillas es profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal, mientras que en plantas provenientes de estacas las raíces son superficiales (CATIE, 1986). En las raíces secundarias superficiales vive en simbiosis la bacteria *Rhizobium*, que fija el nitrógeno (N) del aire y aumenta el crecimiento y valor de esta especie (Glover, 1989).

Sus hojas son compuestas, imparipinadas, alternas y deciduas. Con siete a 17 hojuelas, ovadas a elípticas u oblongo-lanceoladas, de 3 a 7 cm de largo, opuestas en el raquis y de color gris claro en el envés (Holdridge y Poveda, 1975) (Figura 2).

Las flores son zigomorfas, papilionadas, en forma de guisantes, de 2 a 2,5 cm de largo, con tallos delgados, en racimos densos de 5 a 10 cm de largo; cáliz en forma de campana, verde claro con matices rojos; corola en forma de mariposa, con cinco pétalos rosado blancuzcos o matizados de púrpura, ~~dos alas oblongo-~~torcidas, dos pétalos unidos formando quilla; 10 estambres blancuzcos, nueve unidos en un tubo y uno separado; un pistilo, ovario rojo y un estilo blancuzco torcido (CATIE, 1986; Holdridge y Poveda, 1975; Little, sf.) (Figura 2).

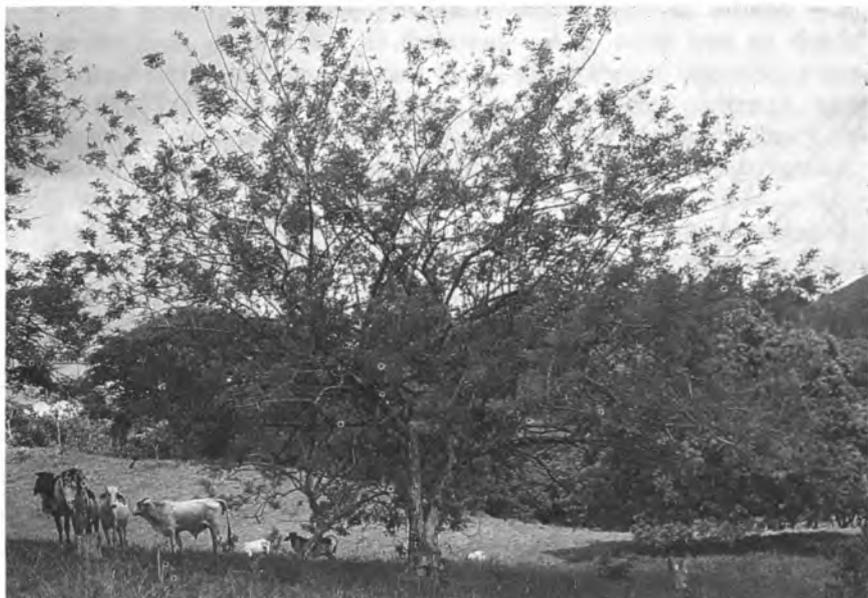


Figura 1. Arbol maduro de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, mostrando su configuración típica.

En zonas con una estación seca pronunciada, el árbol pierde casi completamente las hojas cuando florece. En América Central, la época de floración se da durante la estación seca, de diciembre a marzo. En las zonas húmedas la floración, fructificación y pérdida de hojas es variable entre años (Mora, 1983; CATIE, 1986).

Los frutos (Figura 2) son vainas dehiscentes, aplanadas, verde amarillentas cuando nuevas y oscuras al madurar; de tallo corto en la base y punta corta en el ápice. Las vainas tienen de 10 a 15 cm de longitud, 12 a 20 mm de ancho y contienen de tres a ocho semillas planas y elípticas (en algunos casos 10), brillantes, de 1,0 cm de longitud, de color café oscuro cuando maduran (CATIE, 1986; Little, sf.). Según Hughes *et al.* (1986), hay 8000 semillas por kilogramo, aunque puede variar de 4500 a 11 000. La germinación es alta y uniforme, generalmente mayor del 90%. Según información del Banco Latinoamericano de Semillas Forestales (BLSF), la semilla puede conservar su viabilidad hasta por cuatro años, a una temperatura de 5°C, empaçada en bolsa plástica sellada o en frasco hermético de vidrio*.

* Comunicación personal, Sr. Mario Alvarez funcionario del BLSF. Turrialba, CATIE, noviembre 1990.

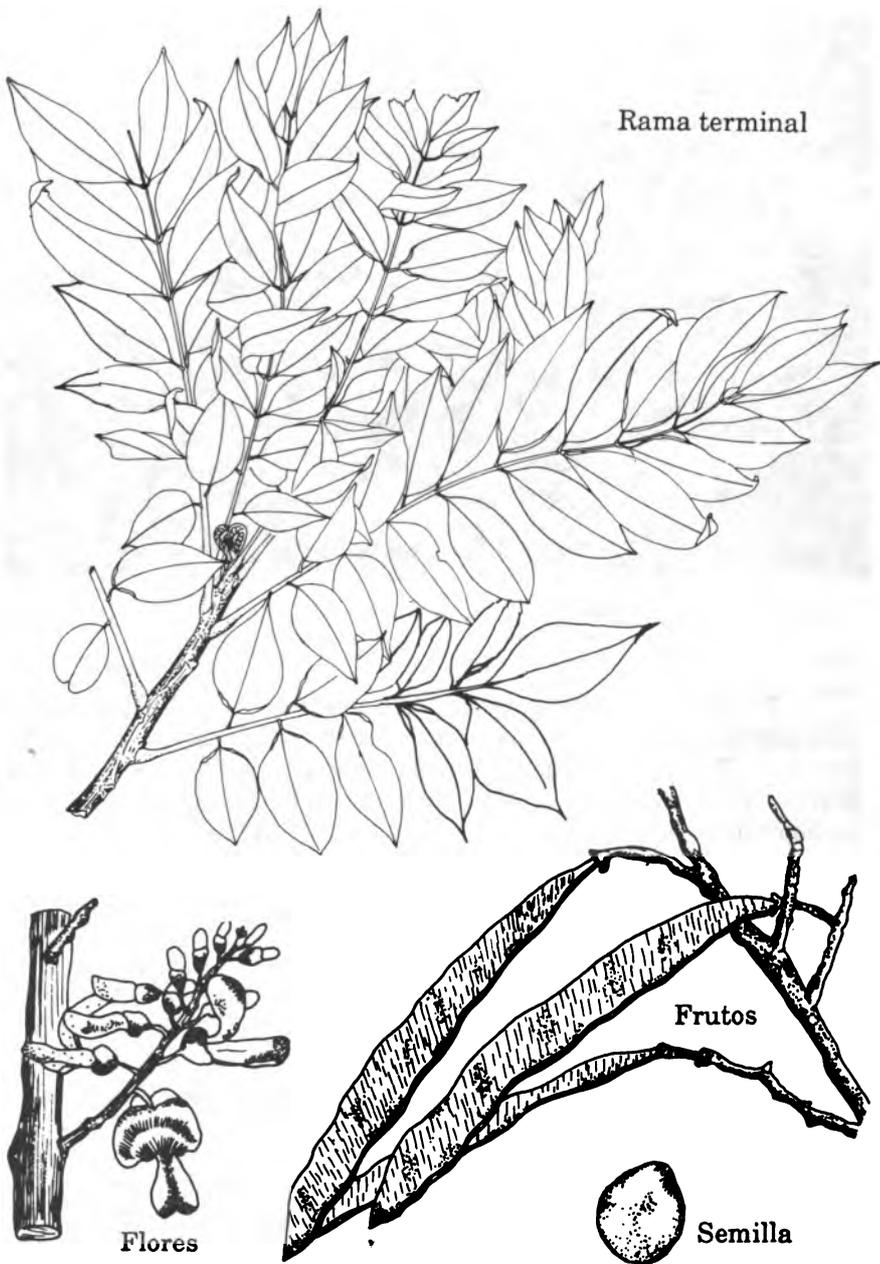


Figura 2. Características botánicas más sobresalientes de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers.

La madera es dura, pesada y fuerte, con la albura y el duramen bien definidos. El duramen es de color que va desde amarillo a tonos café, con marcas finas, pálidamente coloreadas que le dan a las superficies planas de la madera aserrada una apariencia decorativa. Tiene una textura moderadamente fina y un grano entrelazado, el cual tiene una dirección típicamente irregular.

Posee una gravedad específica de $0,67 \text{ g/cm}^3$ (muy pesada), su coeficiente de elasticidad y su resistencia longitudinal son muy buenos (CATIE, 1986; Mora, 1983; Behrendt *et al.*, 1968). Su contracción radial total es de 5,28%, contracción tangencial total de 6,05% y una contracción volumétrica de 10,98% (Benítez y Montecinos, 1988). La NAS (1984), señala como valor calorífico 78 400 Kj/kg. Es altamente resistente a las termitas y a la pudrición (Little, *sf.*; Holdridge y Poveda, 1975). La madera es lenta para secar al aire libre, pero dimensionalmente estable. En cuanto a su trabajabilidad es difícil de aserrar por su dureza; aunque el torneado y acabado son satisfactorios (Benítez y Montecinos, 1988) (Figura 3).



Figura 3. Trozas de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, mostrando su madera.

Origen, distribución y taxonomía

La especie tiene una distribución natural que va desde 7° 30' de latitud norte en Panamá, hasta 25° 30' latitud norte en México (Hughes, 1987; Salazar, 1988). Es nativa de las zonas bajas de México y América Central, con una estación seca bien definida (Figura 4). Ha sido introducida en muchas zonas tropicales y naturalizada en el norte de América del Sur, hasta Brasil, El Caribe, Hawaii, en el oeste de África, India, Sri Lanka, sureste de Asia incluyendo Tailandia, Filipinas, Indonesia y Australia. En México y América Central es una especie que se encuentra en áreas bajo los 1500 metros de elevación (Hughes, 1987), pero principalmente bajo los 500 msnm (NAS, 1984; Glover, 1986). Se presenta en rodales naturales en Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala y Panamá (CATIE, 1986).

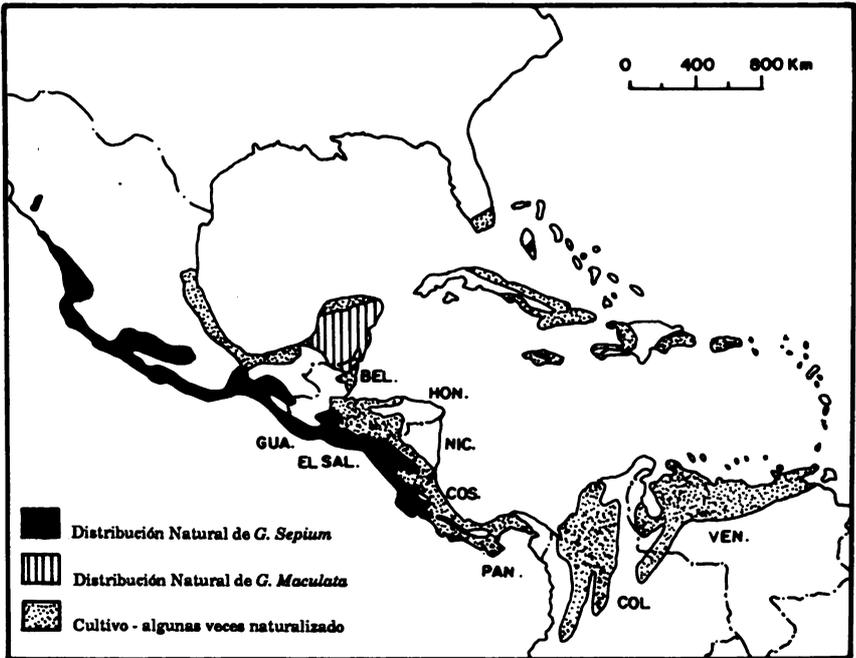


Figura 4. Distribución natural tentativa de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers y *G. maculata* y localización de sitios de colección de semillas (Tomado de Hughes 1987).

A pesar de que muchos autores indican un rango natural muy amplio, es claro que *Gliricidia* es nativa sólo de los climas secos estacionales, ocupando dunas de arena costeras, bancos ribereños, planicies inundadas y otras áreas perturbadas. Fuera y dentro de su ámbito natural *Gliricidia* ha sido probada con éxito para una gran cantidad de usos (Hughes, 1987).

G. sepium es una especie que pertenece a la familia Leguminosae y a la subfamilia Faboideae o Papilionoideae.

Además de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers se reconocen dos especies del género *Gliricidia*, que son menos utilizadas: *G. maculata* y *G. guatemalensis*. La primera especie es nativa de la Península de Yucatán en México, distinguiéndose de *G. sepium* por sus flores blancas y por sus vainas y semillas más pequeñas. *G. guatemalensis* es una especie de zonas altas entre los 1500 y 2000 m de altitud. Es un arbusto pequeño de hasta tres metros de altura, con flores rojo-púrpura y hojas pequeñas redondeadas (Hughes, 1987). Revisiones actuales indican que es necesario introducir algunas modificaciones en la taxonomía de estas especies; los resultados se esperan para un futuro próximo.

Requerimientos ambientales

Factores climáticos

En su ámbito de distribución natural prevalece un clima subhúmedo relativamente uniforme, con precipitaciones que van de 500 a 1500 mm y cinco meses de período seco, desde diciembre hasta abril. Fuera de su ámbito natural *Gliricidia* ha sido plantada exitosamente en climas con precipitaciones entre los 785 y 3500 mm anuales, preferiblemente con una estación seca definida (Hughes, 1987; CATIE, 1986; NAS, 1984; Salazar, 1988).

Factores edáficos

Gliricidia tolera una gran variedad de suelos, menos aquellos con mal drenaje interno; inclusive crece bien en suelos calcáreos (Chang, 1984; CATIE, 1986; NAS, 1984). Esta variedad de suelos incluye desde arenas puras, regosoles pedregosos no estratificados, hasta vertisoles negros profundos en su rango natural y ha sido cultivado en suelos desde arcillosos hasta franco arenosos. Se han

encontrado áreas extensas de plantación en dunas costeras ligeramente salinas, en donde los árboles crecen vigorosamente en arenas movedizas. Las arenas se acumulan típicamente alrededor de la base del árbol, ejerciendo una función estabilizadora. De acuerdo con los resultados de algunos ensayos de *Gliricidia*, establecidos en el oeste de Africa, Filipinas y América Central, la especie tolera un pH entre 5,5 y 7,0 (Hughes, 1987), también se reporta creciendo en suelos ácidos (pH 4 a 5), pero su tolerancia en suelos extremadamente ácidos, con alto contenido de aluminio, no se ha evaluado lo suficiente (Glover, 1989).

La fertilidad natural no es un factor limitante para esta especie, pues se desarrolla bien en suelos pobres. Prefiere suelos con una profundidad efectiva mayor de 30 cm (Haggis y Quirós, 1985), aunque se le encuentra en suelos rocosos sin estratos definidos. La especie no crece bien en suelos con poca retención de humedad; aparentemente su crecimiento se ve afectado en sitios con más de ocho meses de déficit hídrico, o en áreas con menos de 600 mm anuales, en suelos sobrepastoreados (compactados) o con problemas de inundaciones periódicas, debido al mal drenaje (CATIE, 1986).

Selección de las mejores fuentes de semilla

Las variaciones genéticas de las poblaciones establecidas de *Gliricidia*, han ocurrido debido a la selección hecha por los agricultores y a su adaptación natural al medio. Entre estas variaciones están la tasa de crecimiento, la forma del árbol, la habilidad de rebrotar, la calidad del forraje y de la madera, la resistencia al ataque de insectos y enfermedades y la tolerancia a condiciones de sequía, bajas temperaturas, acidez o salinidad del suelo (Glover, 1989).

Según este mismo autor, genotipos de crecimiento rápido ya han sido identificados por la Universidad de Hawaii, la Asociación de árboles fijadores de Nitrógeno (NFTA), el Centro Internacional de Ganadería de Africa (ILCA) en Nigeria, el Instituto Nacional Forestal (INAFOR) en Guatemala y el Colegio de Agricultura del Estado de Visayas (VISCA) en Filipinas. Sin embargo, debe recordarse que los genotipos seleccionados para un sitio y objetivo particular de producción, pueden no ser los mejores para otro sitio.

De la semilla recolectada por el ILCA y el CATIE en 1983, cubriendo las zonas de vida de bmh-T, bh-T, bs-T, bmh-P y bh-P, con

el objeto de evaluar la productividad en el contexto de cultivo en callejones, se encontró una variación significativa en la producción de biomasa fresca, cosechada a 75 cm del suelo, que promedió 100% y 180% más en el primer y segundo corte, que la procedencia de menor producción (Sumberg, 1985).

Con el fin de identificar las mejores fuentes de semillas, los Proyectos Leña y Madeleña han establecido un total de seis ensayos de procedencias en Guatemala, los cuales evaluaron el comportamiento de 12 procedencias del interior de este país. Quemé (1987), evaluó el comportamiento de tres de estos ensayos con 12 procedencias, en tres diferentes sitios; los datos se muestran en el Cuadro 1.

De este ensayo se pudo concluir que las procedencias que tuvieron mejor comportamiento en altura total y diámetro basal, a los 24 meses de edad, fueron La Máquina, Río Somalá y Asunción Mita en Bulbuxyá; La Máquina, Río Somalá y Vado Hondo "B" en La Máquina y Vado Hondo "A" y "B", La Máquina y Asunción Mita en Sanarate. A nivel general las procedencias más ramificadas en los tres sitios fueron La Máquina, Río Somalá y Los Guineos, con promedios de 2,72; 2,56 y 2,45 ejes por árbol, respectivamente.

Cuadro 1. Ubicación, condiciones climáticas y edáficas de tres sitios en Guatemala, donde se evaluaron 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers.

Sitio	Altitud (msnm)	PMA (mm)	TMA (°C)	Z.vida	Suelo
Bulbuxyá	283	4018	27,3	bmh-S	Entisols Fluventic Ustic
La Máquina	50	1860	28,8	bh-S	Alfisols Udic Haplustalfs
Sanarate	900	702	22,8	bs-S	Entisols Lithic/Ustorthents

donde:

bh-S	=	bosque húmedo subtropical
bmh-S	=	bosque muy húmedo subtropical
bs-S	=	bosque seco subtropical
PMA	=	Precipitación media anual
TMA	=	Temperatura media anual

Las procedencias de elevaciones bajas, con precipitaciones altas, mostraron mayores crecimientos indistintamente del sitio donde se establecieron.

También, para Guatemala en el municipio de Atescatempa, departamento de Jutiapa (Martínez *et al.*, 1990), repitieron este ensayo, en el bosque seco subtropical, a 620 msnm, con precipitación media anual de 620 mm. A los 33 meses se concluye que, de las 12 procedencias estudiadas, no hubo diferencias significativas. Sin embargo, en orden descendente, las que mostraron mayor crecimiento fueron La Máquina, Concepción Las Minas y Atescatempa con diámetros de 6,8; 6,4 y 6,2 cm, respectivamente. Al igual que en Sanarate, la procedencia de Vado Hondo "B" tuvo la mayor supervivencia con 89 %, diámetro de 4,5 cm y altura total de 3,1 m a 33 meses (Quemé, 1987).

En El Mocal, cantón de Morazán, provincia de El Progreso en Guatemala, a 360 msnm, con una precipitación promedio anual de 904 mm en el bosque seco subtropical, Espinoza (1990), concluye, de la evaluación de ocho de estas mismas procedencias, a los 57 y 70 meses de edad, que las procedencias con mayor supervivencia fueron San Luis Jilotepéquez, Gualán, Sacapa y Atescatempa. Con base en la altura total, el mejor comportamiento fue para San Luis Jilotepéquez, Oratorio y Concepción Las Minas. Las mayores áreas basales fueron alcanzadas por Atescatempa y San Luis con 3,2 m²/ha. El mayor número de ejes por árbol a los 57 meses fue para Solamá Baja Verapaz con 1,5 ejes/árbol.

Para evaluar el ámbito completo de procedencias de *Gliricidia*, el Intituto Forestal de Oxford, está conduciendo desde 1987 un ensayo internacional en varios países, con un total de 30 procedencias recolectadas en su ámbito natural (Hughes, 1987).

En Costa Rica, Jonllap (1989), utilizando 12 procedencias de México, Guatemala, Honduras, Nicaragua, Costa Rica y Panamá, concluyó que las procedencias sobresalientes, tanto a nivel de vivero como en plantación, fueron La Garita en Cebadilla de Alajuela y San Isidro de Cañas, en Guanacaste, ambas de Costa Rica. En términos generales estas mejores procedencias resultaron provenir de sitios con latitudes bajas, altas precipitaciones y menor cantidad de meses secos. Además de estas dos procedencias, la procedencia de Belén Rivas, Nicaragua y la Vado Hondo, Chiquimula, Guatemala dieron buenos resultados.

Viquez, 1990 ^{*}, indica que otra procedencia identificada como superior es la de Masaguara, Honduras. En el CATIE se han identificado 16 familias de las anteriores cuatro procedencias superiores. Para estas familias se ha obtenido más del 200 % de ganancia en rendimiento de biomasa total, calidad de biomasa para forraje y resistencia al insecto *Azeta versicolor* (Noctuidae).

Aún queda pendiente el análisis de estas procedencias y familias en otros sitios, para verificar si mantienen su superioridad, trabajo que ya se está haciendo en Costa Rica (Camacho, 1990 ^{**}).

* Comunicación personal, Ing. Edgar Viquez, Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno. Turrialba, CATIE, noviembre 1990.

** Comunicación personal, Ing. Yael's Camacho, Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno. Turrialba, CATIE, noviembre 1990.



Rodal semillero de *Glicicidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers en Playa Grande, Tamarindo, Costa Rica.

2. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO

En la costa pacífica de América Central, la producción de semillas de Gliricidia se inicia a finales de enero y se extiende hasta comienzos de abril. Para recoger un kilo de semillas se necesitan unas 1000 vainas.

Las semillas frescas no requieren de tratamientos pregerminativos pero se sugiere remojar de cuatro a 24 horas la semilla que ha sido almacenada por más de un año. Como en el caso de Leucaena la inoculación con Rhizobium no es necesaria para Gliricidia.

Para establecer plantaciones de esta especie puede utilizarse siembra directa que es el sistema más barato, árboles en bolsa, pseudoestacas y árboles a raíz desnuda. Los árboles producidos en el vivero requieren de dos a cinco meses para ser llevados al campo.

Las primeras labores en la preparación del sitio a plantar son la eliminación de todo el material vegetal existente y la quema controlada. Dependiendo del tipo de planta a utilizar, de las condiciones del sitio y del sistema de producción, así será el laboreo que debe realizarse.

La distancia de plantación a utilizar en masas compactas, depende del objetivo de producción. Densidades de 4400 a 2500 árboles/ha se sugieren para maximizar la producción de biomasa y 2500 a 1100 árboles/ha para productos de mayores diámetros.

Entre las combinaciones agroforestales más utilizadas, Gliricidia se destaca como: a) árboles de sombra y soporte, b) producción de forraje, c) cercas vivas y d) cultivo en callejones.

Como árbol para sombra es común su uso en cafetales, cacaoales y plantaciones de té, o como soporte en cultivos de vainilla, pimienta negra y ñame. Bajo estos sistemas el establecimiento de Gliricidia se lleva a cabo generalmente, por medio de siembra directa o por estacas.

Los bancos de forraje son usados en zonas secas como alimento para rumiantes, fresco o ensilado, sin embargo, es tóxico para la mayoría de los no rumiantes.

La cerca viva es uno de los sistemas más ampliamente difundido en América Central. Estos sistemas son establecidos por lo general a través de estacas de 1,5 a 2,8 m de largo, con espaciamentos que van de 0,5 hasta 10 m entre estacas. La poda de las cercas vivas está en función del tipo de producto a obtener (protección, postes, forraje, leña), de la edad y densidad de la cerca y de las condiciones climáticas del sitio. Dependiendo de estas condiciones, una cerca viva puede producir desde cuatro hasta 60 tm/km de biomasa verde.

El cultivo en callejones es un sistema muy útil; ha demostrado que puede suplir las necesidades de la mayoría de nutrimentos de cultivos como el maíz y el frijol. El establecimiento de estos sistemas se hace a través de la siembra directa, o utilizando estacas y su manejo consiste en mantener podados los árboles mientras el cultivo crece, incorporando al suelo el material que se poda.

El mantenimiento y el control de animales, plagas y enfermedades es la última etapa que debe considerarse para llevar la plantación, o la combinación agroforestal a un buen término.

Recolección y producción de semillas

En su ámbito de distribución natural, la floración y fructificación es relativamente uniforme, con un período de cosecha típico de 20 días (Hughes, 1987).

En la vertiente pacífica de América Central, la producción de semillas se inicia a finales de enero y se extiende hasta comienzos de abril. Debido a la dehiscencia característica de la especie, los frutos deben colectarse cuando presentan una coloración amarillo-parduzca, o cuando se inicia la dehiscencia de los primeros frutos (CATIE, 1986).

Para esperar una adecuada base genética se sugiere coleccionar una cantidad similar de semillas por lo menos de los mejores 25 árboles, los cuales deben estar separados al menos 100 m uno del otro. Una vez colectadas las vainas, las semillas son separadas poniéndolas al sol. Para completar un kilo de semilla se necesitan alrededor de unas 1000 vainas (Canet y Campos, 1982; Glover, 1989). Observaciones preliminares en Costa Rica, indican que un árbol puede producir entre 300 y 400 g de semilla limpia por año (Salazar, 1988). Una vez limpia la semilla se puede almacenar hasta por un año en sitios frescos, en recipientes herméticos para evitar ataques de insectos; o en cámaras frías por períodos prolongados (CATIE, 1986) (Figura 5).

Para contribuir en la producción de semilla de mejor calidad, el Proyecto MADELEÑA ha identificado un rodal semillero de aproximadamente una hectárea, en Tablones Arriba de Choluteca, Honduras, que en el futuro estará produciendo semilla. Es importante establecer más rodales semilleros en aquellos sitios naturales donde las procedencias han mostrado superioridad.

El establecimiento de huertos semilleros establecidos por estacas (clonales) o por semilla, son una alternativa que a corto plazo puede suplir grandes cantidades de semilla.



Figura 5. Semillas de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, limpias y secas para ser almacenadas.

Sumbérg (1985), reporta rendimientos de 37 kg/ha de semilla en un huerto semillero en Ibadan, Nigeria, a partir de árboles establecidos por estacas de 1,5 m. El distanciamiento utilizado fue de 1 m entre estacas y 4 m entre hileras, iniciando esta producción a los 1,5 años de edad. Con 37 kg/ha se pueden establecer 60 hectáreas anuales si se estiman 10 000 semillas/kg y 5000 árboles/ha.

Preparación de la semilla

Las semillas frescas tienen un porcentaje alto de germinación, sin necesidad de tratamiento pregerminativo. Las semillas almacenadas por uno o más años deben remojar en agua a temperatura ambiente por 24 horas (CATIE, 1986). Otros autores recomiendan mantener estas semillas de tres a cuatro horas en agua a temperatura ambiente, antes de ponerlas a germinar (Costa Rica; DGF, 1984) (Figura 6).

La siembra de las semillas puede hacerse en germinadores de arena desinfectada, directamente en las bolsas o en bancales, para producción de pseudoestacas o raíz desnuda. En Honduras, se han utilizado dos tipos de sustrato para la siembra en los germinadores, ambos con buenos resultados en la germinación y crecimiento apical: a) 75 por ciento de arena y 25 por ciento de tierra y b) 100 por ciento de tierra (Calix, 1986).

Se recomienda mantener el germinador bajo sombra, el sustrato debe mantenerse húmedo y a temperatura ambiente (entre 25 y 30°C). Las semillas se siembran a 1 cm de profundidad, separadas una de otra por 2 cm en surcos cada 5 cm. La germinación comienza tres a cuatro días después de la siembra y puede extenderse hasta los 10 ó 12 días. Las primeras hojas aparecen usualmente cuando la plántula tiene entre 5 y 6 cm de altura. Este es el momento indicado para iniciar el trasplante o repique. Durante el trasplante, las plántulas deberán mantenerse con un 50 a 75 por ciento de sombra, a una altura de 75 cm del suelo por un período no mayor de ocho días. Si las condiciones son favorables, las plantas están listas para ser llevadas al campo después de dos o cinco meses, dependiendo del sistema de producción, con una altura de 30 a 70 cm y un diámetro basal de 1,0 a 2,0 cm; sin embargo, pueden permanecer en el vivero hasta por un año y ser plantadas en el campo con un diámetro de 2 a 3 cm (Salazar, 1988).

En el caso de la producción directa en bolsa, se colocan dos semillas con un repique posterior cuando se presenta más de una planta. Aunque *Gliricidia* es una especie rústica, el repique debe hacerse en forma cuidadosa, evitando el secado de las raicillas (CATIE, 1986).

En áreas donde *Gliricidia* no crece naturalmente, la inoculación con *Rhizobium* no es necesaria como en el caso de leucaena. Según Kang y Mulongoy (1987), infecciones de micorriza del 25 al 82 % en Nigeria, sugieren que *Gliricidia* puede crecer bien en suelos con poca disponibilidad de fósforo (P).

Para acelerar la inoculación, Glover (1989), indica que se pueden obtener paquetes de inóculo en forma gratuita de la NFTA o de NIFTAL*. La inoculación se puede realizar a nivel de semillas con soluciones de aceite vegetal, agua de azúcar o goma arábiga a razón de 50 g de inóculo por kilo de semilla, o una vez hecho el repique, a razón de 5 g de inóculo por cada 1000 plántulas, mediante el riego.

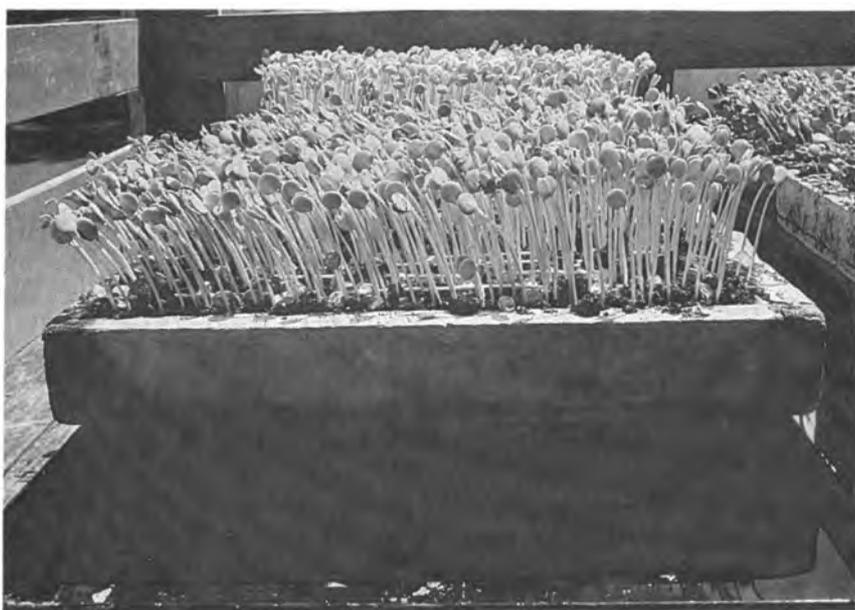


Figura 6. Diferentes etapas de la germinación de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers.

* P.O Box, Paia, Hawaii 96779, USA.

Otro sistema consiste en recoger los nódulos, triturarlos y agregarlos con el agua de riego sobre las bolsas o bancales. También se puede utilizar tierra proveniente de áreas donde crece la especie, la cual es distribuida sobre las bolsas o bancales dos o tres semanas después de la germinación o el repique.

En cuanto a la fertilización en el vivero, se menciona que la especie ha respondido a la fertilización foliar, así como a aplicaciones de N-P-K (10-30-10) en dosis de 1,0 a 1,5 g/planta, las cuales favorecen la relación con la micorriza. Se necesitan aproximadamente 12 semanas para obtener plantas de 30 cm o más, aptas para plantación en campo definitivo, bajo el sistema de bolsa.

Siembra directa en el campo

La siembra directa en el campo, es el método más barato para establecer *Gliricidia*. En este caso es necesario utilizar dos o tres semillas por postura. Es preferible asociarla con cultivos o en terreno arado y asegurar un control adecuado de malezas en las primeras etapas de desarrollo. Cuando se utilizan densidades de plantación de 2500 árboles/ha o más, al cabo de un año las copas se han cerrado y controlan la maleza. Diversas experiencias en América Central indican que la especie puede ser propagada por siembra directa, sin diferencias apreciables en crecimiento cuando se compara con otros tipos de plántulas (CATIE, 1986).

Los agricultores haitianos han adoptado la siembra directa de *Leucaena leucocephala* para setos en contorno, debido a que no deben esperar para producir arbolitos en viveros sofisticados, aspecto que debe considerarse en el caso de *Gliricidia* (Ford, 1987).

Producción de plantas en vivero

En el vivero se pueden producir plantas sembrando las semillas directamente en las bolsas o en bancales, para producir pseudoestacas o árboles a raíz desnuda.

El tiempo estimado de producción de plántulas de 20 cm es de dos meses en bolsa y de cuatro meses en bancal (Costa Rica; DGF, 1984).

Arboles en bolsa

Debido al tamaño de las semillas, la siembra se puede hacer directamente en las bolsas, utilizando una semilla por postura si la semilla es fresca y dos si la germinación es menor del 70%. Generalmente las bolsas son de polietileno negro, de 7 a 10 cm x 15 a 20 cm, agujereadas; son llenadas con una mezcla de suelo fértil y arena en proporción 3:1. Puede usarse una mezcla de suelo, arena y materia orgánica descompuesta en proporción 2:1:1. Al llenar las bolsas es necesario que la mezcla quede bien compactada para evitar la formación de bolsas de aire. Cuando no se dispone de materia orgánica o el suelo es poco fértil, se puede adicionar un fertilizante químico completo (por ejemplo N:15,P:15,K:15 con microelementos), a razón de 46 kg/m³ de suelo (aproximadamente 25 kg de fertilizante por cada 1000 bolsas).

Las bolsas se colocan alineadas formando bancales de 0,7 a 1,0 m de ancho, para facilitar el riego cuando éste se hace en forma manual, evitando así el menor crecimiento de las plantas centrales. Las bolsas deben quedar perpendiculares a la superficie del suelo, conservar su forma redondeada, evitando aplastarlas unas contra otras.

Al momento de la siembra la mezcla de las bolsas debe estar ligeramente húmeda. La semilla se coloca en el centro de la bolsa, presionándola contra el suelo y cubriéndola posteriormente con 2 a 4 mm de suelo (Figura 7). Glover (1989), indica que una capa delgada de arena gruesa, sobre las bolsas suprime el crecimiento de malas hierbas y puede prevenir el problema del "damping off" (enfermedad del tallo).

Los árboles en bolsa deben recibir riego, el cual se hace preferiblemente en las mañanas, antes de que el sol caliente para evitar quemaduras y prevenir la alta humedad de la noche que puede causar enfermedades. El riego aumenta conforme crecen las plantas.

La sombra se debe colocar luego de la siembra a 75 cm de altura y debe mantenerse por un período máximo de una a dos semanas.

El control de malas hierbas se hace manualmente y debe controlarse también la aparición de plagas y enfermedades.



Figura 7. Preparación de bolsas para repique de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, La Máquina, Honduras.

Para disminuir el crecimiento de las plantas y lograr plantas lignificadas que toleren las condiciones en el campo, se disminuye el riego y elimina la fertilización tres a cuatro semanas antes de llevar las plantas al campo.

Un día antes del transporte al campo, es necesario un riego abundante de las bolsas y la poda de raíces si éstas salen de la bolsa. Al momento de plantar se recomienda podar aquellas raíces que crecen en espiral dentro de la bolsa.

Seudoestacas y árboles a raíz desnuda

Para producir árboles en seudoestaca (Figura 8), la semilla se siembra directamente en bancales o eras de tierra bien preparada, de 100 cm de ancho. El distanciamiento utilizado va desde 10 X 30 cm a 15 X 15 cm entre posturas.



Figura 8. Producción de árboles de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en eras: a) arbolitos de 5,5 meses en bancal, b) seudoestacas almacenadas en trincheras listas para plantar.

Las plantas requieren de tres a cinco meses para alcanzar de 60 a 90 cm de altura y 10 a 20 mm de diámetro. Antes de ser llevadas al campo, el bancal debe remojar y los árboles se sacan con cuidado, utilizando palas o macanas. Para producir pseudoestacas el tallo se corta 10 a 20 cm sobre el cuello de la raíz y 15 a 20 cm abajo.

Para producir árboles a raíz desnuda, tanto el tallo como la raíz se mantienen intactos.

Al igual que en otras especies, existe evidencia de que es preferible utilizar raíz desnuda al principio de las lluvias, aprovechando el estado de latencia de las plántulas y las pseudoestacas una vez entrado el invierno.

Tanto las pseudoestacas como los árboles a raíz desnuda, deben ser empacados en grupos compactos, en sacos o recipientes que deben mantenerse húmedos y evitar el contacto directo de las raíces con el sol o el viento.

Propagación vegetativa

Tradicionalmente, este sistema es uno de los más usados en América Central, principalmente para el establecimiento de cercas vivas, sombra y soporte, producción agrícola y cultivo en callejones.

Las estacas pueden ser cortadas en cualquier época del año, pero es mejor hacerlo al final del verano, cuando el árbol está sin hojas y antes de la estación lluviosa (Salazar, 1988).

Para obtener éxito en el establecimiento de cercas vivas, los agricultores de Costa Rica recomiendan cortar las estacas en luna menguante; el fracaso en el establecimiento es atribuido al material cortado durante cuarto creciente (Barón *et al.*, 1987).

El material más apropiado para reproducción vegetativa es aquel que proviene de ramas maduras, con corteza color pardo verdusco, con diámetros de 4 a 12 cm en su punto más delgado, las cuales se obtienen de brotes de 18 a 24 meses de edad, sin importar la edad del árbol padre. Normalmente se hace un corte recto en la parte de la estaca que se pondrá en contacto con el suelo y un corte angular en la sección superior. Además, es importante la presencia de yemas visibles, libre de desgarramientos y golpes, sin rajaduras en los extremos, rectas, libres de nudos y evitar las estacas sobremaduras (Otárola *et al.*, 1985).

Para lograr una supervivencia alta, las estacas deben plantarse tan pronto como son cortadas. Sin embargo, se indica que pueden permanecer hasta 15 y 22 días bajo sombra, en un lugar fresco, antes de ser plantadas.

Para promover un enraizamiento mejor, se sugiere hacer incisiones verticales u horizontales en el extremo inferior de las estacas. Aunque el uso de hormonas se ha practicado poco en el área de América Central, por no considerarse necesario, debe indicarse que puede mejorar el enraizamiento. Otra práctica consiste en sumergir el corte basal por una hora, en soluciones de no más de 100 ppm de 2-4-D o 40 a 60 ppm de ácido naftaleno acético (NAA), quitando parte de la corteza (Kempnana y Chandrasekhaniah, 1959; Delizo y Fierro, 1974; Choudhuri, 1965; Glover, 1989).

Si es necesario transportar las estacas a largas distancias, es recomendable poner paja entre las mismas, para prevenir que la corteza se desgarre o se golpee.

El largo de las estacas es variable, de acuerdo con el uso que se persiga. Largos de 30 a 60 cm son utilizados para barreras o setos y en bancos de germoplasma; se usan estacas de 1,0 a 2,8 m para cercas vivas o como sombra y soporte. En áreas con precipitación pobre o errática, las estacas grandes (mayor de 1,0 m) tienen mejor supervivencia (Salazar, 1988; Glover, 1989).

Preparación del sitio para plantar

Es necesario un buen control de malezas antes de efectuar la plantación.

La preparación del terreno, para una plantación cuyo objetivo es la producción de leña, postes y/o madera, consiste primero en la eliminación de toda la vegetación existente, para evitar la competencia por agua, luz y nutrientes. Esta preparación se realiza un mes antes de la plantación, en el verano.

Luego de la chapea y quema inicial, se procede a marcar, utilizando cuerdas o varas con la distancia de plantación seleccionada, el punto de plantación se marca con macana, palas o con estacas. Después de la marcación se hacen los hoyos, su tamaño varía dependiendo del tipo de planta a utilizar.

De acuerdo con la experiencia del Proyecto Leña en Costa Rica, en la siembra directa se laborea el suelo en rodajas de 50 a 100 cm de diámetro, aproximadamente; después de remover el suelo, en el centro, se colocan dos semillas por golpe a 3 cm de profundidad (Costa Rica; DGF, 1984; Picado, 1986).

Para árboles en bolsa, a raíz desnuda o en pseudoestaca, se deben hacer hoyos de 30 x 30 x 30 cm. Las plantas son colocadas en los hoyos hasta el cuello de la raíz, apisonando bien la tierra a su alrededor.

Mantenimiento de la plantación

En el sistema de siembra directa, el control de malezas en los primeros meses es primordial, para lograr una buena germinación y un buen crecimiento.

Durante el período de establecimiento, en los dos primeros años, es recomendable realizar dos o tres chapeas, dependiendo del crecimiento de las malezas, con una o dos rodajeas, especialmente en el primer año (Alvarez, 1985). Una vez establecida la plantación, una o dos chapeas cada año son suficientes (Wiersum y Dirdjosoemarto, 1987).

El mantenimiento puede hacerse en forma manual, mecánica o química, dependiendo de las condiciones del sitio, tamaño de la plantación, espaciamento utilizado y mano de obra disponible.

Selección del espaciamento de plantación

El espaciamento utilizado en la plantación depende del objetivo de producción propuesto. En general, los espaciamentos menores se utilizan para mayor producción de biomasa, de menor dimensión y en el menor tiempo; los espaciamentos amplios se utilizan para producción de leña, postes para cerca, construcción, sombra de café y madera. En plantaciones para leña se han utilizado diferentes distancias de plantación, según el objetivo de la misma, desde 1,0 m x 1,0 m hasta 3,0 m x 3,0 m con varias combinaciones entre estos.

En experimentos realizados en Deazúcar, Nicaragua (Cuadro 2), donde fueron estudiadas distancias de plantación desde 1,5 X 2,0 m hasta 3,0 X 3,0 m, es decir, de 1111 a 3333 árboles por hectárea,

se encontró pequeñas diferencias, en el crecimiento diamétrico por eje, entre distancias de plantación, se observó también una pequeña ventaja de crecimiento en altura y diámetro, a los 32 meses y un mayor número de ejes para el mayor espaciamiento. Sin embargo, a nivel de área basal por árbol, a los 56 meses, estas diferencias tienden a desaparecer. Lo anterior parece sugerir que la especie requiere de al menos 3 m²/planta en los primeros años, para lograr un mayor desarrollo.

Yantasath, citado por Wiersum y Dirjosoemarto (1987), informa que en dos plantaciones de nueve y 24 meses, no hubo un efecto obvio sobre el crecimiento en altura, no así a los 56 meses, momento a partir del cual el crecimiento tiende a aumentar proporcionalmente al espacio de crecimiento disponible por planta.

Cuadro 2. Crecimiento de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, bajo diferentes espaciamientos en Deazúcar, Nicaragua.

Distancia (m x m)	7 meses		32 meses				56 meses			
	alt. (m)	alt. (m)	dap (cm)	Sup. (%)	Número ejes	alt. (m)	dap** (cm)	dcm (cm)	alt. (m)	Sup. (%)
1,5 x 2,0	1,2 A*	2,7 A	1,7 A	100	1,3	4,1 A	2,9 B	5,6	4,5	96
2,0 x 2,0	1,1 A	2,6 A	1,7 A	98	1,9	4,1 A	3,0 B	5,5	4,6	96
2,5 x 2,0	1,0 A	2,6 A	1,8 A	97	3,1	4,0 A	2,9 B	5,4	4,8	96
3,0 x 2,0	1,2 A	2,8 A	1,9 A	100	4,6	4,3 A	3,2 A	5,8	5,1	100

* Letras diferentes indican diferencias significativas al cinco por ciento. Prueba de Tukey

** Diámetro promedio de los ejes

dcm = diámetro cuadrático medio

Altitud 70 msnm; TMA 27,7°C; PMA 1131 mm; siete meses con déficit hídrico; bosque seco tropical; suelo Udic Haplustoll.

En Deazúcar, el número de ejes aumentó con el mayor espacio de crecimiento y disminuyó con la edad de la plantación. A los 19 meses de edad, el número de ejes varió de 2 a 7,2 ejes por planta (7000 a 11 500 ejes/ha) para espaciamientos de 1,5 X 2,0 m y 3,0 X 2,0 m, respectivamente. Sin embargo, a los 32 meses de edad, la variación fue de 1,3 a 4,5 ejes por planta (4200 a 7500 ejes/ha) para los mismos espaciamientos.

La Figura 9 ayuda a la interpretación de los resultados obtenidos en otro ensayo de espaciamento en Mateare, Nicaragua.

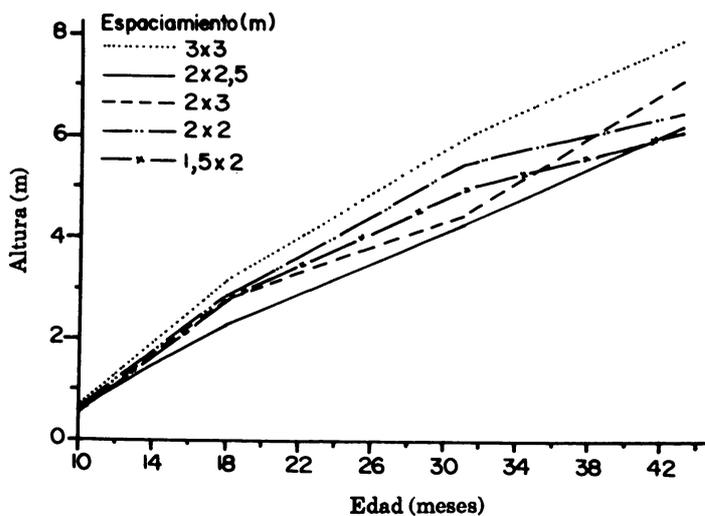
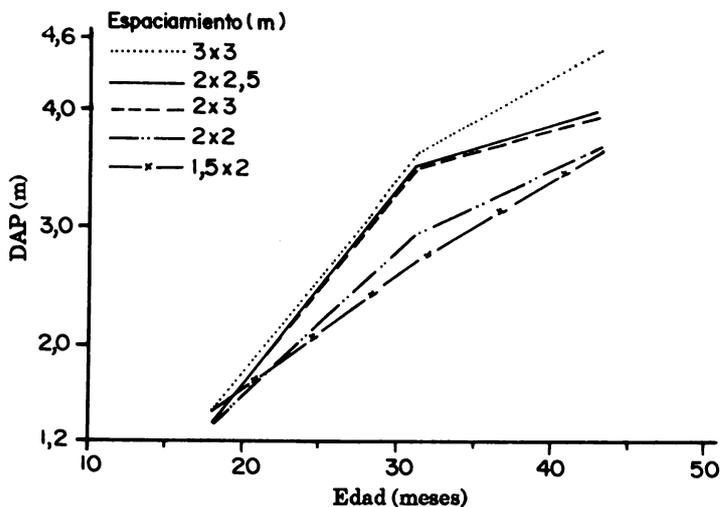


Figura 9. Crecimiento de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, bajo varias densidades de plantación en Mateare, León, Nicaragua.

En una plantación de seis años, en Indonesia, se observó una producción más alta de biomasa con un espaciamiento de 2,0 x 1,0 m que en uno de 4,0 x 1,0 m. En otro ensayo de producción de biomasa se obtuvo un incremento de 0,74 tm/ha con un espaciamiento de 4,0 x 0,5 m a 3,87 tm/ha, con un espaciamiento de 0,5 x 0,5 m. Estos datos de rendimiento confirman el hecho general de mayor rendimiento y menores diámetros para altas densidades y menores rendimientos, pero mayores diámetros para densidades bajas, dentro de ciertos ámbitos de edad de la plantación (Wiersum y Dirdjosoemarto, 1987).

En Costa Rica se ha plantado con un espaciamiento de 2,0 m en cerca y 2,0 X 2,0 m ó 2,0 X 1,0 m en plantación (Costa Rica; DGF, 1984). En el caso de plantaciones asociadas con pastos, para producción de forraje, se usa una distancia de siembra de 1,0 X 3,0 m. Si el asocio es con frutales se utiliza una distancia de 1,0 X 4,0 m (Hughes, 1985).

Para plantaciones en bloque, se pueden sugerir densidades de 4444 a 2500 árboles/ha, cuando el objetivo es máxima producción de biomasa, sin importar el diámetro de los rebrotes y densidades de 2500 a 1111 árboles/ha, cuando se desea obtener mayores diámetros en un tiempo corto.

Efecto del tipo de planta

La investigación silvícola, con ensayos de tipo de planta, está dirigida a comparar la supervivencia y el crecimiento inicial en el campo, e identificar los mejores tipos de material para propagar la especie.

En Deazúcar, Nicaragua, en una plantación a 2,0 x 2,0 m, con diferentes tipos de planta, no se encontraron diferencias importantes en cuanto al desarrollo en diámetro y altura, a tres edades diferentes de acuerdo con el tipo de planta; sin embargo, la supervivencia fue afectada por el tipo de material utilizado (Cuadro 3). La menor supervivencia se presentó en plántulas deshojadas y en pseudoestacas, mientras que el material en bolsa presentó altas tasas de supervivencia (CATIE, 1986).

Además del efecto del tipo de planta sobre la supervivencia, es importante considerar sus efectos sobre el número de ejes producidos por planta y por hectárea. En Honduras, con una distancia de plantación de 2,0 x 2,0 m se observó a los 21 meses de

edad, el menor número de ejes en plantas producidas por siembra directa y pseudoestacas (menos de dos ejes/planta) y el mayor número de ejes para la planta en bolsa entera, raíz desnuda y planta deshojada (dos o más ejes/planta). En Nicaragua, el menor número de ejes lo produjo la bolsa entera (3,5 ejes/planta) y el mayor, la planta deshojada con 4,8 ejes/planta. Aunque no existe una tendencia clara, sí se detecta un efecto del tipo de planta sobre el número de ejes.

Cuadro 3. Crecimiento de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, para varias edades, según tipo de plántula en Deazúcar, Nicaragua.

Tipo de plántula	7 meses		32 meses		54 meses		
	Superv. (%)	altura (m)	altura (m)	dap (cm)	Superv. (%)	altura (m)	dap (cm)
Completa en bolsa	100 A	0,9 A*	3,7 A	3,2 A	100	4,7	4,7
Deshojada en bolsa	88 A B	0,7 B	3,4 A	3,0 A	84	4,3	4,6
Tallo podado en bolsa	80 B	0,7 B	4,1 A	3,1 A	76	4,9	4,8
Raíz desnuda	24 C	0,6 B	3,2 A	2,9 A	76	5,7	5,2
Planta deshojada	24 C	0,6 B	3,0 A	3,0 A	56	4,2	5,1
Pseudoestaca	76 B	1,0 A	4,2 A	3,4 A	28	4,1	5,2

* Letras diferentes indican diferencias significativas. Prueba de Duncan $P < 0,05$

Altitud 70 msnm; TMA 27,7°C; PMA 1131 mm; siete meses con déficit hídrico; bosque seco tropical; suelo Udic Haplustoll

De acuerdo con estas experiencias, se sugiere la utilización de plántulas en bolsa o raíz desnuda, que han dado las supervivencias más altas.

Problemas con plagas y enfermedades

El Cuadro 4 presenta una lista de plagas y enfermedades comúnmente reportadas para *Gliricidia* (CATIE, 1991).

Insectos

En Honduras se han identificado varios gusanos, de los cuales el "gusano peludo" (1 a 8 cm) defolia los árboles, al igual que el "gusano cabezón", cuya larva de 2 a 5 cm pliega las hojas, tanto en vivero como en plantación. En viveros de Honduras, dos tipos de larvas lisas, de colores opacos (*Spodoptera* spp.) defolian el madreaje. Este problema se controla a nivel de vivero sólo en casos muy severos, con algún insecticida.

Uno de los problemas más comunes en viveros de América Central son las larvas de *Agrotis* spp., de 4 a 5 cm llamados "gusano cortador", "cuerudos" y "tierreros". Estas larvas cortan de noche las plántulas a nivel del suelo o a 1 y 2 cm y luego consumen el follaje, o bien, suben por el tallo y consumen el follaje, directamente. El combate de este cortador se hace mediante insecticidas granulados, aplicados durante la preparación de los bancales o eras y durante el crecimiento de la planta en caso necesario.

En Guatemala, un áfido o "pulgón" no identificado, ataca las plántulas en vivero y en plantación, succionando la savia del madreaje. También en este país, el "salivazo" o "baba de culebra" se ha encontrado atacando las flores, sin que esto tenga aún repercusiones importantes.

En Costa Rica, se ha identificado *Azeta versicolor*^{*}, del orden Lepidoptera, de la familia Noctuidae, cuyas larvas defolian el árbol en el campo, aprovechando cualquier "estrés" hídrico. Esta plaga es controlada biológicamente mediante un hongo que parasita y petrifica las larvas en el invierno.

Gutiérrez *et al.* (1990), mencionan el ataque de un barrenador del tallo, no identificado, en rebrotes de 14 meses de edad en Loma Larga, Los Santos, Panamá.

Animales

En América Central cada país tiene diferentes especies de "taltuzas" o "tuzas" a saber: *Orthogeomys hispidus* (Guatemala y Belice), *O. grandis* (Honduras), *O. matagalpae* (Honduras y Nicaragua), *O. heterodus*, *O. cherriei* y *O. underwoodi* (Costa Rica), *O. cavator* (Costa Rica y Panamá) y *O. dariensis* (Panamá).

* Comunicación personal, Ing. Yael's Camacho, Proyecto Arboles Fijadores de Nitrógeno. Turrialba, CATIE, noviembre 1990.

Cuadro 4. Insectos, animales vertebrados y patógenos que atacan a *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en América Central, según el tipo de ataque y el estado de desarrollo.

Plaga/ Enfermedad	Tipo daño causado	Edades	Intensidad del problema	Parte de la planta dañada
INSECTOS				
(Fam/Genero)				
<i>Erynnis sp.</i> (LEP., Sphingidae)	Defoliación	J,M	R	Follaje
<i>Hylesia lineata</i> (LEP., Saturniidae)	Defoliación	M	R	Follaje
<i>Spodoptera sp.</i> (LEP., Noctuidae)	Defoliación	J,M	R	Follaje
Gusano defoliador (LEP., Noctuidae)	Defoliación	J,M	R	Follaje
Gusano defoliador (LEP., Pyralidae)	Defoliación	J,M	R	Follaje
Gusano cabezón (LEP., Hesperidae)	Defoliación	J,M	R	Follaje
Gusano peludo (LEP., Arctiidae)	Defoliación	J,M	R	Follaje
Gusano peludo (LEP., Arctiidae)	Defoliación	J,M	R	Follaje
Pulgón (HOM., Aphididae)	Punci3n - Succi3n	V,J,M	R	Follaje
Salivazo (HOM., Cercopidae)	Punci3n - Succi3n	J,M	E	Follaje
<i>Azeta versicolor</i> * (LEP., Noctuidae)	Defoliaci3n	J,M	C	Follaje
ANIMALES VERTEBRADOS				
<i>Orthogeomys cherriei</i> (ROD., Geomyidae) (Taltuza)	Destrucci3n de raices	J,M	E	Raices
PATOGENOS				
<i>Colletotrichum sp.</i>	Necrosis	M	E	Follaje
<i>Cylindrocladium sp.</i>	Necrosis	M	E	Follaje
<i>Fusarium oxysporum</i>	Necrosis	M	E	Raiz Tallo Ramas
<i>Pestalotia sp.</i>	Necrosis	M	R	Follaje
<i>Phoma sp.</i>	Necrosis	M	R	Follaje

V= 6rboles en vivero

J= 6rboles de menos de tres a6os

M= 6rboles mayores de cuatro a6os

R= problema registrado, observado al menos una vez

E= problema espor6dico, que demanda esfuerzo de combate

C= problema cr3nico, casi siempre presente

* = Yael's Camacho. Comunicaci3n personal, (1990)

Fuente: CATIE, 1991.

Las taltuzas se alimentan de las raíces y tallos tiernos de *G. sepium*; el mayor daño es causado por el consumo de plantas y por la destrucción de raíces de árboles jóvenes, aunque las raíces de árboles grandes pueden ser totalmente roídas, lo que resulta en la caída y muerte del árbol.

El combate de las taltuzas se hace mediante la aplicación de cebos envenenados, los cuales se pueden hacer utilizando afrecho o granza de arroz, melaza y algún rodenticida.

Patógenos

Otro problema común en los viveros es la enfermedad del "damping off", producida por varias especies del parásito *Fusarium* spp., que habita en el suelo. Estos hongos afectan los tejidos del tallo y de las hojas, éstos tejidos se pudren observándose primero una coloración rojiza del tejido dañado u oscurecimiento de los tejidos internos del tallo arriba de la lesión. Estas enfermedades se favorecen con alta humedad y temperaturas entre 25 y 30 °C, por lo que el riego debe ser moderado, preferiblemente en horas de la mañana. Para prevenirlo, después del trasplante se aplica una dosis de Terrazán* (pentaclorodi-nitrobenceno), de 30 a 40 g/m² con una concentración del 75 por ciento (Salazar, 1988).

La *Pestalotia* spp. o "herrumbre del ciprés" es otro parásito que ataca al madreado. Su ataque se da aprovechando condiciones de "estrés" de los árboles, acentuándose en la época seca. Los síntomas son pequeños puntos negros que rodean el tejido clorótico, ligeramente oscuros, necrosis que avanza hacia adentro del árbol.

Arboles para sombra y soporte

Gliricidia, además de conservar y mejorar el suelo, posee una copa ancha, de follaje fino, lo cual permite que la luz se filtre, por lo tanto, pueda ser utilizada como sombra transitoria o permanente en cacaotales, cafetales y té, o como soporte vivo para vainilla, pimienta negra y ñame (Mora, 1983; Skoupy y Vaclav, 1976; Vera, 1987).

* El uso de nombres comerciales no implica recomendación alguna por parte del CATIE.

En el Caribe, *G. sepium* es una de las especies más utilizadas como soporte de cultivos de ñame (*Dioscorea* spp.), maracuyá (*Passiflora edulis*), pimienta negra (*Piper nigrum*) y vainilla (*Vainilla planiflora*) (Ford, 1987).

Se menciona que esta especie, ofrece beneficios tales como: sombra beneficiosa para el cultivo, protección al suelo y mejor drenaje por sus raíces y hojarasca, disminución de la erosión y conservación de la humedad en climas secos, reducción de las altas temperaturas que destruyen la materia orgánica, protección contra el viento, abono verde proveniente de la hojarasca y del desrrame, lo que aumenta el humus, mayor aereación del subsuelo, incremento del contenido de nitrógeno cuando se usan leguminosas, control de malas hierbas con la sombra (Liyanage, 1987; Holland, 1931).

Establecimiento

Para sombra o para soporte, *G. sepium* puede establecerse a partir de semillas o estacas, aunque estas últimas son preferidas por su facilidad y su crecimiento rápido.

Como sombra, puede plantarse sola o mezclada con árboles mayores como cedro o gravilea. El espaciamiento utilizado para sombra varía de 5,0 X 5,0 m hasta 10,0 X 10,0 m y la frecuencia de poda es entre una y tres veces en el año, para incorporar el material verde al suelo. En espaciamientos de 5,0 X 5,0 m en Sri Lanka, se reportan en un período de cinco años, rendimientos de 8753 kg de materia verde/ha/año.

En Costa Rica se utiliza como soporte vivo en estacas de 1,0 a 2,5 m con diámetros de 5,0 a 10,0 cm, provenientes de rebrotes de más de 24 meses. El espaciamiento promedio utilizado es de 2,5 X 2,5 m (1600 estacas/ha). Primero son plantadas las estacas y cuatro a seis meses después se plantan los esquejes o acodos de la pimienta (Meléndez, 1990)*. Algunas personas indican que debido a que *Gliricidia* pierde su capacidad de rebrote, luego de ocho a 12 años, cuando la pimienta está en su máxima producción, su uso en este cultivo debe limitarse a los primeros años, luego de los cuales deben sustituirse por postes más duraderos o permanentes.

* Comunicación personal, ing. Luis Meléndez, Proyecto GTZ, Turrialba, CATIE, octubre 1990.

Manejo

Sombra alta y sombra baja. Una práctica que puede adaptarse de Sri Lanka, es la utilización de árboles altos para sombra sin manejo, los que pueden dar madera como cedro (*Cedrela odorata*), gravilea (*Grevillea robusta*), espaciados de siete a 15 m y una sombra baja de *Gliricidia* o *Leucaena*, manejada como abono verde. Esta combinación de sombra es ventajosa pues disminuye el riesgo de plagas y enfermedades; además, las raíces de los árboles de sombra no compiten, ya que llegan a diferentes profundidades.

Utilizada como sombra alta (Figura 10), no es necesario podarla, aprovechando los árboles para madera de pisos, tornería, postes, leña y otros productos pequeños (Salazar, 1984).

Bajo el sistema de sombra alta, los árboles pueden ser cosechados cuando se practica la renovación del cafetal o antes. Su alta capacidad de rebrote y el rápido crecimiento permiten utilizarlos como sombra del nuevo cafetal. En Costa Rica, se observó que tres meses después de haber cosechado los árboles, los tocones presentaban un promedio de 30 rebrotes, con una altura media de 1,5 m (Salazar, 1984).



Figura 10. Árboles de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, como sombra para café en Alajuela, Costa Rica.

En zonas muy secas, para evitar que el árbol de sombra compita por agua con el cultivo, es necesario podarlo y dejar el material como "mulch".

Bajo el sistema de sombra baja, es decir, con podas, los árboles de sombra de *G. sepium* deben reponerse entre los ocho y 12 años.

Como soporte, Alconero *et al.* (1973), encontraron que soportes de *G. sepium* de un año, con vainilla, podados a un tercio de la altura una vez al año, dieron mejores resultados que la poda a 1,83 m de altura. *Gliricidia* es un buen soporte para vainilla, la pérdida de sus hojas en el verano induce a la floración de la vainilla. Al igual que para otros cultivos con sombra, este mismo autor sugiere plantar una sombra temporal como bananos (*Musa spp.*) para dar sombra a la vainilla mientras crece la *Gliricidia*.

Estimación del rendimiento por árbol

Salazar (1984), en Alajuela, Costa Rica, en el bosque húmedo tropical a 950 msnm, con 1908 mm de precipitación, al cosechar árboles de 30 años, espaciados 5,5 X 5,5 m observó un diámetro de 26 cm y una altura total de 16,4 m. La cosecha de 17 árboles dio un peso promedio total de 312,5 kg/árbol, distribuidos así: 84% en el fuste, 14% en las ramas y 2% en el follaje. En términos de leña apilada, el rendimiento promedio por árbol, fue de 1,2 metros estéreos (mst) por árbol, lo que equivale a 396 mst/ha para una densidad de 330 árboles/ha. La siguiente ecuación permite estimar el peso total de árboles manejados como sombra alta:

$$\begin{aligned} Y &= -611,09 + 35,60 * dap & (1) \\ R^2 &= 87 \% \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned} Y &= \text{peso seco en kg/árbol} \\ dap &= \text{diámetro a 1,3 m en mm} \end{aligned}$$

Producción de forraje

G. sepium es usada extensivamente en los trópicos como una planta para ramoneo y fuente de forraje. Es utilizada como alimento para rumiantes, sin embargo, es tóxica para la mayoría de los no rumiantes (Ford, 1987). (Figura 11).



Figura 11. Bancos de forraje de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, establecidos en potreros para la alimentación de ganado.

Para producir forraje se puede utilizar material proveniente de cercas vivas, setos densos o a través de grupos de árboles plantados en los potreros como bancos de forraje, los cuales se establecen utilizando semilla o estacas.

El Programa de Pequeños Rumiantes del Centro Internacional de Ganadería para Africa (ILCA), practica el establecimiento de árboles por semilla, en sus programas de pastoreo, debido a la facilidad de transporte y a que los árboles de semilla desarrollan un sistema radical más fuerte y profundo y puede adaptarse mejor al pastoreo de conejos (Sumberg, 1985).

El Area de Ganadería Tropical del Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE), en su investigación sobre manejo agronómico de árboles, ha ensayado diferentes métodos de establecimiento de árboles leguminosos, con el objetivo de evaluar la producción y sostenibilidad en condiciones de banco de proteína. En el trópico húmedo bajo de Costa Rica, se probaron diferentes tamaños de estaca con y sin descortezado longitudinal de 2 cm, plantando las estacas acostadas en surcos separados 80 cm.

Los resultados preliminares indican que *Erythrina berteroana* produjo mayor follaje (cosechado 10 cm sobre el suelo cada cuatro meses) 3662 ± 871 Kg contra 1406 ± 871 en el caso de *G. sepium*. Esta última especie aumentó su rendimiento cuando fue descortezada en un 93% para las estacas enteras, que dieron los mejores resultados.

Oakes y Skou (1962), estudiaron la productividad y contenido de proteínas, las calidades de ensilaje y la persistencia de *Albizia lebbek*, *Cajanus cajan*, *Delonix regi*, *G. sepium* y *L. leucocephala*, en Santa Cruz, Puerto Rico, en suelos arcillosos, pesados y con pH de 6,8 a 7,5. A los cuatro años de edad *G. sepium* produjo 14,85 tm/acre de materia verde y 6,63 tm/acre de materia seca, superando significativamente las otras especies. *Gliricidia* fue cosechada 12 veces en 48 meses, o sea cada 120 días, iniciando a los cinco meses y a una altura de corte de 5 cm del suelo. *Gliricidia* mostró una disminución general del rendimiento cada año, debido a la variación de la precipitación, exhibiendo mayor incremento en los períodos secos que en los lluviosos. La proteína cruda promedio de cuatro años también fue superior a las otras especies, con un promedio de 1502 kg/ha/año. La formación de tocones gruesos, de siete a 15 cm a los cuatro años, afectó la maquinaria utilizada para cosechar.

La producción de forraje se optimiza al cosechar cada tres meses. Pero es conveniente que durante los primeros dos o tres años después del establecimiento, las plantas sean cosechadas sólo una o dos veces, para asegurar el buen desarrollo de la planta (Wiersum y Dirdjosoemarto, 1987).

Otra fuente de forraje la constituyen las cercas vivas; el Cuadro 5 muestra la producción anual de biomasa total y comestible a partir de cercas vivas de *G. sepium* a diferentes frecuencias de poda en el trópico húmedo de Costa Rica.

Si se desea conocer el rendimiento del follaje de ramas, Sumberg (1985), desarrolló la ecuación 2 para estimar el rendimiento del follaje, en función del diámetro de la rama (dR) así:

$$\begin{aligned} \text{FF} &= -57,67 + 1,23 * \text{dR} & (2) \\ \text{DS} &= 26,19 \text{ g} \\ \text{R}^2 &= 61\% \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned} \text{dR} &= \text{diámetro basal de la rama en cm} \\ \text{FF} &= \text{producción de follaje por rama en g} \\ \text{DS} &= \text{desviación estándar} \end{aligned}$$

Cuadro 5. Producción anual de biomasa (Kg materia seca/Km) procedente de cercas vivas de *Erythrina berteroana* y *Gliricidia sepium*, con diferentes frecuencias de poda en el trópico húmedo bajo de Costa Rica.

Intervalo de poda (meses)	Biomasa comestible	Biomasa total
	<i>E. berteroana</i>	
2	1058 - 2168	1058 - 2168
4	1769 - 3976	3132 - 6201
6	1435 - 4218	3189 - 8273
	<i>G. sepium</i>	
2	139 - 1244	139 - 1244
4	1001 - 5580	1581 - 7771
6	335 - 3546	589 - 7483

Nota: Los resultados son ámbitos de cuatro sitios de investigación.

Fuente: CATIE (1987) citado por Pezo *et al.* (1990).

Consumo y valor nutritivo

Como alimento fresco Chadhokar y Sivasupiramaniam (1983), encontraron que las vaquillas prefirieron *Gliricidia*, variando el consumo con la edad, desde 2,4 a 2,47 kg/100 kg de peso vivo; que no hubo efectos negativos y que desde el punto de vista económico, el costo de las raciones de *Gliricidia* es más barato.

Para gallinas ponedoras, al utilizar una ración de harina de maíz blanco con 4,5% de harina de *Gliricidia* secada al sol, se logró; un resultado similar al uso de 100% de alfalfa, en lo que respecta a pigmentación, producción y peso de huevos, suministrada a una etapa temprana (Montilla *et al.*, 1974).

Benavides (1983), citado por Mendieta (1989), en un estudio de especies arbóreas para alimentación de pequeños rumiantes, encontró que el follaje tiene un alto contenido de proteína cruda, más del doble en relación con pastos y 30% más que el concentrado comercial. *G. sepium* mostró porcentajes promedios de materia seca (MS) de 26%, un 25% de proteína cruda y valores de energía metabolizable de 2,23 Mcal/kg MS. los cuales resultaron mayores que los de *Erythrina poeppigiana*, *E. berteroana* y otros residuos agrícolas.

En términos de digestibilidad, composición química y consumo, *Gliricidia* fue superior a *Leucaena leucocephala* y *Guazuma ulmifolia* (Cuadro 7), cuando se usó con cabritos y ganado de doble propósito, otros ensayos en CATIE han detectado problemas de palatabilidad en rumiantes, por lo que este aspecto debe investigarse más (Figura 12).

El Cuadro 6 muestra las diferentes porciones del fraccionamiento de nitrógeno para la biomasa comestible de *G. sepium* y *E. poeppigiana* y el Cuadro 7, muestra la composición química y la digestibilidad *in vitro* de materia seca y el consumo *ad libitum* de tres especies forrageras. En general, los forrajes mostraron mayores valores de degradabilidad con la técnica de digestión *in vitro* de materia seca. Esto sugiere la existencia de algunos factores anticualitativos especialmente en las hojas más maduras. En todas las porciones, más del 75% de la fracción soluble está representada por el nitrógeno no proteico.



Figura 12. Alimentación de cabras estabuladas, con *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en Turrialba, Costa Rica.

Cuadro 6. Fraccionamiento del nitrógeno en diferentes porciones de la biomasa comestible de *G. sepium* y *E. poeppigiana*, cosechadas a intervalos de tres y cinco meses.

Fracción	<i>G. sepium</i>		<i>E. poeppigiana</i>	
	3 meses	5 meses	3 meses	5 meses
Proteína cruda PC (%)				
Hojas	23,8	26,9	26,0	30,3
Peciolos	11,9	12,5	9,3	10,4
Tallos tiernos	20,7	18,9	17,8	22,4
Degradabilidad ruminal de N (%)				
Hojas	79,3	76,7	67,2	61,8
Peciolos	80,1	77,2	78,8	78,3
Tallos tiernos	86,8	81,4	83,9	89,7
Solubilidad PC (%)				
Hojas	23,6	37,8	26,3	24,4
Peciolos	43,7	54,2	47,0	54,8
Tallos tiernos	63,7	70,7	67,2	60,2
Nitrógeno no Proteico (% PC soluble)				
Hojas	82,8	77,6	87,5	76,6
Peciolos	82,0	78,8	80,4	80,2
Tallos tiernos	91,9	85,5	93,4	89,7
NIDA (% N total)				
Hojas	42,1	44,6	23,1	33,0
Peciolos	33,6	32,0	32,3	38,5
Tallos tiernos	14,5	10,6	11,2	13,4

NIDA nitrógeno soluble en detergente ácido.

Fuente: Espinoza (1984), citado por Pezo *et al.*, (1990).

Cuadro 7. Composición química, digestibilidad *in vitro* de materia seca DIVMS y consumo voluntario de *Leucaena leucocephala*, *Gliricidia sepium* y *Guazuma ulmifolia*.

	<i>Leucaena</i>	<i>Gliricidia</i>	<i>Guazuma</i>
PC (%)	25,0	25,8	14,7
CPC (%)	47,8	43,5	49,5
FDA (%)	28,2	26,2	31,4
NIDA (% del N total)	7,4	10,7	25,2
DIVMS (%)	47,8	50,4	43,0
MS consumo (% peso vivo)	0,512 c	0,868 a	0,709 b

PC = proteína cruda

CPC = constituyentes de pared celular

FDA = fibra detergente ácido

MS = materia seca

Medias con la misma letra no son diferentes estadísticamente ($P \leq 0,05$).

Fuente: Vargas y Elvina (1987), citados por Pezo *et al* (1990), Consumo *ad libitum* obtenido en dos vacas después del ordeño matutino.

Ensilaje

En zonas con sequías prolongadas, el ensilaje es una alternativa que se puede utilizar. En Filipinas, Ortigas (1956), encontró que un ensilaje compuesto de dos tercios de maíz y uno de hojas de *Gliricidia* fue el preferido por las vacas, con consumos de 9,4 a 25,8 kg diarios. El rendimiento del ensilaje respecto al forraje fresco fue del 72%.

Para bajar las concentraciones de ácido butírico a contenidos del 0,04%, es recomendable adicionar melasa de caña de azúcar de 2 a 10% (peso/peso) (CATIE, documento sin publicar; citado por Pezo *et al.*, (1990).

Utilización en cercas vivas

Dentro de las técnicas agroforestales de uso tradicional en el trópico, las cercas vivas ocupan un lugar destacado. Aunque el tamaño de la finca o el uso de la tierra pueden limitar el establecimiento de rodales compactos, las necesidades de delimitación, protección al ganado, al suelo, cultivo o pastos, producción de leña, forraje, miel y otros beneficios, han conducido a la utilización de árboles en las cercas, con clara ventaja sobre las cercas con postes muertos (Otárola *et al.*, 1985).

Tomando en cuenta lo anterior, el uso de esta especie en cercas vivas, es una alternativa no sólo para las fincas pequeñas, en donde no existen condiciones para dedicar parte de la finca a la plantación de árboles en bloques, sino en fincas grandes donde se ahorra mucho por renovación de cercas.

El empleo de esta especie como árbol para cerca viva, es muy común en toda el área centroamericana, donde se han encontrado cercas vivas de más de 30 años de establecidas.

Establecimiento

Los sistemas de establecimiento y manejo de cercas vivas de *G. sepium*, varían según la zona, el interés del agricultor y la disponibilidad del material para plantación.

El establecimiento de cercas vivas se hace generalmente, utilizando estacas cuya longitud varía de 1,5 a 3,0 m de largo, para que el ganado no dañe los retoños, con diámetros en la base que van de cinco a 12 cm.

Las ramas para producción de estacas deben cortarse a nivel del fuste y luego prepararse para la plantación. El corte de la base puede ser recto o en "chaflán" (inclinado) y en lo posible de un solo golpe de machete, tratando de producir poco daño en la corteza. El corte apical se hace también en forma de "chaflán" para facilitar el escurrimiento del agua. Se desecha el material torcido o nudoso; se evitan estacas sobremaduras (con duramen rojizo) por la dificultad de prendimiento. La época para obtener las estacas es generalmente el período de sequía y deben plantarse de preferencia el mismo día de su preparación. Si hay necesidad de almacenarlas, se guardan bajo la sombra de árboles. En zonas muy secas o en sitios donde no se dispone de estacas, se utilizan plántulas provenientes de vivero para la formación de las cercas vivas.



Figura 13. Cerca viva de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en La Lima, Honduras.

En Guatemala, se han establecido cercas vivas con plántulas de semilla producidas en bolsa. El establecimiento a partir de plantas de vivero es posible si no se ven sometidas a influencias externas como ramoneo (CATIE, 1986).

Para el establecimiento de cercas nuevas es indispensable la limpieza del terreno en franjas de 2 a 3 m de ancho, ya sea en forma manual con machete o con uso de herbicidas. Una vez limpio el terreno, se traza la línea donde se establecerá la cerca. Los hoyos de 20 cm de diámetro y de 25 a 30 cm de profundidad, se abren en forma manual. Las estacas son colocadas en el centro del hoyo y deben apisonarse bien para evitar bolsas de aire.

La distancia que se utiliza varía entre 0,5 a 10 m, según el tipo de terreno y el uso deseado. Primero se colocan postes gruesos de 2 a 3 m de altura y de 20 a 30 cm de diámetro, llamados "templadores" y un "pie de amigo", para poder colocar el alambre en ellos, mientras que las estacas prenden, retoñan y se establecen. Los postes "templadores" se dejan hasta que la cerca se establece definitivamente (Otárola *et al.*, 1985).

Mantenimiento

El mantenimiento que se brinda a una cerca viva, es con el fin de darle forma y obtener el tipo de sombra, leña o forraje requerido; controlar el ataque de epífitas, obtener más estacas y cambiar el alambre (Vera, 1987).

En el trópico, es conveniente mantener un control de las malezas en una franja de 2 a 3 m de ancho, para evitar la contaminación de los pastos y cultivos con malezas y restringir el peligro de incendios. Una vez que la cerca se haya consolidado, la limpieza puede restringirse a una sola chapea por año (Otárola *et al.*, 1985).

El trasplante de estacas arraigadas puede resultar una técnica bastante eficaz para la reposición de unidades muertas en el campo, por otras de la misma edad, mantenidas en un almacigo de reserva (Baggio, 1982).

Manejo

Las técnicas de manejo de cercas vivas, están relacionadas principalmente con distancias entre postes, época de corta (final de la época seca), usos (postes, forraje, leña) y la poda de copa total o selectiva, una vez iniciado el manejo de la misma (Picado y Salazar, 1984).

Durante los primeros años, se debe aplicar la poda de formación, antes de comenzar la poda de producción, que se inicia después de los cinco años. En la poda de producción no sólo se produce forraje y leña, sino principalmente, postes vivos para nuevas cercas (Otárola *et al.*, 1985)

La poda de producción puede ser total, en la que se eliminan todos los rebrotes, normalmente en la época seca. El corte de las ramas se hace de abajo hacia arriba, lo más pegado al tronco, sin dejar tocones que cicatrizan difícilmente y son un foco de posible infección.

En la poda selectiva, se dejan los brotes mejor formados para no entresacar demasiado el árbol y para aprovechamiento posterior.

En cercas vivas se tienen varias opciones de frecuencia de podas de los rebrotes: cortes sucesivos cada dos o tres meses para

forraje o cortes cada uno, dos o tres años para sacar nuevo material para cercas, leña o varas para sostén de hortalizas. Una última alternativa es no podar del todo la cerca, únicamente cuando se necesita material.

En sitios muy húmedos donde hay problemas con el viento, la poda es recomendable para proteger los postes del volcamiento (Baggio y Heuvelodp, 1982).

Rendimientos

La edad de los rebrotes y la distancia de plantación son determinantes en la producción de biomasa, siendo mayor a mayor edad y a menor espaciamiento.

En un aprovechamiento realizado en cercas vivas con rebrotes de dos años en Alajuela, Costa Rica, se obtuvo 12,5 tm/km de biomasa secada al horno (80 °C), de los cuales el 94% se utilizó como leña y el resto era follaje. En otro aprovechamiento en San Ramón, Costa Rica, de rebrotes de dos años se obtuvo una producción de 3600 postes/km (2,5 m de longitud y 3,6 cm de diámetro inferior). Aunque en estos casos no se dispone de datos de rendimiento para cortes sucesivos, hay indicación de que la producción de leña varía con la frecuencia de corte. Así por ejemplo en San Carlos, Costa Rica, se obtuvo una producción de 0,7 tm/km (peso seco) con cortes cada tres meses, mientras que para un solo corte, a los seis meses la producción fue de 2,8 tm/km, lo que indica que la especie necesita más de tres meses para producir ramas lignificadas que puedan utilizarse como leña. En Honduras, en cercas de ocho años, se han obtenido producciones de 13,8 tm/km (peso seco) de leña, más 1580 postes, usando frecuencias de corte entre 19 y 24 meses (CATIE, 1986).

También, en la región de San Carlos, Costa Rica, se encontró una producción de 4,0 tm/km de biomasa seca total y 2,3 tm/km de leña a los seis meses. A los nueve meses, la producción de biomasa fue de 5,3 y 4,2 tm/km. En otras regiones de Alajuela, Costa Rica, se evaluó la producción de biomasa y de leña en dos cercas vivas, donde se encontró que a los dos años de edad, la producción de leña seca fue de 6,3 tm/km/año, en cercas con 666 postes/km. En términos de volumen, el rendimiento de la leña apilada por km fue de 48 m³/km/año.

De acuerdo con estudios realizados, el consumo de leña promedio por familia (6,3 miembros) es de 6,7 tm/año, lo que implica que la producción de leña por km de cerca puede suplir las necesidades promedio de 1,9 familias (Picado y Salazar, 1984).

Otárola *et al.* (1985), reportan rendimientos totales de 9,2 a 61,3 tm/km en cercas de dos años, con rebrotes de nueve meses y de cercas de ocho años con rebrotes de 19 meses, donde la producción de leña representó el 69 y 44%, respectivamente. La cerca de ocho años produjo 1580 postes/km, 26,8 tm/km de leña y 13,5 tm/km (peso verde) de forraje; un 38 % más que una cerca sin manejo de edad similar.

Como cultivo en callejones

El cultivo en callejones o en hileras, es un sistema en el que se siembran plantas alimenticias (maíz, frijoles, etc.) entre setos de plantas perennes leñosas. Los setos se recortan en el momento de la siembra y se mantienen podados hasta que se cosechan las plantas, para evitar que den sombra y para reducir la competencia con los cultivos.

La *Gliricidia*, utilizada en setos en contorno en laderas, así como en hileras en terrenos planos, ha demostrado ser un método barato y eficaz para controlar la erosión del suelo, mejorar su estructura y aumentar el rendimiento de los cultivos (AID, 1987).

El abono verde ofrece muchas ventajas al cultivo y está dirigido a conservar e incrementar la fertilidad del suelo. En Sri Lanka se utiliza esta práctica en plantaciones de té, hule y coco.

Joachin (1931), resume las ventajas del cultivo y la incorporación de abonos verdes en:

- 1) Incremento de la materia orgánica, especialmente el contenido de humus del suelo.
- 2) Incremento del contenido de nitrógeno del suelo.
- 3) Conservación del suelo, de su fertilidad y mejora de sus condiciones físicas. El cultivo de abonos verdes como *Gliricidia* bajo plantaciones de té, mejora la aereación y el drenaje del suelo, penetrando mejor las raíces del cultivo principal.

- 4) Economía en el costo de deshierbas.
- 5) Utilización del material como fuente de alimento. Es decir, parte del follaje puede reservarse para alimento de animales.
- 6) Para la conservación de la humedad del suelo. Aunque en el período de establecimiento del cultivo como abono verde, la pérdida de humedad puede ser mayor, una vez establecido ocurre lo contrario.

Establecimiento

En terrenos inclinados, el espaciamiento entre setos suele ser de 2 a 5 m, según la inclinación del terreno y los cultivos que se estén intercalando (a mayor pendiente, menor distancia entre setos). En terrenos planos son adecuados distanciamientos entre 3 y 5 m para permitir el uso de tractores.

Cada seto está constituido por varias hileras, donde el espacio entre plantas varía de 2,5 a 100 cm entre plantas y de 10 a 30 cm entre hileras dobles de un mismo seto. En términos generales, el espaciamiento entre plantas es mayor a mayor pendiente del terreno, para protección de la erosión y menor para mayor producción de abono.

Para el establecimiento de los setos vivos se pueden utilizar estacas de 2 a 3 cm de diámetro, o siembra directa, que es el método más fácil y barato para establecer la *Gliricidia*. La siembra directa simultánea, con una planta alimenticia por ejemplo maíz, puede ser beneficioso en el posterior mantenimiento (AID, 1987).

En suelos pobres, la aplicación de nitrógeno favorece el crecimiento inicial de leguminosas incluida la *Gliricidia*, por lo que se recomienda aplicarlo como abono verde, estiércol o abono químico. El fósforo también acelera el crecimiento de raíces y la inoculación del terreno puede ayudar.

Manejo

El manejo de los setos vivos diferirè mucho, dependiendo si está creciendo o no el cultivo alimenticio en ese momento (Figura 14).



Figura 14. Hileras de *Gliricida sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, listas para podar e incorporar el follaje antes de cultivar maíz (*Zea mays* L.) en Turrialba, Costa Rica.

Mientras el cultivo crece, la *Gliricidia* se debe podar cada cinco o seis semanas, de tal forma que se elimine la sombra sobre el cultivo alimenticio. Conforme el cultivo madura la frecuencia de poda disminuye.

La altura de la poda puede variar entre 25 y 100 cm, procurando no podar demasiado bajo o muy seguido, para no provocar muerte de los tejidos del seto. Según el IITA (1985), citado por AID (1987), con un cuchillo largo y filoso se puede podar una hectárea de setos en una hora.

Cuando el cultivo no esta creciendo, la frecuencia de poda dependerá del tipo de producto que se desee obtener; más frecuente para forraje y menos frecuente para leña. Asimismo, periodos largos sin poda disminuirán el crecimiento de malas hierbas en las calles o franjas a cultivar (Araya, 1987).

En el caso de árboles para abono verde, conforme el árbol crece, el contenido de nitrógeno y cenizas varía. La época de floración parece el mejor momento para cortar e incorporar el abono

al suelo, porque es cuando tiene los mayores contenidos de nutrientes. La facilidad de descomposición del abono verde decae con la edad y se recomienda podar o incorporar la *Gliricidia* con edades máximas de tres a cinco meses.

Dado que las hojas y los tallos tiernos de las ramas de las podas, tienen los mayores contenidos de nitrógeno, se recomienda incorporar sólo material delgado, quemando las ramas gruesas e incorporando sus cenizas después (Mendieta, 1989).

El abono verde se descompone mejor en suelos con 15 a 20% de humedad, así el mejor período para incorporar el abono verde parece ser al final de las lluvias, cuando las condiciones climáticas no demandan competencia por humedad con el cultivo. En zonas muy secas, el rebrote se deja sobre el suelo para conservar la humedad y en zonas húmedas se incorpora. Una práctica importante es la renovación del cultivo verde, una vez que decae su rendimiento.

Rendimientos

En Nigeria, sobre suelos Alfisol y con 1250 mm de precipitación media anual, el primer corte de setos de *Gliricidia*, después de dos años, plantados a 0,5 x 4,0 m, aportó el 71% del nitrógeno total requerido por el cultivo de maíz, comparado con el 26% aportado por *Flemingia congesta* y 77% por *Cassia siamea*. El 26% de nitrógeno faltante es posible suplirlo con la segunda poda del seto, 66 días después de plantado el maíz, aunque puede requerirse de suplementación adicional de nitrógeno (Yamoah y Nilson, 1986; Yamoah *et al.*, 1986) (Cuadro 8).

La densidad de los setos afecta el rendimiento del mismo. Sumberg (1986), encontró que para cuatro cortes por año, efectuados a 0,50 cm de altura, el rendimiento mayor en materia seca para abono verde se obtiene con densidades de 9,7 árboles/m (árboles cada 8 cm, 24 250 arb/ha). La relación entre el rendimiento del abono verde y la densidad fue descrita satisfactoriamente por la ecuación siguiente:

$$\begin{aligned} 1/Y &= 0,0132 + 0,0041 N_{\text{actual}} & (3) \\ R^2 &= 0,95 \end{aligned}$$

donde:

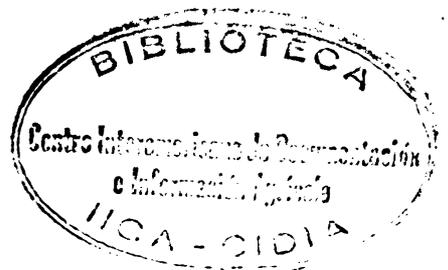
$$\begin{aligned} Y &= \text{kg/árbol} \\ N_{\text{actual}} &= \text{árboles/ha plantados en línea} \end{aligned}$$

Cuadro 8. Rendimientos en materia seca (MS) y su contribución en N, P y K, de un cultivo en callejones de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, con dos cosechas de maíz en Nigeria. (cortes dos años luego de plantado).

Podas	MS		N		P		K	
	kg/ha		kg/ha	%	kg/ha	%	kg/ha	%
Hojarasca	1263		23	1,81	2,0	0,17	7	0,57
1er Poda	3120		126	4,04	8,0	0,24	86	2,76
2da Poda	2667		119	4,49	7,0	0,27	75	2,83
3er Poda	3217		144	4,47	8,9	0,27	92	2,86
4ta Poda	1811		88	4,85	5,0	0,27	52	2,86

MS = materia seca
 N = nitrógeno
 P = fósforo
 K = potasio

Fuente: Yamoah *et al.*, (1986).





***Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers de 3 meses de edad, en combinación con maíz, en Nandayure, Costa Rica.**

3. PRODUCCION

Desde 1980, el Proyecto Leña y luego Madeleña han establecido ensayos y parcelas de G. sepium desde Guatemala hasta Panamá. La especie se ha adaptado bien a sitios con elevaciones que van desde el nivel del mar hasta los 1100 m de altitud, con temperaturas medias anuales de 21 a 29 ° C, así como precipitaciones medias anuales de 470 a 3100 mm, sobre suelos Mollisols, Alfisols, Inceptisols, Vertisols y Entisols.

La calidad de sitio, definida como la altura dominante a los 48 meses de edad (cuatro años), varía desde 1,9 m en los sitios más pobres hasta 10,1 m en los mejores sitios.

Al igual que L. leucocephala, Gliricidia prefiere suelos más pesados (mayor contenido de arcillas) y crece mejor con mayor contenido de materia orgánica en el suelo.

Un sitio pobre (IS = 3 m a los cuatro años) produce 3,9 m²/ha de área basal, ó 8,8 tm/ha de peso seco y un sitio bueno (IS = 7 m) produce 9,1 m²/ha de área basal ó 19,4 tm/ha de peso seco, lo anterior para una edad de cuatro años y una densidad inicial de 2500 árboles/ha.

Al igual que en plantaciones puras, en el manejo de rebrotes no es necesario la selección de los mismos, debido a que los mejores resultados se han obtenido para los tratamientos con todos los rebrotes, con una rotación de cosecha alrededor de los tres años.

Aunque para el bosque natural aún no se cuenta con tablas confiables de rendimiento, estas áreas producen hasta 11 tm/ha de peso seco de leña a los cuatro años de edad.

Considerando que las áreas de regeneración natural tienen un enorme potencial, debido a su expansión rápida y de bajo costo, es recomendable continuar la investigación sobre el manejo, el crecimiento y el rendimiento de estas áreas.

Crecimiento de la especie en América Central

El crecimiento y la producción que ha mostrado *G. sepium* en América Central ha sido variada, dependiendo de los factores edáficos, climáticos, topográficos y del manejo recibido en los sitios donde se ha plantado.

El Cuadro 9 presenta datos de parcelas y ensayos, tanto en plantación como en bosque natural, establecidos por el Proyecto Leña y Madeleña, que hasta principios de 1990, fueron incorporados al Sistema de Manejo de Información de Recursos Arbóreos (MIRA). Se incluye la descripción de las características de clima y suelos de sitios distribuidos en los seis países de América Central, con edades mayores a 12 meses y supervivencias de más del 50 %.

Modelos para predecir el crecimiento y rendimiento en plantaciones

El crecimiento y rendimiento de una especie depende de una serie de factores climáticos, edáficos y topográficos, cuya interacción con la vegetación determina la calidad del sitio.

Hughell (1990a), utilizando 128 parcelas permanentes de crecimiento, desarrolló modelos preliminares para predecir el crecimiento y rendimiento, a nivel de rodal, para *G. sepium* en América Central.

La Figura 15 muestra la ubicación de las 128 parcelas utilizadas para desarrollar este modelo y en el Cuadro 10, se indican los ámbitos de las variables utilizadas para predecir el crecimiento y rendimiento. Debe advertirse que fuera, de los ámbitos de las variables incluidas en el Cuadro 10, el modelo no tiene validez.

La calidad del sitio

Uno de los primeros pasos en la estimación del crecimiento y rendimiento, es la determinación de la calidad del sitio. Para determinar la calidad de los sitios donde está creciendo *Gliricidia*, Hughell (1990b), utilizó la altura máxima, definida como la altura promedio de los 100 árboles más altos por hectárea, a una edad base de 48 meses. En términos generales se puede decir que a una misma edad, mayores alturas indican mejor calidad de sitio.

Cuadro 9. Características ambientales y de crecimiento de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en algunos sitios de América Central, donde la especie ha crecido satisfactoriamente.

País	Nombre del sitio	Altitud (msnm)	Zona de Vida (Holdridge)	TMA (°C)	PMA (mm)	Meses secos	Orden de suelos	Edad (meses)	Sobre-vida (%)	Dens. inic.	\bar{X} (cm)	dap (cm/año)	\bar{X} (cm)	IMA (m/año)	Altura
CR.	La Maravilla, Hojancha	500		27,2	2305	5	Entisols	59	68	2500	2,90	0,57	2,70	0,55	
CR.	Liberia, Guanacaste	125	bmh-P	27,5	1149	5	Alfisols	48	60	5000	4,75	1,19	5,70	1,43	
CR.	Monte Rono, Hojancha	710	bmh-P	27,2	2305	5	Alfisols	70	88	5000	6,40	1,10	7,10	1,22	
CR.	San Pablo, Nandayure	40	bh-T	27,5	1149	5	Inceptisols	32	72	2500	4,00	1,50	3,80	1,43	
GT.	Palín, Escuintla	1080	bh-ST	28,1	3140	4	Entisols	88	72	833	11,90	1,61	7,80	1,05	
GT.	La Máquina, Suchitepéquez	100	bh-S	27,0	1860	6	Alfisols o Inceptisols	56	88	2500	6,40	1,37	8,10	1,74	
GT.	La Nueva Concepción,	50	bmh-S	25,1	1830	6	Entisols	17	100	2500	-	-	1,28	0,90	
GT.	La Blanca, Coatepeque	10	bh-ST	25,1	1830	6	Alfisols	21	94	-	3,80	2,17	4,10	2,34	
GT.	Santa Rita, El Progreso	300	bs-ST	24,1	574	0	Entisols	13	98	2500	-	-	1,20	1,11	
GT.	El Retiro, Atescatempa	654	bs-S	28,1	3140	4	Mollisols	19	100	2500	2,50	1,58	2,55	1,61	
GT.	San Benito, Atescatempa	654	bh-ST	26,0	1591	6	Entisols Inceptisols	16	88	10000	-	-	0,98	0,73	
GT.	Oratorio, Santa Rosa	557	bh-ST	28,1	3140	4	Entisols	26	56	4444	2,30	1,06	2,98	1,37	
GT.	San Juan, Tecuaco	30	bmh-ST	25,1	2630	6	Inceptisols	23	56	2500	2,70	0,98	3,03	1,10	
GT.	Jocotán, Chiquimula	471	bh-S	27,0	2007	4	Inceptisols	19	100	2500	-	-	2,00	1,28	
HN.	San Lorenzo, Choluteca	40	bh-ST	28,7	1381	6	Vertisols	62	100	4444	4,68	0,90	5,50	1,06	
HN.	Talanga, Morazán	850	bh-ST	28,1	3140	4	Inceptisols	56	100	4444	3,20	0,69	2,87	0,61	
HN.	Pavana centro, Fco. Morazán	40	bs-S	28,7	1381	6	Inceptisols	68	80	5000	6,80	1,20	8,50	1,50	
HN.	Jicaro Galán, Fco. Morazán	20	bs-S	28,7	1381	6	Inceptisols	58	73	4444	4,00	0,70	4,00	0,70	
HN.	La Trinidad, Comayagua	640	bh-ST	24,6	1035	6	Entisols	41	100	4444	-	-	0,33	0,10	
HN.	Taulabe, Comayagua	820	bh-ST	25,1	1891	3	Inceptisols	30	100	625	3,00	1,20	3,00	1,20	
HN.	Nisperales, Cortés	400	bmh-P	25,1	1891	3	Urtisols	73	96	-	8,30	1,36	6,70	1,10	
NI.	Carretera a León, León	40	bs-T	27,9	1623	5	Inceptisols y Mollisols	56	100	2500	5,07	1,09	6,37	1,36	
NI.	Panamericana Norte	50	bs-T	29,1	1143	7	Inceptisols y Vertisols	85	76	1111	9,50	1,34	8,90	1,26	

Cuadro 9. Continuación...

País	Nombre del sitio	Altitud (msnm)	Zona de Vida (Holdridge)	TMA (°C)	FMA (mm)	Meses secos	Orden de suavos	Edad (meses)	Sobre- viven- cia (%)	Dens. inic.	dap		Altura	
											\bar{X} (cm)	IMA (cm/año)	\bar{X} (m)	IMA (m/año)
NI.	Masaya, Masaya	215	bs-T	28,8	1438	6	Inceptisols	58	72	2500	3,50	0,72	3,00	0,82
NI.	Sébaco, Matagalpa	640	bs-PT	21,7	1374	6	Mollisols	194	88	-	16,90	1,05	12,10	0,75
NI.	San Isidro, León	475	bms-PT	25,7	889	8	Entisols e Inceptisols	55	100	2500	3,68	0,80	4,85	1,06
NI.	Chaguitillo 2, Sébaco	-500	bs-ST	27,5	1149	5	Mollisols	46	56	2500	-	-	1,17	0,30
SV.	San Andrés, La Libertad	520	bh-ST	27,5	1149	5	Inceptisols	50	52	1600	6,50	1,56	6,30	1,51
SV.	Ateos, La Libertad	700	bh-ST	27,5	1149	5	Entisols o Inceptisols	308	100	138	32,10	1,25	18,20	0,71
SV.	Nejapanamá, Tutultepeque	500	bh-ST	23,8	1674	6	Alfisols	31	100	2500	4,08	1,11	4,15	1,13
SV.	Valle Nuevo, Chalaténango	400	bh-ST	25,7	1851	6	Inceptisols	30	80	2500	2,93	0,78	2,60	0,69
SV.	Ojos de agua, Chalaténango	800	bh-ST	25,7	2269	6	Alfisols o Ultisols	33	92	2500	3,50	1,27	3,30	1,20
SV.	Comalapa, La Paz	50	bh-ST	27,5	1149	5	-----	30	100	2500	4,73	1,29	5,60	1,53
SV.	El Canal, Usulután	75	bh-ST	27,5	1149	5	Mollisols	42	72	2500	4,83	1,38	4,40	1,26
PA.	Los Angeles, Los Santos	25	bs-T	27,3	1210	5	Alfisols	32	84	2500	3,40	1,28	4,00	1,50

TMA = Temperatura media anual
FMA = Precipitación media anual
dap = Diámetro a la altura de pecho
IMA = Incremento medio anual

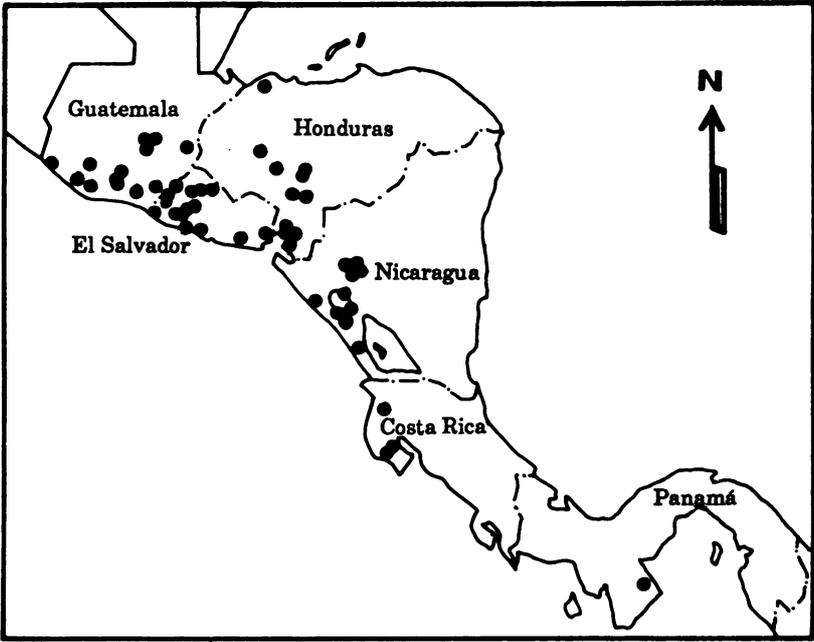


Figura 15. Ubicación de las parcelas permanentes de crecimiento, utilizadas para generar el modelo de rendimiento de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en América Central.

Para estimar el crecimiento en altura dominante de *G. sepium* en América Central, Hughell (1990b), ajustó el modelo de Schumacher así:

$$\text{Ln (hd)} = a + b/\text{Edad}^k \quad (4)$$

donde:

Ln (hd)	=	Logaritmo natural de la altura dominante
a	=	2,5055
b	=	-5,2051
k	=	0,4551
Edad	=	edad de la plantación en meses
n	=	477
R ²	=	80%

Cuadro 10. Ambitos de las variables incluidas para los resúmenes dasométricos por medición, de 128 parcelas permanentes de crecimiento de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en América Central.

Variable	Promedio	Ambito	
		Mínimo	Máximo
Edad (meses)	33,00	12,00	74,00
N inicial (n/ha)	2674,00	1111,00	5000,00
N actual (n/ha)	2480,00	741,00	5000,00
N eje (n/ha)	7884,00	2716,00	31111,00
S Vivencia(%)	93,00	60,00	100,00
g*(cm ² /árbol)	21,10	1,80	65,00
G**(m ² /ha)	0,45	5,65	17,59
H (m)	3,40	0,60	8,70
Hd(m)	4,20	0,90	10,20
IS (m)	5,20	1,90	10,10

donde:

- N inicial = número de árboles iniciales/ha
- N actual = número de árboles actuales/ha
- N eje = número de ejes actuales/ha
- S-vivencia = porcentaje de supervivencia
- H = altura total promedio
- Hd = altura dominante
- IS = índice de sitio a la edad base de 48 meses

* área basal por árbol

** área basal por hectárea

Fuente: Hughell (1990b).

Para llegar al modelo de intercepto común (a común), seleccionado por Hughell (1990b), se sustituye en (4) el índice de sitio (IS), por hd a una edad base y se denota b como b_i , pues en este modelo la pendiente varía para cada parcela y el intercepto a permanece constante:

$$\ln(\text{IS}) = a + b_i/\text{Edad base}^k \quad (5)$$

Despejando la pendiente (b_i) se tiene:

$$b_i = (\ln(\text{IS}) - a) \text{Edad base}^k \quad (6)$$

Sustituyendo (b) en (4) y despejando para IS, se obtiene el modelo de intercepto común:

$$\text{Ln (IS)} = a + (\text{Ln}(\text{hd}-a) (\text{Edad}/\text{Edad base})^k \quad (7)$$

donde:

a y k = del modelo de Schumacher (4)

La Figura 16 presenta las curvas de crecimiento en altura dominante para los índices de sitio de 3, 5 y 7 m, las cuales representan alturas máximas promedios para sitios pobres, regulares y buenos, respectivamente. Estas curvas fueron desarrolladas utilizando la ecuación 6 para estimar b_i y sustituyendo su valor en (4).

Si se desea estimar el índice de sitio de una plantación de esta especie, sustituya la edad de la plantación y su altura dominante en la Ecuación (7) y resuelva su IS.

Estimación de la calidad del sitio en áreas sin plantación

Según Campos (1989), *G. sepium* es una especie muy sensitiva al sitio y la cataloga como más exigente, comparada con *Leucaena leucocephala* y *Eucalyptus camaldulensis*. A partir de datos de 38 parcelas en 33 sitios, estimó el IS utilizando la ecuación 8 y luego, este IS en función de la altitud, el número de meses secos, la saturación de Ca (Calcio) de 0 a 15 cm, el pH (acidez) de 15 a 40 cm y el contenido de Mn (Manganeso) de 0 a 15 cm de profundidad del suelo, según la ecuación 9.

$$\text{Ln IS} = a + (\text{Edad}/\text{Edad base})^k * (\text{Ln hd} - a) \quad (8)$$

donde:

$$a = 2,5449$$

$$\text{Edad base} = 3 \text{ años}$$

$$k = 0,5$$

$$\text{IS} = a + b \text{ altitud} + c \text{ meses secos} + d \text{ Satur.Ca}_{0 \text{ a } 15} + e \text{ pH}_{15 \text{ a } 40} + f \text{ Mn}_{0 \text{ a } 15} \quad (9)$$

donde:

a	=	+7,21
b	=	-0,00207
c	=	-0,6555
d	=	-0,0895
e	=	+1,24
f	=	+0,0346
R ²	=	50%

Al igual que *L. leucocephala*, *G. sepium* prefiere suelos más pesados (mayor contenido de arcilla) y crece mejor con mayor contenido de materia orgánica en el suelo.

Para estimar el IS o altura mayor a los tres años de edad base, se podría utilizar la ecuación 9, para lo cual sería necesario tomar muestras de suelo a las profundidades indicadas y enviarlas al laboratorio para estimar las variables anteriores.

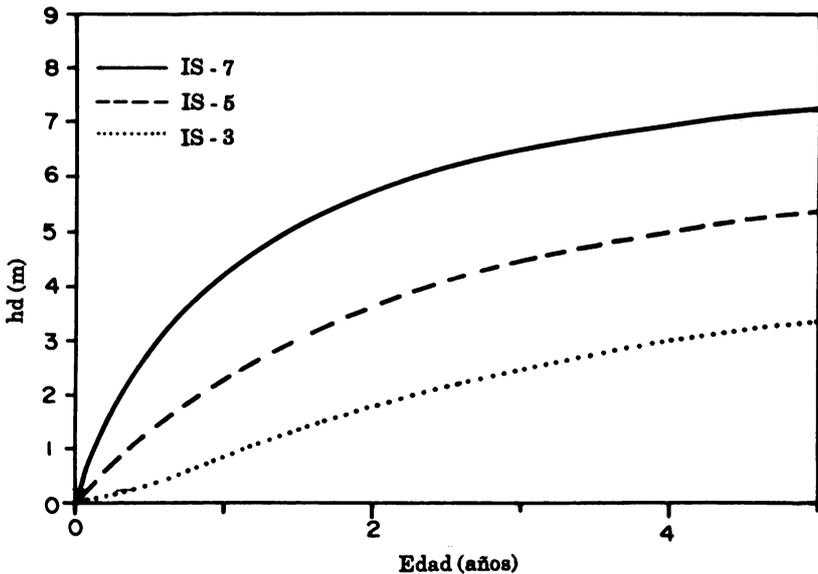


Figura 16. Curvas de desarrollo en altura dominante de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, para los índices de sitio de 7, 5 y 3 m, a la edad base de cuatro años en América Central.

Cómo estimar el número actual de árboles por hectárea y la altura total promedio del rodal

Luego de estimar el índice de sitio, Hughell (1990b), desarrolló una ecuación para estimar el número actual de árboles (N_{actual}) y la altura promedio del rodal (h), considerando el número de árboles plantados al inicio, la edad y el IS (ecuaciones 10 y 11).

$$\begin{aligned} N_{\text{actual}} &= a * N_{\text{inicial}} & (10) \\ a &= 0,928 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Ln}(h) &= a + b/\text{Edad} + c*\text{ln}(\text{IS}) & (11) \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned} a &= 0,1671 \\ b &= -14,684 \\ c &= 0,9538 \\ R^2 &= 85 \% \\ n &= 472 \end{aligned}$$

Para estimar el N_{actual} se aplicó la mortalidad promedio del primer año (7,2%), debido a que los análisis gráficos, utilizando 554 mediciones, indicaron que después del primer año la mortalidad era nula para las densidades y edades estudiadas (Cuadro 10).

El número actual de árboles en un rodal, puede ser estimado utilizando la ecuación 10 o mediante un conteo en el mismo rodal.

Para estimar la altura total promedio (h) de un rodal, utilice la ecuación 11, sustituyendo la edad del rodal (Edad) en meses y el índice de sitio antes calculado (IS) en metros.

Cómo estimar el área basal por hectárea y el peso seco de leña por árbol y por eje

Para evitar problemas con ejes múltiples, fue desarrollada la ecuación 12 utilizando una muestra depurada de 310 mediciones. Para estimar el área basal por hectárea (G) se debe conocer el índice de sitio (IS) y la edad de la plantación.

$$G = c1 * (1-EXP(-c2*(IS*Edad)))^{c3} \quad (12)$$

donde:

$$\begin{aligned} c1 &= 12,349 \\ c2 &= 0,005948 \\ c3 &= 2,0981 \\ R^2 &= 62 \% \\ n &= 310 \end{aligned}$$

La Figura 17 muestra el rendimiento en área basal para tres índices de sitio en América Central.

Para estimar el peso seco de leña por árbol (incluidos todos los ejes), se utilizaron datos de 286 árboles cuantificados de cinco ensayos en Costa Rica, Panamá y El Salvador. La variable utilizada aquí fue el área basal por árbol, estimada a partir del diámetro cuadrático medio (dcm) (Hughell, 1990a).

Para estimar el peso seco de leña (PSL) en kg/árbol se mide el dcm, se estima su área basal (g) y se sustituye en la ecuación 13.

$$\ln(\text{PSL}) = a + b \cdot \ln(g) \quad (13)$$

donde:

$$\begin{aligned} a &= -1,229 (0,183)^* \\ b &= 0,914 (0,052) \\ R^2 &= 78 \% \\ n &= 86 \\ g &= \text{área basal por árbol en cm}^2 \end{aligned}$$

La Figura 18, muestra la producción de peso seco de leña en toneladas por hectárea, para una plantación con densidad de 2500 árboles/ha y tres calidades de sitio.

Para estimar el peso seco de leña a nivel de eje, Bauer y Vásquez (1988), generaron las ecuaciones 14, 15 y 16 utilizando 707 registros pertenecientes a siete aprovechamientos, tres de bosque natural y cuatro de plantaciones en los seis países de América Central.

* Error estándar de los coeficientes

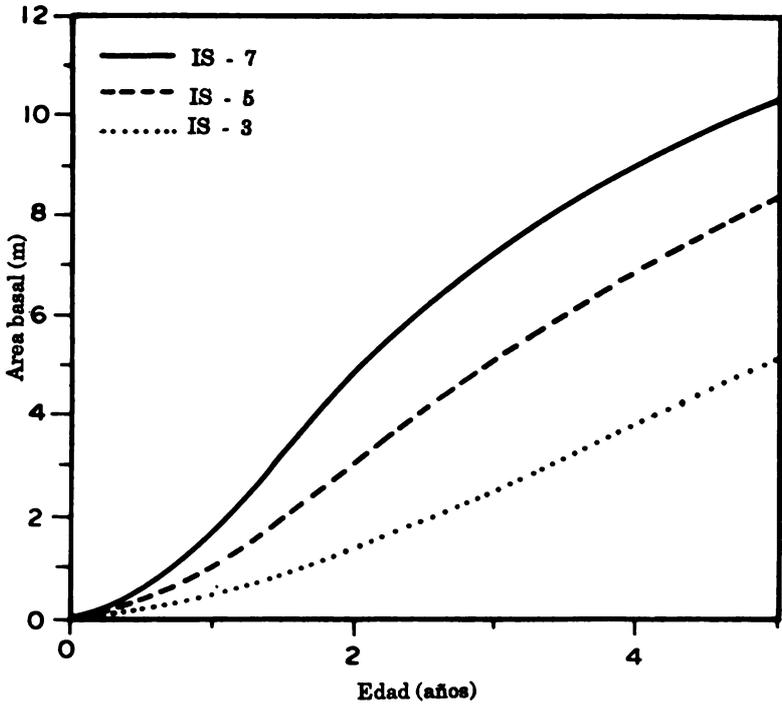


Figura 17. Desarrollo del área basal por hectárea de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, para los índices de sitio de 3, 5 y 7 m en América Central.

Si se necesita estimar el peso seco de fuste y ramas, para ejes bifurcados bajo 1,3 m, con dap entre 1,5 y 22 cm, se mide el dap en cm y/o la altura total en m y se sustituye en cualquiera de las siguientes ecuaciones :

Peso con base en dap:

$$PSL = a + b * dap^2 \quad (14)$$

donde:

$$a = -0,2848$$

$$b = +0,2540$$

$$R^2 = 81\%$$

$$n = 707$$

$$\text{Ln PSL} = a + b \text{ Ln dap} \quad (15)$$

donde:

$$\begin{aligned} a &= -1,9289 \\ b &= +2,2096 \\ \text{Ln} &= \text{logaritmo natural} \\ R^2 &= 76\% \\ n &= 707 \end{aligned}$$

Peso con base en dap y altura:

$$\text{Ln PSL} = a + b \text{ Ln dap} + c \text{ Ln h} \quad (16)$$

donde:

$$\begin{aligned} a &= -2,1698 \\ b &= +1,9565 \\ c &= +0,3763 \\ R^2 &= 76\% \\ n &= 707 \end{aligned}$$

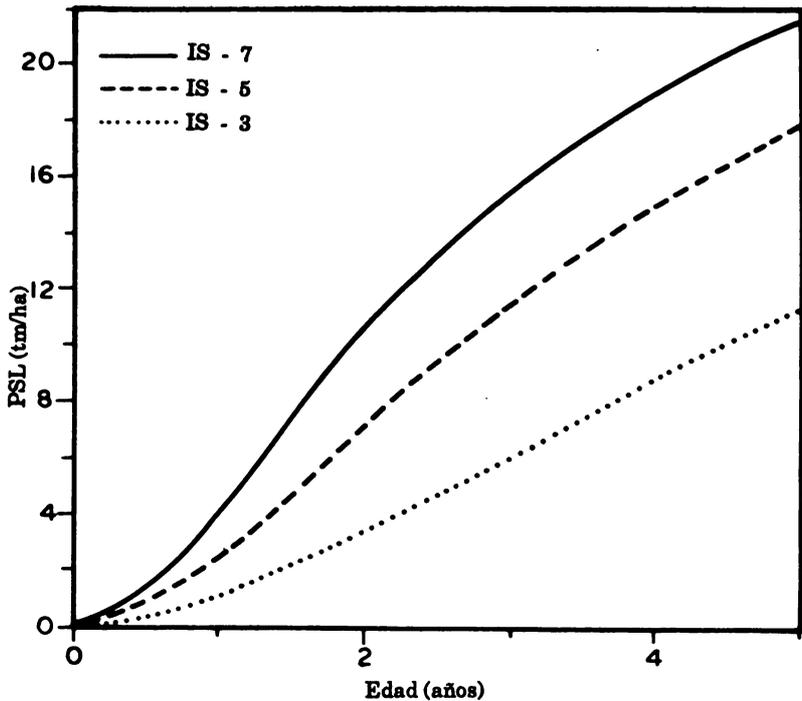


Figura 18. Producción en peso seco de leña (PSL) de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, para los índices de sitio de 3, 5 y 7 m y una densidad de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central.

Tablas de rendimiento para plantaciones

Utilizando las ecuaciones 7, 10, 11 y 12, Hughell (1990a), desarrolló las tablas de rendimiento que se muestran en el Cuadro 11, para una densidad de plantación de 2500 arb/ha y tres índices de sitio, incorporando las ecuaciones mencionadas en una hoja Lotus 123 y utilizando el IS y la densidad de plantación ($N_{inicial}$) como insumos.

Estas tablas de rendimiento son sólo un ejemplo. Si es necesario, utilizando las ecuaciones indicadas, es posible calcular el rendimiento de plantaciones con edades entre 12 y 74 meses, $N_{inicial}$ de 1111 a 5000 árboles por hectárea e índices de sitio de 1,9 a 10,1 m.

Manejo de rebrotes en plantación

Una de las características más apreciadas de *G. sepium*, es su capacidad de rebrote después de realizar el corte.

En cuanto a la altura de corte, siguiendo los criterios generales y con base en las experiencias de ésta y otras especies, se puede decir que los tocones deben cortarse de 10 a 20 cm de altura, con un corte limpio (se puede utilizar sierra manual) e inclinado para que escurra el agua, evitando dañar los tocones durante la cosecha.

Campos *et al.* (1990), indican que la época de selección de rebrotes no afecta la supervivencia, la cosecha debe realizarse en la época seca y la eliminación de los peores rebrotes, debe realizarse tres a seis meses después de la corta. Los mejores rebrotes son los ubicados más cerca de la base y los más vigorosos.

Para el número de rebrotes por tocón, las pocas experiencias que se tienen a nivel centroamericano, indican que es recomendable manejar todos los rebrotes por tocón, para producir los mayores diámetros y la mayor producción de estacas y leña. En Loma Larga, Los Santos en Panamá, 37 meses después del aprovechamiento de una plantación de 32 meses de edad, el tratamiento testigo (todos los rebrotes) produjo 6406 estacas y 54,2 m³ estéreos, contra 5046 estacas y 42,2 m³ estéreos de leña para dos rebrotes por tocón, esto para una densidad inicial de 2,0 X 2,0 m (Martínez *et al.*, 1990; Campos *et al.*, 1990; Gutiérrez *et al.*, 1989).

Cuadro 11. Tablas de rendimiento de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, para índices de sitio de 3, 5 y 7 m y para una densidad inicial de plantación de 2500 árboles por hectárea en América Central.

IS = 3

Edad (años)	N (N/ha)	g (cm ²)	ALT (m)	G (m ² /ha)	PSL (tm/ha)	ICA (tm/ha/año)	IMA (tm/ha/año)
1	2320	1,7	1,0	0,4	1,1	1,1	1,1
2	2320	5,8	1,8	1,4	3,4	2,3	1,7
3	2320	11,1	2,2	2,6	6,1	2,7	2,0
4	2320	16,7	2,5	3,9	8,9	2,8	2,2
5	2320	22,1	2,6	5,1	11,5	2,6	2,3

IS = 5

Edad (años)	N (N/ha)	g (cm ²)	ALT (m)	G (m ² /ha)	PSL (tm/ha)	ICA (tm/ha/año)	IMA (tm/ha/año)
1	2320	4,3	1,6	1,0	2,5	2,6	2,6
2	2320	13,0	3,0	3,0	7,6	4,5	3,5
3	2320	22,1	3,6	5,1	11,5	4,4	3,8
4	2320	29,9	4,0	6,9	15,2	3,7	3,8
5	2320	36,2	4,3	8,4	18,0	2,9	3,6

IS = 7

Edad (años)	N (N/ha)	g (cm ²)	ALT (m)	G (m ² /ha)	PSL (tm/ha)	ICA (tm/ha/año)	IMA (tm/ha/año)
1	2320	7,5	2,2	1,7	4,3	4,3	4,3
2	2320	20,3	4,1	4,7	10,6	6,4	5,3
3	2320	31,3	5,0	7,3	15,8	5,2	5,3
4	2320	39,2	5,6	9,1	19,4	3,6	4,9
5	2320	44,5	5,9	10,3	21,8	2,4	4,4

Utilizando estos resultados se sugiere dejar todos los rebrotes, eliminando sólo los defectuosos y débiles, para obtener un máximo rendimiento, hasta de 18 m³ st/ha/año y mayores diámetros, con ciclos de corta de al menos tres años.

En el futuro será necesario seguir investigando este aspecto.

Manejo de la regeneración natural

En su ámbito natural es común encontrar rodales o grupos de árboles de *G. sepium* regenerados naturalmente, en terrenos pobres, libres de maleza o con poca competencia, debido principalmente a la alta producción de semillas y a la capacidad de las mismas para soportar períodos prolongados de sequía y germinar en suelos desnudos y pobres, al inicio de las lluvias y a su tolerancia a incendios, comunes en la agricultura tradicional que utiliza la corta y quema (CATIE, 1986).

Considerando que *G. sepium* es una especie que tiene alta capacidad de regenerarse naturalmente, dominando muchas áreas de crecimiento secundario, áreas que en un futuro cercano pueden llegar a ser más importantes que las plantaciones para producción de leña (Ford, 1987), el Proyecto Leña y Madeleña tienen algunas experiencias en el aprovechamiento y manejo de estos bosques secundarios en Guatemala, Nicaragua y El Salvador.

El Cuadro 12 resume el número del sitio y los datos de supervivencia y crecimiento en diámetro y altura de los rebrotes de 25 parcelas individuales, distribuidas en cinco ensayos formales y siete parcelas de crecimiento, en bosque natural.

Manejo de rebrotes en el bosque natural

Al igual que en plantaciones puras, el manejo de rebrotes en bosque natural debe seguir los criterios generales antes expuestos, como cortar de 10 a 20 cm de altura, con un corte limpio (con sierra manual) e inclinado para que escurra el agua, evitando dañar los tocones durante la cosecha.

La cosecha se debe realizar en la época seca y no es necesario la selección de rebrotes, debido a que los mejores tratamientos son aquellos que dejan todos los rebrotes y cosechar cada tres años; sin embargo, se recomienda eliminar los rebrotes torcidos, débiles y defectuosos.

Martínez (1985), confirma la sugerencia anterior pues encontró para rebrotes de 24 meses, que sólo el diámetro cuadrático medio (dcm) y las variables relacionadas con éste, se ven afectadas por el número de rebrotes que se dejan después de la cosecha. En términos generales, se obtuvo mayores diámetros para los tratamientos con cuatro y cinco rebrotes. En el Cuadro 12, a los 46

meses, se observa como se mantiene esta tendencia, al igual que en el manejo de rebrotes en plantación. Martínez (1985), agrega que la eliminación de rebrotes tendió a aumentar la mortalidad de los tocones, por lo que la recomendación es dejar cuatro o cinco rebrotes.

Cuadro 12. Datos de crecimiento de parcelas y ensayos de manejo de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en bosques secundarios de América Central.

País	Sitio	Zona de Vida	Tratamiento	Edad (meses)	Supervivencia (%)	dap (cm)	Altura (m)
Guatemala	Gualán Zacapa	bs-PS	2EJES	46	100	3,8	3,4
			3EJES	46	100	4,6	4,9
			4EJES	46	100	5,6	5,7
			5EJES	46	100	4,5	4,8
Nicaragua	Maderas Managua	bms-PT	1EJES	57	97	5,5	5,4
			2EJES	57	100	5,2	4,5
			3EJES	57	92	5,1	5,0
			NEJES	57	100	4,7	5,0
Nicaragua	Maderas Managua	bms-PT	CORTPARC	60	97	8,2	7,1
			CORTRASA	60	90	4,3	4,9
			NEJES	60	95	5,6	5,7
Nicaragua	Belén Rivas	bs-T	1EJES	59	54	3,7	4,0
			2EJES	59	83	4,6	4,8
			3EJES	59	58	4,4	5,0
			NEJES	59	88	3,7	4,4
Nicaragua	Waswali Matagalpa	bs-PT	CREC.01	194	88	16,9	12,1
			CREC.02	171	93	13,3	11,0
Nicaragua	Belén Rivas	bs-T	CORTSELEC.	55	96	4,5	4,7
			CORTTOTAL	55	63	4,0	2,5
			SINCORTE	55	100	6,2	6,0
Nicaragua	Belén Rivas	bs-T	CREC.01	72	90	6,6	7,8
Nicaragua	Belén Rivas	bs-T	CREC.01	85	69	8,7	9,8
Nicaragua	Nandaimé Rivas	bs-T	CREC.01	87	84	9,2	9,9
El Salvador	Tacachic L.Libertad	bh-ST	CREC.01	22	92	9,2	8,9
			CREC.02	22	100	10,6	10,7

Rendimientos en bosque natural

En el municipio de Gualán en Piedras Azules, Guatemala, en un bosque secundario o barbecho de tres años de edad, con 630 árboles/ha (2750 ejes/ha), se obtuvo un rendimiento de 12,3 tm/ha de leña verde y 3,3 tm/ha de follaje, para árboles con un dcm (diámetro cuadrático medio) de 7,8 cm y una altura promedio de 5,2 m (Martínez, 1985).

En un rodal natural de *G. sepium* de seis años de edad, en Nicaragua (900 arb/ha), se obtuvo un rendimiento de 34 tm/ha de tronco y ramas delgadas, con un contenido de humedad de 52 y 58 por ciento para el tronco y ramas delgadas, respectivamente (Otárola y Ugalde, 1983) (Figura 19). Según Park *et al.*, (1982), con datos obtenidos de bosque natural, en Nicaragua, se estimó un incremento anual total de 8,5 m³/ha/año, basado en un ciclo de corta de tres años, en un rodal de 25 años con 1376 árboles/ha.



Figura 19. Aprovechamiento de un rodal natural de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, de seis años de edad en Nicaragua.

Estimación de la producción para árboles individuales en el bosque natural

Para estimar la producción de leña por árbol en Gualán, Guatemala, Martínez (1985), desarrolló el siguiente modelo (14) que estima el peso seco de leña, utilizando el número de ejes por árbol y el diámetro cuadrático medio (dcm) en mm. Este modelo se puede utilizar para estimar el peso seco de leña para árboles con dcm de 15 a 170 mm y de 1 a 10 ejes por árbol, obteniendo pesos entre 5,4 y 33,4 kg/árbol.

$$\begin{aligned} \text{Peso Leña} &= 5,399 + 9,6852\text{E-}05 * \text{dcm}^2 N & (17) \\ R^2 &= 0,65 \end{aligned}$$

donde:

$$\begin{aligned} \text{Peso Leña} &= \text{peso de leña seca en kg/árbol} \\ \text{dcm} &= \text{diámetro cuadrático medio en mm} \\ N &= \text{número de ejes por árbol} \end{aligned}$$

Predicción del crecimiento y rendimiento de rebrotes en bosque natural

Para estimar el crecimiento y rendimiento de rebrotes Hughell (1990a), utilizó datos provenientes de seis ensayos, tanto de plantación como de vegetación natural de Honduras, Nicaragua, El Salvador y Panamá.

Utilizando las ecuaciones 18, 19 y 20 para estimar altura (h), área basal/ha (G) y peso seco de leña/ha, sin considerar la calidad del sitio y la densidad de árboles/ha, Hughell (1990b), desarrolló la tabla de rendimiento preliminar del Cuadro 13.

$$\text{Ln (h)} = a + b * \text{Ln (Edad)} \quad (18)$$

$$\begin{aligned} a &= 0,246 \\ b &= 0,334 \\ R^2 &= 55\% \\ n &= 115 \end{aligned}$$

$$\text{Ln (G)} = c1 + c2 * \text{Ln (edad)} \quad (19)$$

$$\begin{aligned} c1 &= -0,890 \\ c2 &= +0,6645 \\ R^2 &= 0,53 \\ n &= 118 \end{aligned}$$

$$\text{Ln (PSL)} = a + b \cdot \text{Ln}(g) + c \cdot \text{Ln}(h) \quad (20)$$

$$\begin{aligned} a &= -1,371 \\ b &= 0,94 \\ R^2 &= 0,80 \\ n &= 123 \end{aligned}$$

Debido a las inconsistencias, esta tabla debe utilizarse sólo como medida de referencia.

Cuadro 13. Tabla preliminar de rendimiento de rebrotes de *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, en bosque natural.

Edad rebrote (años)	N (N/ha)	g ₂ (cm ²)	H (m)	G (m ² /ha)	PSL (tm/ha)	ICA (tm/ha años)	IMA (tm/ha años)
1	2500	8,6	2,9	2,1	4,8	4,8	4,8
2	2500	13,6	3,7	3,4	7,4	2,6	3,7
3	2500	17,8	4,2	4,4	9,5	2,1	3,2
4	2500	21,5	4,7	5,4	11,4	1,9	2,8
5	2500	24,9	5,0	6,2	13,1	1,7	2,6

Fuente: Hughell, 1990b.

A manera de comentario final, es importante indicar que *Gliricidia sepium* (Jacquin) Kunth ex Walpers, ha sido una de las especies forestales más estudiadas, tanto a nivel de plantación pura, como a nivel de combinaciones agroforestales. Sin embargo, a nivel de plantación debe investigarse más el control de malezas, tanto en viveros como en plantación, así como el efecto de fertilizantes.

A nivel de bosque natural, el manejo de estos ecosistemas es nuevo y debe investigarse más sobre los ciclos de corta más adecuados.

En cuanto a sistemas agroforestales se refiere, aunque se conoce bastante, hace falta mucha investigación sobre nutrición, relaciones simbióticas y competencia alelopática con cultivos.

Finalmente, la identificación de procedencias adecuadas para cada sistema de producción debe continuarse, identificando y estableciendo huertos semilleros que puedan suplir semilla de mejor calidad para los diferentes sistemas de plantación.

BIBLIOGRAFIA

- AGENCY FOR INTERNATIONAL DEVELOPMENT (EE.UU.). 1987. Sistemas Agroforestales. S & T/FENR Agroforestación. Serie No. 12. 40 p.
- ALVAREZ DE LA F., J.M. 1985. Algunas alternativas forestales para el cambio de uso en fincas de tierras de ladera. Proyecto DGF-PNUD/FAO-COS/79/001 (C.R.). Documento de Trabajo No. 47. 92 p.
- ALCONERO, R.; STONE, G.; CAIRNS, J.R. 1973. Intensive cultivation of vanilla in Uganda. *Agronomy Journal* (EE.UU). 65(1):44-46.
- ARAYA S., J.F. 1987. Efecto del madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud) como abono verde en un sistema de maíz (*Zea mays* L.) - frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) en relevo en Acosta, Puriscal. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR-CATIE. 108 p.
- ATTA-KRAH, A.K. 1987. Flowering and seed production of *Gliricidia sepium*. In Workshop on *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings. Ed. by D. Withington; N. Glover; J. L. Brewbaker. Nitrogen Fixing Tree Association (EE.UU.). Special Publication 87-01. p. 142-145.
- BAGGIO, A.J. 1982. Establecimiento, manejo y utilización del sistema agroforestal cercos vivos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., en Costa Rica. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR-CATIE. 91 p.
- BAGGIO, A.J.; HEUVELDOP, J. 1982. Implantacao, manejo e utilizacao do sistema agroflorestal cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud.; em Costa Rica. EMBRAPA (Bra.). Boletim de Pesquisa Florestal no. 05:19-52.
- BARON R., J.; KASS, D.C.L.; BERMUDEZ G., W.; SANCHEZ, G.; FUENTES, G. 1987. Effect of phase of moon at time of cutting on establishment of stakes of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. In Workshop on *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings. Ed. by D. Withington; N. Glover; J. L. Brewbaker. Nitrogen Fixing Tree Association (EE.UU.). Special Publication 87-01. p. 121-122.

- BAUER, J.; VASQUEZ C., W. 1988. Análisis de producción de biomasa de *Gliricidia sepium* en Centroamérica. Informe de trabajo. Turrialba, C.R., CATIE. 8 p.
Sin publicar.
- BEHRENDT, G.; BRAZIER, J.D.; FRANKLIN, G.L. 1968. Maderas nicaraguenses, características y usos potenciales. Managua, Nic., FAO/MAG. 86 p.
- BELIARD, C.A. 1984. Producción de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud., en cercas vivas bajo tres frecuencias de poda (tres, seis y nueve meses). Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR/CATIE. 97 p.
- BENITEZ R., R.F.; MONTESINOS L., J.L. 1988. Catálogo de cien especies forestales de Honduras: distribución, propiedades y usos. Siguatepeque, Hond., ESNACIFOR. 216 p.
- CALIX, J.O. 1986. Producción de plántulas de *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* en Honduras. 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. por Rodolfo Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p. 161-166.
- CAMPOS A., J.J. 1989. Environmental effects on the productivity of *Eucalyptus camaldulensis*, *Leucaena leucocephala* and *Gliricidia sepium* in Central America. PhD. Thesis. Oxford, G.B., University of Oxford. 279 p.
- CAMPOS A., J.J.; RODRIGUEZ, E.; NAVARRO, C.; MUSALEM, M.A. 1990. Ensayo de manejo de rebrotes de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walpers en Cañas, Guanacaste, C.R. CATIE. Informe Técnico Interno Silvicultura no. 2/Exp120L. 14 p.
- CANET B., G.; CAMPOS A., J.J. 1982. Informe técnico preliminar de las especies utilizadas por el Proyecto Leña en Costa Rica. San José, C.R., DGF. 35 p.
- 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. 227 p.

- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1990. Sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo bajo: primer informe anual. Turrialba, C.R., CATIE/CID. 170 p.
- CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1991. Plagas y enfermedades forestales en América Central. Guía de Campo. Turrialba, C.R., CATIE. 280 p.
Sin publicar
- CHADHOKAR, P.A.; SIVASUPIRAMANIAM, S.R. 1983. *Gliricidia* (*Gliricidia maculata* H.B. & K) leaves as protein suplement to paddy straw ingrowing cross bred heifers. The Indian Journal of Animal Science 53(1):120-125.
- CHANG T., 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.
- CHOUDHURI, N.C.B.R. 1965. Effect of 2, 4-D on the rootings of *gliricidia* stem cuttings. Science and Culture (India) 31(6):303.
- COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1984. Informe Técnico Anual 1983. San José, C.R., DGF. 181 p.
- COSTA RICA. DIRECCION GENERAL FORESTAL; CENTRO AGRONOMICO TROPICAL DE INVESTIGACION Y ENSEÑANZA. 1986. Informe silvicultural de especies para leña en Costa Rica. San José, C.R., DGF. 109 p.
- DELIZO, R.L.; FIERRO JUNIOR, V.F. DEL. 1974. The vegetative propagation of madre de cacao, *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud by cuttings using alpha naphthalene acetic acid. Araneta Research Journal (Filipinas) 21(1-2):20-33.
- ESPINOZA, E.; RIVERA, S.; JIMENEZ, V.; MUSALEM, M.A. 1990. Análisis del comportamiento de 8 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en Morazán, El Progreso, Guatemala. CATIE. Informe Técnico Interno Silvicultura. no. 5/Exp 065L. 14 p.

- FORD, L.B. 1987. Experiences with *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. in the Caribbean. In *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings. Ed. by D. Withington; N. Glover; J.L. Brewbaker. Nitrogen Fixing Tree Association (EE.UU.). Special Publication 87 - 01. p. 3-7.
- GLOVER, N.L. 1986. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud germplasm collection, conservation and evaluation. Tesis Mag. Sc. Hawaii, EE.UU., University of Hawaii. 69 p.
- GLOVER, N.L. 1989. *Gliricidia* production and use. Waimanalo, Hawaii, EE.UU., Nitrogen Fixing Tree Association. 44 p.
- GUTIERREZ, A.; ESCOBAR, F.; SUTHERLAND, S.; MUSALEM, M.A.; JIMENEZ, V. 1989. Efecto del número de rebrotes en el crecimiento y rendimiento de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en Lomalarga, Los Santos, Panamá. CATIE. Informe Técnico Interno Silvicultura. no.10/EXP.072L. 7 p.
- HAGGES CH., R.; QUIROS Q., L.M. 1985. *Gliricidia sepium* (revisión de literatura). Dirección General Forestal (C.R.). Documento de trabajo no. 22. 10 p.
- HOLLAND, T.H. 1931. The green manuring of tea, coffee and cacao. The tropical Agriculturist (Sri Lanka) 77(2):71-99.
- HOLDRIDGE, L.R.; POVEDA A., L.J. 1975. Arboles de Costa Rica. San José, C.R., CCT. v. 1, 546 p.
- HUGHELL, D.A. 1990a. Modelos para la predicción del crecimiento y rendimiento de: *Eucalyptus camaldulensis*, *Gliricidia sepium*, *Guazuma ulmifolia* y *Leucaena leucocephala* en América Central. CATIE. Serie Técnica. Boletín Técnico no. 22. 70 p.
- _____. 1990b. Modelos para predicción del crecimiento de: *Gliricidia sepium*. Informe de Trabajo. Turrialba, C.R., CATIE. s.p.
Sin publicar
- HUGHES, C.E. 1985. Tropical hard woods for dry and arid zones. Report on a visit to Mexico and Central America, January - May 1985. s.n.t. 17 p.

- _____. 1987. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. (leguminosae). Commonwealth Forestry Review (G.B.) 66(1):31-48.
- _____. 1987. Ensayo internacional de procedencias de *Gliricidia sepium*; procedimiento del ensayo. Oxford, G.B., Oxford Forestry Institute. 57 p.
- _____; OCHOA M., O.; VIDES DE PONCE, O. 1986. Especies nativas con potencial para la producción de leña en Centroamérica. 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. por Rodolfo Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p. 91-114.
- JOACHIM A., W.R. 1931. The principles of green manuring and their application in Ceylan. The tropical Agriculturist (Sri Lanka) 77(1):4-32.
- JONLLAP, R. 1989. Ensayo de procedencias y familias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud de Mexico, América Central y Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR-CATIE. 128 p.
- KANG, B.T.; MULONGOY, K. 1987. Soil Scientist and Soil Microbiologist. In Workshop on *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings. Ed. by D. Withington; N. Glover; J.L. Brewbaker. Nitrogen Fixing Tree Association (EE.UU.). Special publication 87-01. p. 44-49.
- KEMPANNA, C.; CHANDRASEKHARIAH, S.R. 1959. Growth promoting substances and rooting of wittings in *Gliricidia sepium*. The Indian Journal of Agricultural Science (India) 29(4):32-35.
- LITTLE, E.L. s.f. Common fuelwood crops; a handbook for their identification. Morgantown, W. Va., EE.UU., Communi-Tech Associates. 354 p.
- LIYANAGE L., V.K. 1987. Traditional uses of *Gliricidia* in Sri Lanka. In Workshop on *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings. Ed. by D. Withington; N. Glover; J. L. Brewbaker. Nitrogen Fixing Tree Association (EE.UU.). Special Publication 87-01. p. 92-101.

- MARTINEZ H., H.A. 1985. Comportamiento de *Gliricidia sepium* en barbechos de tres años en Gualán, Guatemala. Silvoenergía (C.R.) no.12. 4 p.
- _____.; MORAN, D.; PADILLA, F.; GARCIA, A.; FIGUEROA, C.; MUSALEM, M.A. 1990. Análisis del comportamiento de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en Atescatempa, Jutiapa, Guatemala. CATIE. Informe Técnico Interno Silvicultura no. 21/Exp.109L. 12 p
- _____.; ESTRADA, C.; MUSALEM, M.A.; FIGUEROA, C. 1990. Manejo de rebrotes de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud, en San Gabriel, Escuintla, Guatemala. CATIE. Informe Técnico Interno Silvicultura no. 8/Exp. 050L. 7 p.
- MENDIETA L., M. 1989. Caracterización de la composición química de procedencias y familias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp de México, América Central y Panamá. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR-CATIE. 75 p.
- MONTILLA, J.J.; REVERON, A.; SCHMIDT, B.; WIEDENHOFER, H.; CASTILLO, P.P. 1974. La harina de follaje de rabo de ratón (*Gliricidia sepium*) en raciones para ponedoras. Agronomía Tropical (C.R.) 24(6):505-511.
- MORA H.,.E. 1983. Introducción a la variabilidad fenotípica de madero negro (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud. Turrialba, C.R., CATIE. 51 p.
- NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES (EE.UU.). 1984. Especies para leña: árboles y arbustos para la producción de energía. Trad. del inglés por Vera Argüello de Fernández. Turrialba, C.R., CATIE. 344 p.
- OAKES, A.J.; SKOU, O. 1962. Some woody legumes as forage crops for the dry tropics. Tropical Agriculture (Tri.) 39(4):291-287.
- OTAROLA T., A.; UGALDE A., L.A. 1983. Productividad y tablas de biomasa de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en bosques naturales de Nicaragua. Turrialba, C.R., CATIE. 39 p.
- OTAROLA T., A.; MARTINEZ H., H.A.; ORDOÑEZ, R. 1985. Manejo y producción de cercas vivas de *Gliricidia sepium* en el noreste de Honduras. Tegucigalpa, Hond., COHDEFOR/CATIE. 24 p.

- ORTIGAS, R.Z. 1956. The nutritive value and palatability of combinations of corn and madre de cacao (*Gliricidia sepium* Steud) silage. *The Philippine Agriculturist* (Filipinas) 60:171-177.
- PARK, W.; NEWMAN, L.C.; FORD, K. 1982. Abastecimiento de leña para Managua, Nicaragua: alternativas apropiadas para la región de Las Maderas. McLean, Va., EE.UU., MITRE/CATIE. 139 p.
(Traducción sin revisar)
- PEZO, D.; KASS, M.; BENAVIDES, J.; ROMERO, F.; CHAVES, C. 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. *In* Shrubs and tree fodders for farm animals (1989, Denpasar, Indonesia). *Proceedings of a workshop*. Ed. por C. Devendra. Ottawa, Can., IDRC. p. 163-175.
- PICADO V., W. 1986. Comportamiento de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en plantaciones por siembra directa en Guanacaste, Costa Rica. *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. por Rodolfo Salazar. Turrialba, C.R., CATIE. p. 191-198.
- _____; SALAZAR F., R. 1984. Producción de biomasa y leña en cercas vivas de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud de dos años de edad en Costa Rica. *Silvoenergía* (C.R.) no. 1: 1-4.
- QUEME V., G.A. 1987. Comportamiento inicial de 12 procedencias de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud en tres localidades de Guatemala. Tesis Ing. Agr. Guatemala, Gua., Universidad de San Carlos de Guatemala. 65 p.
- SALAZAR F., R. 1983. Lineamientos generales para el manejo y evaluación de la producción de biomasa y leña en cercas nuevas de *Gliricidia sepium*. Turrialba, C.R., CATIE. 9 p.
- _____; 1984. Producción de leña en árboles de *Gliricidia sepium* usados como sombra en cafetales en Costa Rica. *Silvoenergía* (C.R.) no. 2:1-4.

- _____. 1988. Propagation of *Gliricidia sepium*. Turrialba, C.R., CATIE. 9 p.
(Artículo solicitado por Haryana Agricultural University (India) para publicarlo en el libro titulado Nursery technology on arid and semiarid regions).
- SANCHEZ O., J. F. 1989. Análisis de la estabilidad y dinámica de sistemas de producción de cultivos en callejones. Tesis Mag. Sc. Turrialba, C.R., UCR-CATIE. 174 p.
- SANDOVAL, C.; ORDOÑEZ, R.; CALDERON, N.; OTAROLA T., A. 1985. La reforestación en las laderas de la Sierra de Omoa, Cortés. Tegucigalpa, Hond., COHDEFOR/CATIE. 17 p.
- SUMBERG, J.E. 1985. Note on estimating foliage yield of two tropical browse species. *Tropical Agriculture (Tri.)* 62(1):15-16.
- _____. 1986. Alley farming with *Gliricidia sepium*: germplasm evaluation and planting density trial. *Tropical Agriculture (Tri.)* 63(3):170-172.
- SKOUPY, J.; VACLAV, E. 1976. Growing of shade trees in the tea gardens of Bangladesh. *Silvaicultura Tropica et Subtropica (Checoslovaquia)* 5:77-84.
- VERA, G. 1987. Estado actual de la investigación en *Gliricidia sepium* (Jacq.), Walp. en México. In *Workshop on Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings. Ed. by D. Withington; N. Glover; J. L. Brewbaker. Nitrogen Fixing Tree Association (EE.UU.). Special Publication 87-01. p. 14-19.
- WIERSUM, F.; DIRDJOSOEMARTO, S. 1987. Past and current research with *Gliricidia* in Asia. In *Workshop on Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp: management and improvement (1987, Turrialba, C.R.). Proceedings. Ed. by D. Withington; N. Glover; J. L. Brewbaker. Nitrogen Fixing Tree Association (EE.UU.). Special Publication 87-01. p. 20-28.
- YAMOA, C.F.; AGBOOLA, A.A.; MULONGOY, K. 1986. Decomposition, nitrogen release and weed control by prunnings of selected alley cropping shrubs. *Agroforestry Systems (Holanda)* 4:239-246.
- _____; NILSON, G.F. 1986. Nutrients contribution and maize performance in alley cropping systems. *Agroforestry Systems (Holanda)* 4:247-254.

PERSONAL TECNICO DEL CATIE/PROYECTO MADELEÑA *

JEFATURA

Rodolfo Salazar, Ph.D.
Douglas Asch, 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.
Elí Rodríguez, Lic.

Extensionista Principal
Diseño Gráfico
Editor

PAISES

GUATEMALA

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

Coordinador Nacional
Economía

HONDURAS

Rolando Ordóñez, Das.

Coordinador Nacional

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.

Coordinador Nacional

* 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 y DIGEBOS de Guatemala, con la coordinación regional del CATIE.

**Publicación del Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple
MADELEÑA/CATIE/ROCAP 596-0117**

Editor : Elí Rodríguez Araya

Montaje de Artes Finales : Ana Loaiza

Levantado de Texto : Kathia Ramos

Impreso en Litografía e Imprenta LIL, S.A.

Edición de 1000 ejemplares

Se terminó de imprimir en el mes de agosto de 1991





Títulos de la colección

1. *Camaldulensis (E. camaldulensis)*
2. *Saligna (Eucalyptus saligna)*
3. *Casuarina (Casuarina equisetifolia)*
4. *Madreado (Gliricidia sepium)*
5. *Mangium (Acacia mangium)*
6. *Aripín (Caesalpinia velutina)*
7. *Ciprés (Cupressus lusitanica)*
8. *Pino Caribe (Pinus caribaea)*
9. *Guácimo (Guazuma ulmifolia)*
10. *Melina (Gmelina arborea)*
11. *Teca (Tectona grandis)*
12. *Bracatinga (Mimosa scabrella)*
13. *Pochote (Bombacopsis quinatum)*
14. *Leucaena (Leucaena leucocephala)*

Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza
Programa de Producción y Desarrollo Agropecuario Sostenido
Area de Producción Forestal y Agroforestal
Proyecto Cultivo de Arboles de Uso Múltiple
MADELEÑA
CATIE/ROCAP 590-0117