

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL.



Gliricidia sepium, Árbol de usos Múltiples en el trópico.

Por:

GREGORIO GOMEZ LANDEROS.

MONOGRAFIA.

Presentada como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.

Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo del 2004.

**UNIVERSIDAD AUTÓNOMA AGRARIA
“ANTONIO NARRO”**

DIVISIÓN DE CIENCIA ANIMAL.

DEPARTAMENTO DE PRODUCCIÓN ANIMAL.

Gliricidia sepium, Árbol de usos múltiples en el trópico.

Por:

GREGORIO GOMEZ LANDEROS.

MONOGRAFIA.

Que se somete a consideración del H. Jurado Examinador como Requisito Parcial para
Obtener el Título de:

INGENIERO AGRÓNOMO ZOOTECNISTA.

Aprobada por:

**M.C. Luis Pérez Romero.
Presidente del Jurado.**

**Dr. Juan José López González
Sinodal.**

**M.C. Myrna Julieta Ayala Ortega.
Sinodal.**

**Dr. Ramón F. García Castillo.
Coordinador de la División de Ciencia Animal.**

**Buenavista, Saltillo, Coahuila, México
Mayo del 2004.**

INDICE DEL CONTENIDO.

	Pág.
Índice de cuadros	vi
Índice de gráficas	vi
Índice de figuras	vi
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Objetivos	2
II. REVISIÓN DE LITERATURA	3
2.1 Importancia de las especies arbóreas y arbustivas del trópico	3
2.2 Descripción botánica	4
2.3 Clasificación taxonómica	5
2.4 Nombres comunes en México	6
2.5 Sinonimia	6
2.6 Descripción morfológica de la planta	6
2.7 Fenología de la planta	7
2.8 Aspectos fisiológicos de la planta	9
III. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRAFICA	11
IV. HABITAT DE LA PLANTA	13
V. IMPORTANCIA ECOLOGICA	13
5.1 Tipos de vegetación	13
5.2 Sistemas de aplicación de la especie	15
5.2.1 Sistema agroforestal	16
5.2.2 Ventajas y desventajas de los sistemas agroforestales	17
5.2.3 Los animales se benefician de los sistemas agroforestales	19
5.2.4 Sistemas silvopastoriles	21
5.2.5 Los sistemas silvopastoriles (SSP) como estrategia de producción ganadera	21
5.2.6 Especies arbóreas con potencial forrajero utilizables en sistemas silvopastoriles	23
5.2.7 Aspectos productivos y nutricionales de los árboles forrajeros	25
VI. ESTABLECIMIENTO Y CULTIVO	27
6.1 Preparación del terreno.	27
6.2 Escarificación	28
6.3 Inoculación	28
6.4 Factores relacionados con el establecimiento de las plantas	28
6.5 Propagación sexual	29
6.5.1 Usando planta producida en envase	29
6.5.2 Usando planta producida a raíz desnuda	29

6.6 Propagación asexual	30
6.6.1 Pseudoestacas	30
6.6.2 Estacas	30
6.6.3 Brotes	31
6. 7 Control de malezas	32
6. 8 Podas	32
6. 9 Plagas y enfermedades	32
6.10 Producción de semilla	32
VII. UTILIZACIÓN Y MANEJO	33
7.1 En la producción de abono verde	33
7. 2 Cortina rompevientos	34
7. 3 Sombra para cultivos	34
7. 4 En la reforestación	35
7. 5 Secuestro del carbono	35
7. 6 Combustible	36
7. 7 Cercas vivas	37
7. 8 Cerca viva de cocoite (<i>Gliricidia sepium</i>) propagado por estacas	40
7.8.1 Ventajas	40
7.8.2 Características de las estacas	40
7.8.3 Establecimiento de la cerca viva	41
7.8.4 Mantenimiento y manejo de la cerca viva.	41
7.8.5 Otras consideraciones	42
7.8.6 Beneficios	42
VIII. FORRAJE	42
8.1 Uso del <i>Gliricidia</i> como forraje	42
8.2 Rendimiento de la materia seca	44
8.3 Valor nutritivo	45
IX. PRODUCCION ANIMAL	48
9.1 Bovinos	49
9.2 Ovinos y Caprinos	51
9. 3 Porcinos	55
9.3.1 Productividad y rendimiento agronómico de recursos foliares en el trópico	57
9. 3.2 Valor nutritivo de las fuentes foliares.	58
9. 3.3 Factores antinutricionales	59
9. 3. 4 Métodos para incrementar el valor nutritivo de las harinas foliares.	60
9.4 Aves	61
9.5 En la alimentación de peces	62

9.6 Otros usos	62
X. RECOMENDACIONES	64
XI. CONCLUSIONES	65
XII. BIBLIOGRAFÍA	

AGRADECIMIENTOS.

Antes que nada quiero agradecerle a **Dios** por haberme dado la dicha de tener una familia tan maravillosa, hoy y siempre le estaré agradecido por haberme enseñado que puedo ser el arquitecto de mi propio destino, por estar conmigo a cada instante.

Agradezco de una manera muy especial a mi **ALMA MATER**, por darme la oportunidad de formarme profesionalmente en sus instalaciones, por darme los recursos para poder tener una herencia para toda la vida, por todas las experiencias tanto buenas como malas, por todo lo aprendido tanto como persona como por estudiante.

En especial.

A la **División de Ciencia Animal** por hacerme realidad mi meta trazada.

Gracias a la **M.C Luis Pérez Romero**, por su valioso apoyo para realizar este trabajo, asesoría, corrección y el tiempo dedicado, por la paciencia tenida, por su amistad, por ser un gran profesionalista que es muestra de dedicación y responsabilidad.

Agradezco a él **Dr. Juan José López González**, por su participación y valiosa colaboración en la revisión del presente trabajo y apoyo brindado.

Agradezco también a **M.C. Mirna Yulieta Ayala Ortega**, por el gran apoyo que me proporciono en este trabajo de Investigación, por la confianza y amplia disponibilidad que me brindo, por levantarme los ánimos con sus palabras de aliento....Gracias..

Le agradezco a todos mis **MAESTROS**, por su aportación de conocimientos y experiencias lo cual me ha servido para llegar a la realización de mi vida profesional.

A **mis compañeros de la XCVI Generación, y a mis** por compartir momentos inolvidables, por su amistad y respeto. A todas las personas que siempre me apoyaron en las buenas y en los momentos difíciles.

En especial:

Hugo, Victorino, Darío, Víctor Victoria, Abid, Fernando y Beatriz.

DEDICATORIA.

Dedico no solo este trabajo, sino todos mis logros a las dos personas más importantes de mi vida que son mis **Padres**, por que ustedes son el tesoro más valioso de mi vida, a ustedes debo mi vida.

Por ese gran apoyo, sacrificio y esfuerzo para la terminación de mis estudios, por la grandeza de hacerme un hombre útil a la sociedad y por haberme dado la mejor de las herencias.

Crecencia Landeros Pinto

Gregorio Gómez Martínez

A mis Hermanas:

**Lucecita del Carmen
Rubí**

Que han sido compañeras de toda la vida, por los lazos que nos unen y de quienes he recibido apoyo y comprensión en todo momento. Por compartir momentos agradables y difíciles. Con el cariño de siempre.

A todos mis sobrinos.

A la familia:

Miramontes Bautista

Por su apoyo moral e incondicional que me brindaron durante mi estancia en la universidad. Siempre estaré agradecido. Gracias por su amistad.

INDICE DE CUADROS

No. de cuadro	pagina
1. Especies melíferas y épocas de floración néctar-polinífera	8
2. Principales arbustos y árboles forrajeros y con uso actual o potencial como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles en zonas tropicales.	24
3. Intercepción de luz, producción y calidad de pasto a cielo abierto y bajo sombra de árboles leguminosos y no leguminosos.	26
4. Consumo de forrajes arbóreos en la EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda) Costa Rica.	27
5. Principales arbustos y árboles fijadores de nitrógeno (AFN) y sus usos actuales y potenciales en sistemas de producción agropecuaria en suelos ácidos tropicales.	39
6. Composición bromatológica del follaje de <i>Gliricidia sepium</i>	43
7. Composición química del follaje de <i>Gliricidia sepium</i>	44
8. Composición bromatológica de algunas fuentes foliares (% MS)	46
9. Ganancias de peso en toretes suplementados con <i>Gliricidia sepium</i>	51
10. Producción y composición de la leche de vacas suplementadas con árboles forrajeros	52
11. Composición química de especies de árboles y arbustos disponibles para la alimentación de rumiantes en el sur de México	53
12. Tasa y extensión de la digestión ruminal de MS, MO y PC de árboles forrajeros disponibles en Yucatán	54
13. Consumo voluntario y balance de nitrógeno en los ovinos que consumieron concentrado y <i>G. Sepium</i>	55
14. Plantas tropicales que pueden ser utilizadas como recurso foliar en la alimentación porcina.	57
15. Sustancias antinutricionales de algunas fuentes foliares y su efecto	59

INDICE DE GRÁFICAS.

No. de gráficas	pagina
1. Contenido de proteína cruda y digestibilidad de algunas especies arbóreas y gramíneas tropicales	47
2. Porcentaje del <i>Gliricidia</i> recomendable en la ración animal (M.S)	48
3. Resultados productivos obtenidos con la (<i>Gliricidia sepium</i>) en la engorda de ganado en Pastoreo (C. E. Balancán, Tabasco)	50

INDICE DE FIGURA.

No. de figura	pagina
1. Distribución natural e introducida del cocoite (<i>Gliricidia sepium</i>) en la América tropical	12
2. Varios son los productos y servicios que proveen los árboles	20
3. Diagrama de flujo de un sistema silvopastoril	22
4. Siembra semiautomatizada del cocoite en Venezuela utilizando estacas largas de 6 m y diámetros variables, en surcos hechos sobre terreno labrado a punto de siembra.	31
5. Cerca viva de <i>Gliricidia sepium</i> en Bali, Indonesia	37

INTRODUCCIÓN

En México existe una gran variedad de especies arbóreas y arbustos que tienen el potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción animal (Topps, 1992) lo cual puede ser una buena alternativa para la ganadería tropical mexicana y garantizar la conservación de los recursos y el ambiente.

Una de estas especies es el cocoite (*Gliricidia sepium*) originario de México y Centroamérica (Standley y Steyermaek, 1946) la cual presenta un amplio rango de adaptación, encontrando su mejor hábitat en regiones tropicales, pero con gran habilidad para prosperar en condiciones ecológicas desfavorables. Su potencial en la recuperación de suelos degradados, le ha justificado la atención prestada a esta especie.

Dichas características le reconocen como un recurso de suma importancia, usándose en programas de reforestación, control de la erosión, construcción, leña y con utilidad en la industria para la producción de ceras e insecticidas. La especie es ideal para la sombra permanente debido a que tiene ramas largas y mucho follaje, recupera la belleza natural del paisaje y tiene gran valor como refugio de la fauna.

El cocoite es una leguminosa que se considera actualmente con potencial en la alimentación animal, abarcando su contenido de proteína cruda de 20-30% y la digestibilidad in Vitro de 65-70% (Göhl, 1981).

Carew (1983) ha sugerido que el cocoite (*Gliricidia sepium*) se puede utilizar como una fuente de proteína para los rumiantes, sobre todo en el periodo de sequía, ya que los pastos tropicales, y en especial las gramíneas nativas, presentan bajos valores de proteína (inferiores a 8%) y digestibilidades de la

materia seca (MS) del 50% en promedio. Lo cual se traduce en baja producción de carne y leche de bovinos en pastoreo, por eso la importancia de árboles y arbustos de multipropósito como alternativas para el desarrollo del sistema de producción animal (Meléndez,1997). Lo anterior es importante en las áreas ganaderas donde por uso consecutivo del suelo por las gramíneas nativas se ha llegado aun déficit de la fertilidad del suelo, lo cual se refleja en una reproducción ineficiente por lo tanto para incrementar la productividad ganadera tropical es relevante disponer de especies adaptadas y persistentes a las condiciones edafoclimaticas y que contribuyan a mejorar el valor nutritivo de la ingesta de los animales.

1.1 Objetivos

Contribuir al conocimiento de algunos arbustos como la *Gliricidia sepium* de importancia económica del país.

Discutir algunos aspectos del valor nutritivo de varias especies de árboles y arbustos de usos múltiples que tienen el potencial para ser empleados en los sistemas de producción animal en el trópico mexicano.

II. REVISIÓN DE LITERATURA

2.1 Importancia de las especies arbóreas y arbustivas del trópico

El desarrollo de los sistemas ganaderos tradicionales extensivos en el trópico mexicano a partir de los años 40, se llevó a cabo debido a la destrucción de grandes extensiones de bosques y selvas para abrir paso al monocultivo de pastos. Esto condujo a una severa reducción de la biodiversidad vegetal y animal. Los sistemas ganaderos extensivos han contribuido poco al desarrollo rural (alimentación, salud, educación); por ejemplo, es precisamente en el sur de México (Chiapas, Oaxaca, Yucatán) donde se observan los cuadros de desnutrición más severa entre la población rural infantil. La ganancia de peso en los sistemas de producción de rumiantes basados en el monocultivo de pastos es baja; en el sur del estado de Yucatán, la ganancia de peso en toros en crecimiento pastoreando *Panicum maximum* durante un año (1995) fue únicamente de 415 g/cabeza/día (J. Ku, resultados no publicados). Resultados similares fueron reportados por Jarrillo y Ramírez (1997) en el mismo sitio con novillas, encontrando una ganancia de peso promedio de 450 g/cabeza/día a través del año.

Entre las diferentes alternativas disponibles para reducir el deterioro ambiental producido por el auge expansionista de la ganadería tradicional extensiva en el trópico mexicano, se tiene la implementación de prácticas de tipo agroforestal (silvopastoreo), que impulsan la integración de árboles y arbustos con la producción animal y que podrían dar la pauta para el desarrollo de sistemas de producción sustentables que no atenten contra el frágil equilibrio ecológico del trópico mexicano, y que inclusive pudieran mejorar el rendimiento animal (ganancia de peso, producción de leche) sin tener que depender de insumos externos.

En México existe una gran variedad de especies de árboles y arbustivas que tienen potencial para ser incorporadas en los sistemas de producción de rumiantes en el trópico (Topps, 1992; Sotelo, Contreras y Flores, 1995; Toledo *et al.* 1995; Soto *et al.*, 1997), las cuales podrían introducir elementos de sostenibilidad en los sistemas ganaderos actuales (Enkerlin *et al.*, 1997) al hacerlos menos dependientes de insumos externos (concentrados energéticos y

proteicos) que tienen que ser adquiridos a un costo elevado para la finca (Loker, 1994). Por ejemplo, el árbol de *Brosimum alicastrum* se encuentra presente en una proporción considerable de los patios de las casas en la zona rural y urbana del estado de Yucatán, México, y su uso como forraje de corte está ampliamente difundido desde hace muchos años. El uso de árboles y arbustos en los sistemas de producción animal tropical tienen varias ventajas entre ellas sus múltiples usos. Pueden ser empleados como cerco vivo (*Gliricidia sepium*, *Jatropha curcas*), como sombra (*Enterolobium cyclocarpum*, *Brosimum alicastrum*, etc.), leña, con propósitos ornamentales, etc.

El follaje de los árboles y arbustos han constituido una fuente de forraje importante para la ganadería en el trópico. Sin embargo, muy pocos ganaderos incluyen en sus sistemas de producción estos recursos; su importancia como alternativa de alimentación radica en el alto valor nutritivo y persistencia del follaje a lo largo del año, en comparación con los pastos (Meléndez, 1997). Así como otros beneficios; control de la erosión del suelo, fijación de nitrógeno atmosférico y captura de CO₂. Dentro de las arbustivas con alto potencial se encuentra el cocoite (*Gliricidia sepium*) (Jacq) Kunth ex Walp del cual a continuación se remarca su importancia.

2.2 Descripción botánica

La *Gliricidia sepium* (Jacq) Kunth ex Walp es un árbol de tamaño pequeño a mediano que alcanza alturas de 2 a 15 metros. Puede ser un árbol ya sea de tallo sencillo o tallos múltiples con troncos de diámetro de 30 cm. La corteza es entre gris-café y blanquecina y puede ser profundamente corrugada en los árboles viejos de grandes diámetros. Las hojas son opuestas en su composición y alternas en su arreglo y de 20 a 30 cm de largo. Las hojitas tiernas son generalmente opuestas en su arreglo, de forma oblonga y puntiagudas. En algunos especímenes las hojitas pueden ser elípticas con puntas redondeadas. Hay de 7 a 25 retoños en cada hoja y el tamaño aumenta hacia la punta. Los retoños tienen de 40 a 80 mm de ancho (Lavin, 1996).

La floración corresponde al comienzo de la estación seca cuando los árboles han perdido sus hojas. En su medio natural la floración ocurre de noviembre a marzo. En áreas sin una estación seca pronunciada, la floración puede ocurrir todo el año pero se forman pocas vainas (Lavin, 1996; Simons, 1996). Las flores son de color rozado a rozado pálido, desvaneciéndose a blanco con manchas café o púrpura desvanecido con la edad (Lavin, 1996). Las flores son polinizadas por las abejas más grandes solitarias (*Xylocopa fimbriata*) y las especies *Centris* en el medio natural del árbol. Otros polinizadores posibles tienen problemas para acceder a la flor debido a lo rígido de los pétalos (Simons, 1996). La falta de polinizadores efectivos dificultará grandemente la producción de vaina y semilla. Las vainas pueden alcanzar un tamaño completo de 10 a 20 cm, dentro de tres semanas de fertilización. Las suculentas vainas verdes se vuelven como de madera y amarillas con la maduración, la que requiere de 35 a 60 días. Las vainas contienen de 3 a 10 semillas y revientan con explosión (Lavin, 1996; Simons, 1996). La colecta de semilla se recomienda previa a la apertura de las vainas.

2.3 Clasificación taxonómica

Reino.....	Vegetal
División.....	Magnoliophyta
Clase.....	Magnoliopsida
Subclase.....	Rosidae
Orden.....	Fabales
Tribu.....	Papilionoideae
Familia.....	Leguminosae o Fabaceae
Subfamilia.....	Faboideae
Género.....	<i>Gliricidia</i> Kunth
Especie.....	<i>sepium</i> (Jacq.) Kunth ex Walp

(http://plants.usda.gov/classification/output_report.cgi?3|S|GLSE2|b|140|+63)

2.4 Nombres comunes en México

***Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Walp.**

De acuerdo al lugar y dialectos, se le conoce como: Cacahuanano (Rep.Mex.) ; Cocuite (Oax.); Cacahuiananche (Mich., Gro.,Sin., Nay.); Coccoite, Chanté, Mata ratón, Yaité (Chis.);Cocomuite; Cocuitle, Muiti (Ver.); Cuchunuc (l. zoque,Chis.); Frijolillo (Mex.); Guie-niiza, Yaga-le (l. zapoteca,Oax.); Muites; Mata rata (Gro.); Sayab, Sayuiab,Sakyab (Yuc.); Tunduti (l. mixteca, Oax.); Ujcum (l.tzeltal, Chis.); Xab-yaab (l. maya, Yuc.); Jelelte (l.huasteca, S.L.P.); Flor de San José, Palo de corral(S.L.P.).

2.5 Sinonimia

Galedupa pungam Blanco; *Gliricidia lambii* Fernald ; *Gliricidia maculata* (Kunth) Steud. ; *Gliricidia maculata* (Kunth) Walp. ; *Gliricidia maculata var.multijuga* Micheli;*Gliricidia sepium* (Jacq.) Kunth ex Griseb ;*Gliricidia sepium* (Jacq.) Steud ; *Gliricidia sepium* fo. *maculata* (Kunth) Urb. ; *Lonchocarpus maculatus* (Kunth) DC. ; *Lonchocarpus sepium* (Jacq.)DC. ; *Millettia luzonensis* A. Gray ; *Robinia hispida* L.; *Robinia maculata* Kunth ; *Robinia sepium* Jacq. ;*Robinia variegata* Schltld.

2.6 Descripción morfológica de la planta

La información que ha continuación se menciona se adapto de la siguiente dirección:
(http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/29-legum19m.pdf)

Forma. Árbol, arbusto caducifolio, de 2 a 15 m hasta 20 m de altura, con un diámetro a la altura del pecho entre 25 y 60 cm, normalmente más pequeño a 30 cm.

Copa / Hojas. Copa irregular. Amplia cobertura del follaje. Hojas compuestas, alternas, e imparipinnadas. Miden de 12 a 30 cm de largo (incluyendo el pecíolo). Compuestas por 7 a 25 folíolos opuestos de 3 a 8 cm de largo por 2 a 4 cm de ancho, ovados a elípticos, con el margen entero.

Tronco / Ramas. Tronco un poco torcido. Ramas ascendentes y luego horizontales. La forma del árbol es variable, desde erecta y recta en algunas procedencias, hasta retorcida y muy ramificada, con tallos múltiples originados cerca de la base.

Corteza. *Externa* es escamosa a ligeramente fisurada, pardo amarillenta a pardo grisáceo y la interna es de color crema amarillenta, fibrosa, con olor y sabor a rábano. Su grosor total es de 8 a 10 mm.

Flor. Las flores son rosadas y se agrupan en racimos densos de 10 a 20 cm de largo, situados en las axilas de las hojas caídas. Cada racimo tiene de 15 a 50 flores zigomorfas, de 2 a 3 cm de largo, dulcemente perfumadas. Corola en forma de mariposa.

Fruto. Vainas lineares y dehiscentes a lo largo de 2 suturas, aplanadas, de 10 a 20 cm de largo y 1 a 3 cm de ancho, agudas, péndulas, con nervadura fina, verde limón o pardo claras cuando nuevas y oscuras al madurar. Cada vaina con 3 a 10 semillas.

Semilla. Las semillas son pardo-amarillentas, de 7.9 a 18 mm de largo por 12 a 15 mm de ancho, casi redondas, aplanadas, de superficie lisa. El hilo es blancuzco, ligeramente protuberante y contiguo al micrópilo. La testa es dura y ósea.

Raíz. En plantas provenientes de semillas el sistema radical es fuerte y profundo, con una raíz pivotante y raíces laterales en ángulos agudos respecto de la raíz principal. En las plantas provenientes de estacas, las raíces son superficiales.

Sexualidad. Hermafrodita.

Numero cromosómico: $2n = 22, 28$.

2.7 Fenología de la planta

Follaje. Caducifolio. Los árboles pierden las hojas en la época de floración.

Floración. Florece de febrero a marzo. En Chamela, Jalisco, florece de noviembre a junio y en Tuxtla Gutiérrez (Chiapas) y Veracruz, de marzo a mayo. En su ámbito natural la floración es relativamente uniforme (ver cuadro 1). Las flores son melíferas y las visitan muchas abejas.

Fructificación. Los frutos maduran de febrero a marzo o de junio a julio .

Polinización. La polinización primaria es llevada a cabo por abejorros (*Xylocopa fimbriata* y *Centris*)

Cuadro.1 Especies melíferas y épocas de floración néctar-polinifera (Vega y Luna 1997 adaptado por krishnamurthy y Ávila, 1999).

Especies	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio	Agosto	Sep.	Octubre	Nov.	Dic.
<i>Piscidia comunis</i>				***	***							
<i>Bucida buceras</i>			***	***								
<i>Metopium brownei</i>			***	***								
<i>Gymnopodium antigonoides</i>			***	***								
<i>Vigueira dentata vaar.</i> <i>Helianthoides</i>	***	***										
<i>Acacia gaumeri, green</i>						***	***					
<i>Vitex gaumeri, green</i>			***	***								
<i>Ipomea sidaefolia, choisy</i>		***									***	***
<i>Lonchocarpus longistylus</i>				***	***							
<i>Lonchocarpus castilloi</i>				***	***	***						
<i>Talisia oleuaeformis</i>			***	***								
<i>Spondias mombim</i>					***	***						
<i>Gliricidia sepium</i>				***	***							
<i>Lysiloma bahamensis</i>					***	***						
<i>Delonix regia</i>				***	***							
<i>Maematoxylon campechianom</i>			***	***								
Otras especies						***	***	***	***	***	***	***

** la floración en la selva es de diversos árboles que sirven mas para sostener a las abejas sin que haya producción (comercial)

2.8 Aspectos fisiológicos de la planta

Algunos aspectos fisiológicos de *Gliricidia sepium* se mencionan a continuación (http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/29-legum19m.pdf)

Presenta nódulos fijadores de nitrógeno en las raíces. Simbionte: *Rhizobium* y/o *Bradyrhizobium*. El establecimiento y la formación de nódulos en estacas recién plantadas se inician entre el segundo y tercer año de plantadas.

Adaptación. Especie de fácil adaptación.

Competencia. Las plántulas son muy sensibles a la competencia. Se debe practicar un control de malezas hasta que los individuos estén bien establecidos. El árbol suprime el crecimiento de las malezas bajo su sombra. Esto se debe a la sombra moderadamente densa y también posiblemente a algún efecto tóxico de la hojarasca.

Crecimiento. Especie de muy rápido crecimiento (aún en zona semiárida) y rápido desarrollo de la superficie foliar, alcanzando la proyección de copa en un año (una superficie de 6 a 2 m). El crecimiento en altura muestra un incremento medio anual de 0.7 a 3.3 m.

Descomposición. Descomposición foliar rápida. Su hoja se descompone muy rápido en el suelo y no se ve una acumulación de hojarasca bajo el árbol.

Establecimiento. Facilidad de establecimiento y manejo.

Interferencia. Carácter alelopático. Se ha determinado la presencia de varios flavonoides que podrían ser los causantes de la toxicidad de la especie y de un posible efecto alelopático.

Regeneración. La *Gliricidia sepium* tiene una notable capacidad de regenerarse vigorosamente, después de la acción perturbadora de un agente externo (heladas, ramoneo, corte o poda), dominando muchas áreas de crecimiento secundario. En su ámbito natural es común encontrar rodales o grupos de árboles de esta especie regenerados naturalmente, debido principalmente a su alta producción de semillas, a su capacidad para soportar períodos prolongados de sequía, a su capacidad para germinar en suelos desnudos y pobres y por su tolerancia a incendios.

Conservación. Bajo óptimas condiciones de almacenamiento (6 a 10 % de contenido de humedad a 4 °C) las semillas permanecen viables por más de 10 años. A 50 % de contenido de humedad y 17 °C pueden almacenarse por un año.

Dispersión. Sus vainas son elásticamente dehiscentes, sus valvas coriáceas se abren violentamente y se enrollan hacia atrás lanzando las semillas cerca de 25 m y hasta 50 m del árbol padre. La dehiscencia y liberación de semillas se extiende por un periodo de 2 meses.

Germinación. Tipo: epigea. Se inicia a las 48 a 96 horas después de la siembra. A los 4 días surgen las primeras raíces laterales y comienza la expansión de los cotiledones y el crecimiento secundario del tejido vascular que ocurre precozmente a los 38 a 43 días.

Porcentaje de germinación. El porcentaje de germinación va de 81 a 93 %. La germinación es alta y uniforme, generalmente mayor del 90 %. Se presentan semillas de 2 colores: café oscuras y café claras. Las semillas oscuras no germinan tan bien como las claras (33 y 84 % respectivamente). Cuando las semillas llegan a envejecer, la proporción de semillas oscuras se incrementa.

Número de semillas por kilogramo. Es de 4,500 a 11,000 semillas con un promedio de 8,000. Para completar un kilo se necesitan alrededor de 1,000 vainas.

Recolección. La colecta de semillas se recomienda antes de que abran las vainas.

Tratamiento pregerminativo. 1. No requiere tratamiento pregerminativo pero se pueden hidratar las semillas por 24 horas. 2. Escarificación mecánica con elementos abrasivos como papel lija o lima. 3. Sumergir en agua a 80 °C y remojar por 24 horas.

Viabilidad. No posee ningún tipo de latencia. La semilla puede conservar su viabilidad hasta por 4 años, a una temperatura de 5 °C, empacada en bolsa plástica sellada o en frasco hermético de vidrio. El porcentaje de viabilidad de la semilla es variable, dependiendo del tiempo que pase almacenada. Recién cosechadas éste suele ser del 95 al 100 %, pero después de un año, la viabilidad se reduce dramáticamente.

Tipo de semilla Ortodoxa.

III. ORIGEN Y DISTRIBUCIÓN GEOGRÁFICA

Con la intervención del hombre, se encuentra distribuida en la vertiente del Golfo desde Tamaulipas, San Luis Potosí, norte de Puebla, y Veracruz, hasta la Península de Yucatán, y desde Sinaloa, hasta Chiapas, en la vertiente del Pacífico. Dentro de una altitud de 0 a 700 (1,600) msnm. Por Estados, se localizan en: Campeche, Colima, Chiapas, Jalisco, México, Michoacán, Morelia, Nayarit, Puebla, Quintana Roo, San Luis Potosí, Sinaloa, Tamaulipas, Veracruz, Yucatán, Oaxaca, Tabasco, Guerrero. Standley y Steyermark (1946), documentaron sobre la distribución nativa *del Gliricidia sepium* y registraron su ocurrencia hasta una altitud de 1,600 msnm en México a través de América Central a América del Sur. La aceptación de esta distribución por revisiones posteriores incluye los de NAS (en los 80) y de Falvey (1982). Nativa de las zonas bajas de México y partes secas de América Central. Se pueden encontrar algunos árboles *silvestres* formando parte de selvas medianas perennifolias y en vegetación secundaria. Se presenta en rodales naturales en Costa Rica, Nicaragua, Honduras, El Salvador, Guatemala y Panamá. Se extiende naturalmente desde el sur de México, por toda América Central hasta Colombia, Venezuela y las Guayanas. Su amplitud ecológica va de los 7° 30' de latitud sur en Panamá, hasta los 25° 30' latitud norte en el noroeste de México.

Hughes (1987) fue el primero en distinguir entre el natural y las distribuciones naturalizadas del *Gliricidia sepium*, en su examen genecológico comprensivo de la gama nativa. En su mapa tentativo de la distribución, asignó las poblaciones costeras atlánticas y las poblaciones suramericanas norteñas como sitios nativos así de restricción naturalizados solamente a los bosques secos de la costa pacífica en México y América Central. Los sitios muestreados por Hughes se extendieron en altitud de 1,100 msnm, y en la precipitación anual a partir del 650 a 3,500 milímetros.

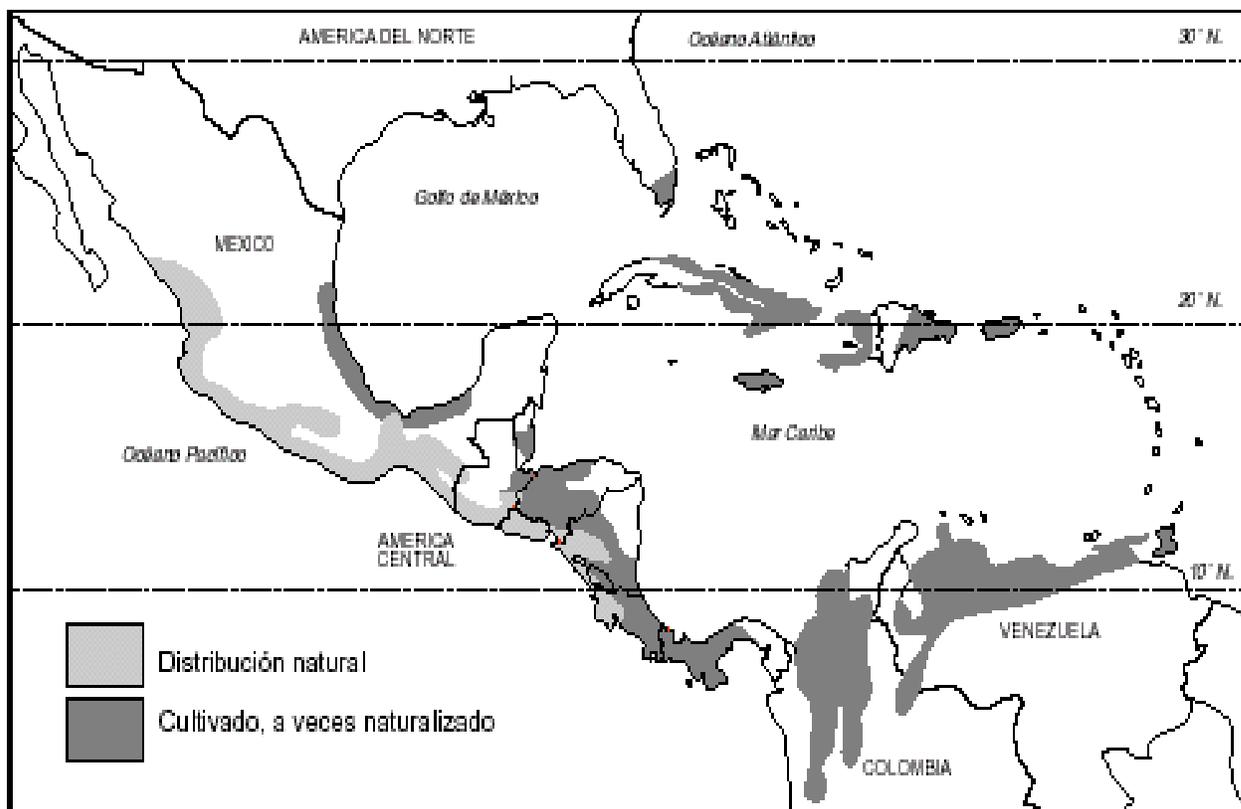


Figura. 1 Distribución natural e introducida del cocoite, *Gliricidia sepium*, en la América tropical (<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Gliricidiasepium.pdf>).

Se ha introducido y naturalizado con éxito en muchas zonas tropicales: en el norte de América del Sur, hasta Brasil, en el Caribe, Hawaii, Florida (Estados Unidos), oeste de África, sureste de Asia (Tailandia, Filipinas e Indonesia) y Australia. Nativa de Centroamérica y norte de Sudamérica. Naturalizada en Cuba, Jamaica, Santo Domingo, Haití, Puerto Rico, Trinidad y Curazao. El verdadero alcance natural del *Gliricidia sepium* está restringido a las tierras secas y sub húmedas de las costas del Pacífico de México y Centro América, y adyacentes a los valles en tierra seca del interior (Simons, 1996). Los indígenas de América domesticaron las especies en otras partes de Centro América. Los españoles las introdujeron en el Caribe y en las Filipinas. En el último siglo la *Gliricidia* se ha vuelto común en los trópicos.

IV. HÁBITAT DE LA PLANTA

Su capacidad de adaptación la ha llevado a ocupar dunas costeras ligeramente salinas, bancos ribereños, planicies inundables, faldas de montañas, barrancos, áreas perturbadas, terrenos abiertos y terrenos inestables de las orillas de los ríos. En su ámbito de distribución natural prevalece un clima subhúmedo relativamente uniforme, con temperaturas de 20 a 30 °C, precipitaciones anuales de 500 a 2.300 mm y 5 meses de período seco. Crece igualmente en suelos derivados de material calcáreo, ígneo o volcánico. Tolera una gran variedad de suelos, menos aquellos que tengan deficiencias serias de drenaje interno. Se adapta tanto a suelos húmedos como a secos. Se desarrolla en una gran variedad de suelos que van 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. Tolera un pH entre 5.5 y 7, 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.

V. IMPORTANCIA ECOLÓGICA

Como especie secundaria, muestra ser muy competitiva y tiene gran capacidad para establecerse como pionera en la regeneración secundaria. Es un árbol abundante en las regiones tropicales.

5.1 Tipos de vegetación

Los tipos de vegetación en que se encuentra se menciona a continuación.

1. Bosque tropical perennifolio (matorrales secundarios).
2. Bosque tropical subcaducifolio.
3. Bosque tropical caducifolio (matorrales secundarios).

La selva alta perennifolia también conocida como bosque tropical perennifolio, se caracteriza por ser la más exuberante gracias a su clima de tipo cálido húmedo con una temporada sin lluvias muy corta o inexistente, por lo que el agua no es un

factor limitante. La altitud en la que se le puede encontrar varía entre los 0 a 1,000 o 1,500 msnm, su temperatura varía entre 20° C a 26°C, y su precipitación mínima es de 1,500 a 4,000 mm al año.

En nuestro país su distribución comprendía desde la región de la Huasteca, en el sureste de San Luis Potosí, norte de Hidalgo y de Veracruz, hasta Campeche y Quintana Roo, abarcando porciones de Oaxaca, Chiapas y Tabasco, aunque en la actualidad gran parte de su distribución original se ha perdido por actividades agrícolas y ganaderas. Las áreas mejor conservadas se encuentran en el sureste en la Península de Yucatán, en la “selva Lacandona”, en el noreste de Chiapas y en la “selva el Ocote” en la región limítrofe de Chiapas, Oaxaca y Veracruz. La composición florística del bosque tropical perennifolio es muy variada y rica en especies, aunque llama la atención que pocas de ellas sean endémicas. Predominan árboles de más de 25 m de altura, que permanecen verdes durante todo el año como el *Manilkara zapota*, o “chicle”, cuyo látex es utilizado como goma de mascar, o el *Bernoullia flammea* o “platanillo”, así como numerosas especies de orquídeas que crecen sobre los árboles y helechos de diferentes formas y tamaños. También se puede encontrar una buena representación de epífitas y lianas, las cuales confieren a estas comunidades vegetales su particular fisonomía (Rzedowski ,1978).

La selva mediana también denominada bosque tropical subcaducifolio, se caracteriza porque cuando menos la mitad de sus árboles pierden las hojas en la temporada de sequía. Se distribuye entre altitudes entre 0 a 1,300 msnm, con temperaturas entre 0°C a 28 °C y con precipitaciones anuales entre 1,000 a 1,600 mm. En general se considera que se trata de bosques densos que miden entre 15 a 40 m de altura, y más o menos cerrados por la manera en que las copas de sus árboles se unen en el dosel. Su distribución geográfica se presenta de manera discontinua desde el centro de Sinaloa hasta la zona costera de Chiapas, por la vertiente del Pacífico y forma una franja angosta que abarca parte de Yucatán, Quintana Roo y Campeche, existiendo también algunos manchones aislados en Veracruz y Tamaulipas (Rzedowski,1978). Gran parte de área ocupada por la vegetación original, es usada ahora para agricultura nómada, de riego y temporal,

así como para cultivos principalmente de maíz, plátano, frijol, caña de azúcar y café. En este último caso, se mantienen árboles para proporcionar sombra. También algunas especies de árboles son usadas con fines maderables

La selva baja conocida también como bosque tropical caducifolio, es característica de regiones de clima cálido, que se desarrolla entre los 0 a 1,900 msnm, con una temperatura media anual de 20 a 29°C, que presenta con relación a su grado de humedad, una estación de secas y otra de lluvias muy marcadas a lo largo de año, por lo que su precipitación media varía de 300 a 1,800 mm. Son comunidades relativamente bajas, que en condiciones poco alteradas suelen ser densas con árboles de hasta 15 m de alto, más frecuentemente entre 8 a 12 m. Pueden presentar colores llamativos y pierden las hojas en forma casi total durante un lapso de 5 a 8 meses del año. Este tipo de vegetación es más bien propio de la vertiente pacífica del país, cubriendo grandes extensiones casi continuas desde el sur de Sonora y el suroeste de Chihuahua hasta Chiapas, así como parte de baja California Sur. En la vertiente del Golfo se presentan tres franjas aisladas mayores: una en Tamaulipas, San Luis Potosí y norte de Veracruz, otra en el centro de Veracruz y una más en Yucatán y Campeche (Rzedowski , 1978). Entre las especies más frecuentes de este tipo de vegetación se encuentran la *Bursera* spp “cuajote” o “copal”, *Ceiba aesculifolia* “pochote” e *Ipomea* spp, entre otras. En este caso, no son frecuentes las plantas trepadoras ni las epífitas, sin embargo, son comunes cactus de formas columnares, como *Neobuxbaumia* “gigante”. A pesar de que este tipo de vegetación representa zonas de gran diversidad y endemismos; actualmente es un ecosistema que se encuentra seriamente amenazado, con una tasa de destrucción de alrededor del 2% anual.

5.2 Sistemas de aplicación de la especie

Se desarrollan policultivos (maíz-naranja-cocoíte; *Leucaena-Gliricidia-Calliandra*) y plantaciones extensivas con el objeto de producir leña, postes y/o madera, en diversos países del Nuevo y Viejo continente (en México no ha sido aprovechada de esta manera). En años recientes se ha convertido en un foco de

investigación agronómica donde están involucradas varias organizaciones. Por ejemplo, el Instituto Forestal de Oxford (OFI) ha reunido una extensa colección de *G. sepium* y está coordinando una red mundial de evaluaciones. También se han realizado numerosas investigaciones en el Centro Internacional para Ganado en África y en el Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE) en Turrialba, Costa Rica. Un análisis de los resultados de los ensayos de especies y procedencias realizados mundialmente a partir de la iniciativa del OFI, indica que *Gliricidia* es la sexta especie en sobrevivencia en 14 países y la cuarta en producción de biomasa.

5.2.1 Sistema agroforestal

Esta especie forrajera presenta grandes expectativas de uso en sistemas silvopastoriles por su notable desarrollo anual y abundante producción de follaje (biomasa) por ramas primarias de origen vegetativo. Árbol multipropósito de gran interés agroforestal (con una base de conocimiento acumulada). Frecuentemente encontrada en el huerto familiar totonaca (Veracruz), en los potreros (cercas vivas) y proporcionando sombra en los cultivos perennes (cacao). Se ha usado en los siguientes sistemas agrosilvícolas: barbechos mejorados, cultivos en callejones, callejones forrajeros, cultivos en estratos múltiples, cortinas rompevientos, plantación en linderos y postes vivos.

La agroforestería se refiere a una amplia variedad de sistemas de uso de la tierra donde los árboles y arbustos se cultivan en una combinación interactiva con cultivos y/o animales para múltiples propósitos y se considera como una opción viable para el uso sostenible de la tierra.

La definición actual del ICRAF (1997) es que la agroforestería es un sistema dinámico, basado ecológicamente, en el manejo de los recursos naturales que, a través de la integración de árboles en las tierras agrícolas y de pastizales, diversificada y sostiene la producción para aumentar los beneficios ambientales, económicos y sociales de los usuarios de la tierra en todos los niveles.

Sánchez (1995) define la agroforestería como la práctica tradicional de cultivar árboles en granjas para el beneficio de la familia agrícola y pecuario.

La siguiente definición de agroforestería propuesta por Lungdren y Raintree (1982) es ampliamente aceptada y se han hecho mayores desarrollos en el campo durante las dos últimas décadas. La agroforestería es un nombre colectivo para los sistemas del uso de la tierra y tecnologías donde las perennes leñosas (árboles, arbustos, palmas, bambúes etc.) se usan deliberadamente en las mismas unidades de manejo de tierra con cultivos agrícolas y/o animales en alguna forma de arreglo espacial o de secuencia temporal.

5.2.2 Ventajas y Desventajas de los sistemas agroforestales.

Ventajas

- **Adiciones de nutrientes**

Fijación biológica del nitrógeno: los microorganismos (bacterias u hongos) en los nódulos de la raíz de los árboles fijan el nitrógeno que los cultivos pueden usar.

Abono verde. La hojarasca del árbol o podas incorporadas proporcionan nutrientes y materia orgánica al suelo. Los nutrientes también son proporcionados por las raíces de los árboles desde debajo de la superficie del suelo para la formación de follaje que se usa eventualmente como abono verde para los cultivos.

- **Conservación del agua**

Materia orgánica: la materia orgánica que los árboles agregan al suelo (hojarasca, raíces) aumenta la habilidad del suelo para absorber y retener el agua.

Rompevientos: entre y durante las temporadas de cultivo, los árboles actúan como rompevientos y por vientos elevados y secos.

Sombra: las copas de los árboles, al proporcionar sombra al suelo descubierto, pueden reducir las pérdidas de evaporación entre las temporadas de cultivo.

Descomposición de la raíz: la poda periódica de los árboles en los sistemas agroforestales provoca que una porción de sus raíces muera. A través de la descomposición agregan materia orgánica al suelo (Young, 1997).

- **Conservación del suelo**

Las perennes leñosas plantadas en los setos a lo largo de los contornos actúan como una estructura física y reducen así la erosión del suelo y el escurrimiento del agua. La hojarasca sobre la superficie del suelo, así como también la protección por la copa del árbol, disminuye la fuerza con la cual las gotas de lluvia golpean el suelo. Esto da por resultado cantidades mas grandes de infiltración de agua y disminuye la erosión del suelo por corrientes por el viento. La barrera rompevientos proporcionada por los árboles reduce la velocidad del viento a través del campo de cultivo, reduciendo así la cantidad de suelo erosionado por el viento.

- **Conservación de biodiversidad**

En comparación a los bosques tropicales las áreas extensas de pasturas solo proveen hábitat para muy pocas especies. En las zonas de bosque seco las pasturas son manejadas con fuegos de anuales que estimulan el rebrote de las pasturas. Las pocas especies tolerantes a fuego, comúnmente denominadas malezas, que germinan después de este, son eliminadas manualmente para reducir la competencia con las gramíneas útiles. En estas áreas la diversidad de plantas y animales esta decreciendo continuamente (Ibrahim et al, 2000). Los sistemas silvopastoriles son diseñados por el hombre y modificados en el tiempo por la naturaleza. Si ellos son usados para conectar parches de bosques, ellos pueden servir como corredores biológicos para animales y plantas.

El estado de Tabasco estaba originalmente cubierto por selvas en un 60% de la superficie, sin embargo en los últimos años cerca del 80% de esta vegetación ha desaparecido a una tasa de 600 km² ó más al año como resultado de la actividad humana, siendo las tierras bajas en donde ha ocurrido la mayor transformación de la selva a pastizales. La fragmentación y aislamiento del hábitat natural de los primates silvestres por la actividad humana ha provocado la reducción de su área de distribución en México orillándolos a subsistir pequeños parches de selva tropical y hábitats no naturales como los son los sistemas

agroforestales. La destrucción del hábitat natural de las tres especies de primates mexicanos (dos especies de mono aullador: (*Alouatta palliata* y *Alouatta pigra*) y una especie de mono araña (*Ateles geoffroyi*), ha provocado la reducción de su distribución en el país poniéndolas bajo riesgo de extinción. Actualmente, estos primates, son habitantes de parches de selva tropical (México) y de algunos sistemas agroforestales (<http://www.primatesmx.com/primcomalcalco.htm>).

Desventajas

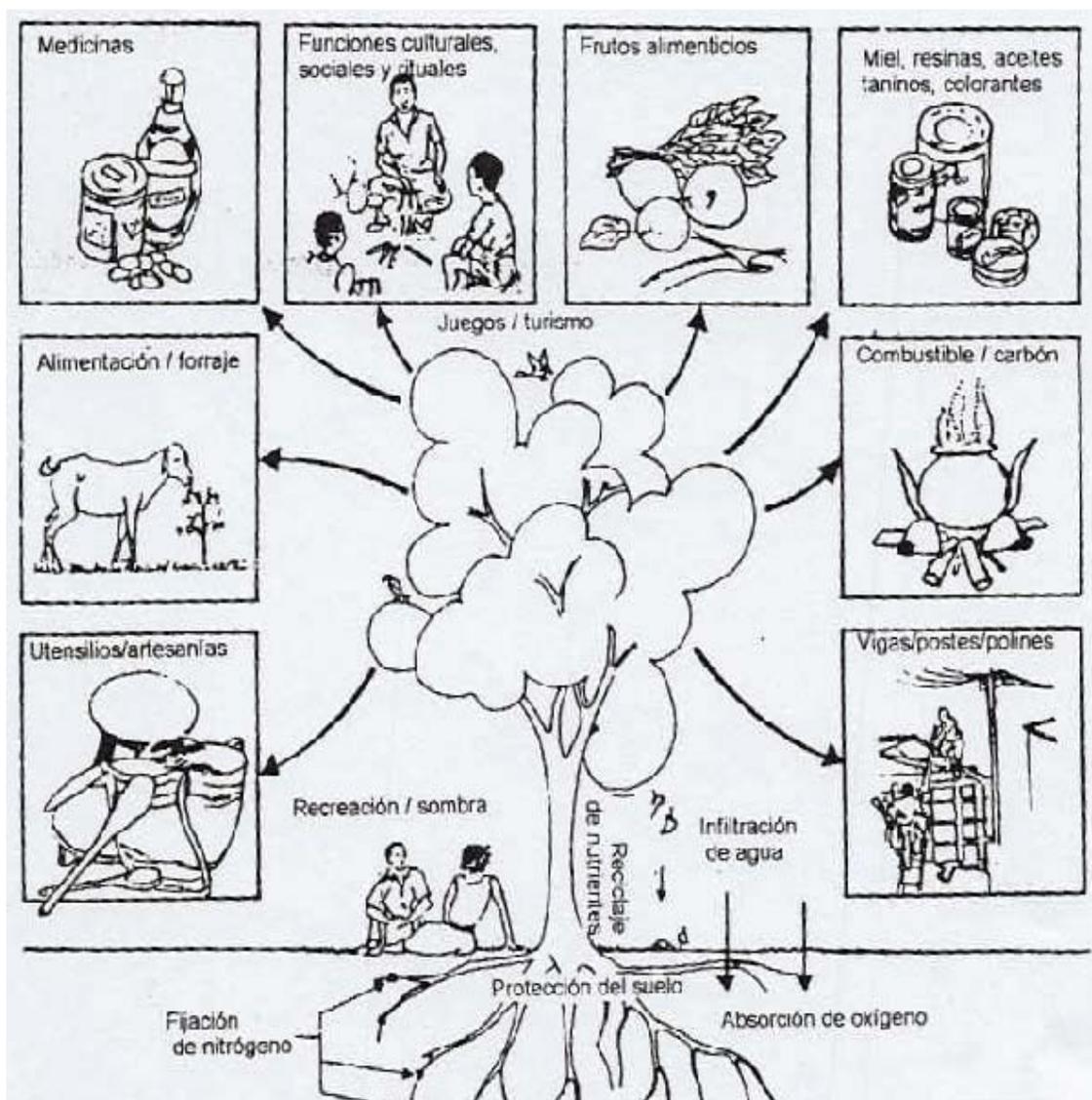
- La gran mayoría de los agricultores y ganaderos de América tropical están acostumbrados a trabajar en áreas despejadas y limpias, lo cual implica un paisaje sin árboles en lotes para cultivos y pasturas.
- La cobertura arbórea, principalmente si es muy densa, puede competir severamente contra las plantas herbáceas asociadas.
- Los árboles pueden dificultar o incluso impedir la cosecha del forraje herbáceo y el mantenimiento mecanizado de las pasturas asociadas.
- Los árboles jóvenes, recién plantados o provenientes de la regeneración natural, deben ser protegidos para evitar su daño por el ramoneo de los animales en pastoreo.
- Para los productores es difícil conseguir comercialmente semilla o árboles jóvenes para su propagación o transplante.

5.2.3 Los animales se benefician de los sistemas agroforestales

Muchas especies de árboles agroforestales proveen un forraje nutritivo, rico en proteína para el ganado, además de un ambiente favorable como la sombra. Los agricultores a pequeña escala, en particular, pueden usar el follaje y las vainas para incrementar la producción de sus animales. Durante los periodos secos, cuando escasea el alimento para el ganado, los árboles continúan produciendo forraje y el agricultor puede tener animales sanos proporcionándoles forraje de las especies agroforestales durante todo al año. Esto puede lograrse ya sea por el

método de corte y acarreo del forraje o permitiendo que el ganado ramonee en los árboles.

La siguiente definición de árboles de usos múltiples de Burley y von Carlowitz (1984) es comúnmente aceptada por la comunidad científica. Un árbol de usos múltiples es una perenne leñosa cultivada deliberadamente para proveer mas de una contribución importante a la producción o servicio (por ejemplo, protección, sombra, sostenibilidad de la tierra) del sistema de uso de la tierra que él ocupa.



2. Varios son los productos y servicios que proveen los árboles Getahun y Reshid,1998 adaptado por Krisnanurthy y Avila, 1999.

5.2.4 Sistemas silvopastoriles

Los sistemas silvopastoriles se refieren a un amplio rango de técnicas agroforestales donde se combina la producción animal en forma interactivo con árboles y arbustos. Somarriba (1992) define un sistema silvopastoril como una opción de producción pecuaria que involucra la presencia de las leñosas perennes (árboles o arbustos), interactuando con los componentes tradicionales (forrajeras herbáceas y animales), y todos ellos están bajo un sistema de manejo integral, tendiente a incrementar la productividad y beneficio neto del sistema en el largo plazo.

5.2.5 Los Sistemas Silvopastoriles (SSP) como Estrategia de Producción Ganadera

Según Holdridge (1979), existen tres usos productivos de la tierra: agrícola, ganadero y forestal; y si bien otras actividades humanas también ocupan tierra, no utilizan directamente el recurso suelo como lo hacen los tres usos principales mencionados. La actividad agroforestal surge cuando se complementan algunos de los dos primeros usos de la tierra (agrícola o ganadero) con el uso forestal. Esta combinación al permitir asociar especies con requerimientos diferentes, también permite aumentar la interceptación de la radiación solar por estratificación vertical de los componentes y una mejor utilización del espacio horizontal.

La definición de Sistemas Agroforestales propuesta por Combe y Budowski (1979) los presentan como "un conjunto de técnicas de uso de la tierra que implican la combinación o asociación deliberada de un componente leñoso (forestal o frutal) con ganadería y/o cultivos en el mismo terreno, con interacciones significativas ecológicas y/o económicas entre sus componentes". Esta definición incluye los Sistemas Silvopastoriles (SSP) en los cuales un componente arbóreo se asocia a un componente productivo pecuario. Estas combinaciones que bien pueden ser simultáneas o secuenciales, en un mismo sitio, tienen como objetivo optimizar la producción del sistema y procurar un rendimiento sostenido.

El componente arbóreo, además de mejorar las condiciones físicas del suelo, bombear el agua y nutrimentos de estratos subsuperficiales, lo que contribuye a la reducción de la eutroficación de las aguas subterráneas, tiene también un aprovechamiento forrajero, brindando recursos alimenticios de alta calidad, que no compiten con la alimentación humana y poseen un alto índice de eficiencia de uso de la radiación solar, lo que se constituye en una estrategia altamente satisfactoria para afrontar los desafíos actuales de los sistemas de producción animal tropical.

Las interacciones entre los componentes de un sistema silvopastoril son múltiples y pueden ser visualizadas en la figura 3.

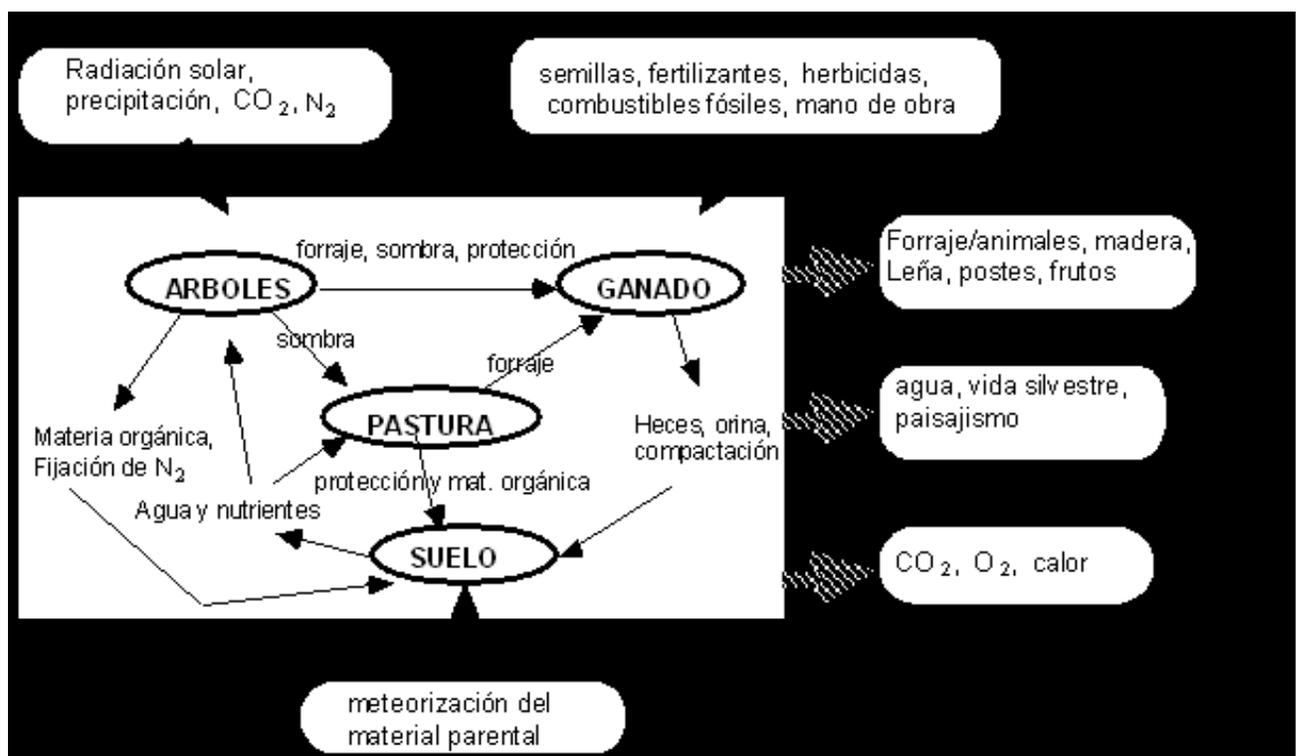


Figura.3 Diagrama de flujo de un sistema silvopastoril. Redibujado y adaptado de Bronstein (1983).

5.2.6 Especies arbóreas con potencial forrajero utilizables en sistemas silvopastoriles

Las especies arbóreas con potencial forrajero no forman un grupo específico en términos de su clasificación botánica. Incluyen un número muy elevado de especies leñosas perennes que tienen potencial forrajero, ya sea por su follaje o por sus frutos (Gómez *et al.*, 1995). Aunque su uso en América Latina ha cobrado importancia en tiempos recientes, su uso en otros continentes ya era conocido. Wickens (1980) estimó que al menos un 75% de las 7.000 a 10.000 especies arbóreas nativas en África tropical eran usadas como forraje.

El follaje de árboles con uso forrajero se caracteriza por tener un alto contenido de proteína cruda (hasta 35%), el doble o aún más de las gramíneas tropicales y además contienen , nitrógeno no proteico (NNP), proteína y grasa. Sin embargo, su digestibilidad es relativamente baja (entre 50-60%) comparada con los forrajes herbáceos. Cabe mencionar que la fibra, el NNP y una cantidad variable de la proteína, consumidos en el forraje arbóreo, son fermentados y utilizados como nutrimentos por la flora ruminal. Una parte de la proteína puede estar ligada a compuestos antinutricionales, llamados taninos y fenoles condensados, que le permiten escapar, con la grasa, a la fermentación ruminal, por lo cual su forraje puede ser fuente importante de proteína y de energía sobrepasantes, siempre que se logre un balance apropiado de nutrimentos en el ecosistema ruminal (Preston y Leng, 1989). Una cantidad variable de la proteína ligada a compuestos antinutricionales puede sobrepasar el aparato digestivo y salir inalterada en la heces (indigerible). Además, ciertos compuestos antinutricionales, presentes en el forraje de algunas especies, pueden ser tóxicos para la flora (bacterias y hongos) o para la fauna (protozoarios) ruminales (Botero y Russo, 1997a; 1997b).

Las especies arbustivas y arbóreas lignifican principalmente en los tallos y no tanto en las hojas, como si ocurre en la mayoría de las gramíneas tropicales utilizadas para el pastoreo. De allí la mayor estabilidad en la calidad nutricional del follaje de las especies leñosas a través del tiempo (Botero y Russo, 1997a).

Cuadro.2 Principales arbustos y árboles forrajeros y con uso actual o potencial como componente arbóreo en sistemas silvopastoriles en zonas tropicales.

ARBOLES FORRAJEROS	Nombre común	Familia
<i>Acacia farnesiana</i>	Aromo	Mimosaceae
<i>Aeschynomene</i> spp	Clavellina	Mimosaceae
<i>Alnus acuminata</i>	Aliso, jaúl	Betulaceae
<i>Brosimum alicastrum</i>	Ramón	Moraceae
<i>Cajanus cajan</i>	Gandul	Papilionaceae
<i>Calliandra calothyrsus</i>	Calliandra	Mimosaceae
<i>Cassia moschata</i>	Cañofístolo	Caesalpinaceae
<i>Cassia fruticosa</i>	Candelillo	Caesalpinaceae
<i>Cassia siamea</i>	Matarratón ext.	Caesalpinaceae
<i>Cassia spectabilis</i>	Vainillo	Caesalpinaceae
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Barbasco	Papilionaceae
<i>Codariocalyx gyroides</i>	Codariocalis	Papilionaceae
<i>Cratylia argentea</i>	Cratylia	Papilionaceae
<i>Crescentia cujete</i>	Jícara	Bignoniaceae
<i>Desmodium velutinum</i>	Desmodio	Papilionaceae
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	Guanacaste	Mimosaceae
<i>Erythrina berteroana</i>	Poró de cerca	Papilionaceae
<i>Erythrina cochleata</i>	Poró	Papilionaceae
<i>Erythrina edulis</i>	Chachafruto	Papilionaceae
<i>Erythrina fusca</i>	Pizamo	Papilionaceae
<i>Erythrina lanceolata</i>	Poró	Papilionaceae
<i>Erythrina poeppigiana</i>	Cámbulo	Papilionaceae
<i>Erythrina variegata</i>	Poró bragado	Papilionaceae
<i>Flemingia macrophylla</i>	Flemingia	Papilionaceae
<i>Gliricidia sepium</i>	Matarratón	Papilionaceae
<i>Gmelina arborea</i>	Melina	Verbenaceae
<i>Guazuma ulmifolia</i>	Guácimo	Ulmaceae
<i>Hibiscus rosasinensis</i>	Amapola	Malvaceae
<i>Leucaena leucocephala</i>	Leucaena	Mimosaceae
<i>Mimosiopsis quitensis</i>	Guarango	Mimosaceae
<i>Moringa oleifera</i>	Moringa	Moringaceae
<i>Morus alba</i>	Morera	Moraceae
<i>Pithecellobium dulce</i>	Chiminango	Mimosaceae
<i>Pithecellobium longifolium</i>	Sotacaballo	Mimosaceae
<i>Prosopis juliflora</i>	Mezquite	Mimosaceae
<i>Pseudosamanea guachapele</i>	Iguá	Mimosaceae
<i>Psidium guajaba</i>	Guayaba	Myrtaceae
<i>Sesbania sesban</i>	Sesbania	Papilionaceae
<i>Spondias mombin</i>	Ciruelo	Anacardiaceae
<i>Spondias purpurea</i>	Jobo	Anacardiaceae
<i>Tithonia diversifolia</i>	Botón de oro	Asteraceae
<i>Trichantera gigantea</i>	Nacedero	Acanthaceae

FUENTES: Argel y Maass, 1995; Benavides, 1994; Botero, 1992; Gómez *et al.*, 1995; Russo y Botero, 1996; Botero y Russo 1997a; Botero y Russo 1997b

NOTA: La mayoría de estas especies listadas son leguminosas, lo cual no indica que necesariamente todas las leguminosas fijen nitrógeno. También se incluyen especies que, sin ser leguminosas, fijan nitrógeno atmosférico, tal como *Alnus acuminata*. No se incluyen todos los nombres comunes encontrados en la literatura, puesto que son diferentes entre países y regiones.

Como sus raíces son más profundas que las de una pastura de gramíneas pueden bombear nutrientes de capas subsuperficiales del suelo. La caída de hojas, frutos y ramas es un aporte constante de materia orgánica al suelo, que posterior a su descomposición y mineralización, pueden ser absorbidos por plantas con raíces más superficiales. Sin embargo, el proceso de extracción, acumulación y descomposición de nutrientes es más lento en las leñosas que en las plantas herbáceas. Muchas especies leñosas, no solo las leguminosas, establecen relaciones simbióticas con microorganismos fijadores de nitrógeno atmosférico (*Rhizobium*). También la formación de micorrizas entre sus raíces y los hongos del suelo son muy frecuentes en las leñosas arbóreas. Estas asociaciones juegan un papel relevante en la movilización de nutrientes, haciéndolos más disponibles para la planta huésped. A pesar de esto, el potencial de crecimiento anual de los árboles es menor que en las especies herbáceas, con excepción de las especies de rápido crecimiento tales como *Erythrina*, *Sesbania* o *Gliricidia*.

5.2.7 Aspectos productivos y nutricionales de los árboles forrajeros

A pesar del extenso número de especies arbóreas con potencial forrajero, la investigación y utilización se ha enfocado en un número relativamente reducido de géneros tales como *Leucaena*, *Gliricidia*, *Erythrina*, *Sesbania* y *Acacia* y más recientemente la investigación se ha extendido a otros géneros tales como *Trichanthera*, *Cratylia*, *Tithonia* e *Hibiscus*. De acuerdo con Rosales (1997) los inventarios superan las 200 especies solo en América Central, lo que demuestra una alta diversidad de especies. Sin embargo, dicho autor es de la opinión que aunque la lista es extensa, para la mayoría de ellas no se conoce una información cuantitativa de su contribución a la producción animal y que el valor real como alimento se conoce sólo para un limitado grupo de especies. Esto refleja la falta de conocimiento del valor nutritivo de la mayoría de árboles y arbustos forrajeros y destaca la necesidad de evaluar estos materiales.

Rosales (1997) también es de la opinión de que una forma eficiente de hacer un uso más amplio de la diversidad de especies arbóreas como proveedores de forraje para animales es utilizar mezclas de forrajes y las asocia con la

reducción de los efectos tóxicos de un forraje en particular, con efectos sinérgicos a nivel digestivo de los componentes de la mezcla o con un incremento en la variedad y palatabilidad de la dieta, lo cual tiene mucho sentido a la luz de las tendencias actuales de diversidad y sinergismo de la agricultura biodinámica.

La cantidad de biomasa producida por los árboles forrajeros en un sistema silvopastoril estará en función de la densidad de plantación, frecuencia de corte y altura a la que se regule el corte. La remoción total o parcial del follaje también puede influir en el período de recuperación. Considerando que densidades altas interferirán en el desarrollo normal de la pastura asociada, es necesario tener en cuenta que las cifras de producción serán relativamente menores comparadas con un banco forrajero de proteína. Densidades de 60 a 120 árboles/ha no causan efectos mayores a la pastura: sin embargo, densidades mayores provocarán mayor sombreo con disminución de la productividad de la pastura.

En un trabajo pionero sobre la influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje asociado, Daccarett y Blydenstein (1968) encontraron que la producción de las gramíneas de cobertura del estrato inferior de las silvopasturas, solo disminuyó significativamente cuando la intercepción de luz por parte de las copas de los árboles superó el 50% (cuadro 3).

Cuadro.3 Intercepción de luz, producción y calidad de pasto a cielo abierto y bajo sombra de árboles leguminosos y no leguminosos

Espece	Altura de árboles (m)	Cobertura arbórea (%)	Intercepción de luz (%)	M.S. Pasto (g/m ²)	P.C. Pasto (%)	F.C. Pasto (%)
<i>Erythrina poeppigiana</i>	15,0	51,0	56,0	639	8,4	29,2
<i>Gliricidia sepium</i>	6,1	17,5	34,4	639	6,5	29,7
<i>Pithecellobium saman</i>	5,1	12,2	18,8	720	6,7	29,0
<i>Cordia alliodora</i>	5,5	5,4	6,1	752	6,2	29,9
Pradera testigo*		0	0	750	6,0	31,9

M.S. materia seca, P.C. proteína cruda, FC. Fibra cruda, * dominancia de *Panicum maximum*.

Fuente: Adaptado de Daccarett y Blydenstein (1968).

Se presentan resultados de una de las pruebas de consumo de follaje de árboles forrajeros ofrecido a bovinos, donde se evidencia que *G. sepium* y *D. velutinum* fueron las especies arbóreas de mayor preferencia por los animales, seguidas por *Cratylia* y por *E. fusca*, mientras que *Pithecellobium*, *Pentaclethra* y *Cassia* presentaron consumos por debajo de los esperados. Se pudo también observar que el forraje de *Gliricidia* lo prefieren oreado (cuadro 4).

Cuadro.4 Consumo de forrajes arbóreos en la EARTH (Escuela de Agricultura de la Región Tropical Húmeda) Costa Rica.

Especie	Follaje Oreado min (%cons)	Follaje fresco min (%cons)	Cantidad ofrecida kg.	Tasa de consumo g/min
<i>Desmodium velutinum</i>	30 (todo)	30 (todo)	10	250
<i>Gliricidia sepium</i>	16 (todo)	21 (todo)	20	225
<i>Cratylia argentea</i>	20 (todo)	20 (todo)	10	89
<i>Pithecellobium longifolium</i>	60 (10%)	60 (10%)	10*	29
<i>Pentaclethra maculosa</i>	60 (50%)	60 (50%)	10**	22
<i>Erythrina fusca</i>	60 (50%)	60 (80%)	10***	89
<i>Cassia fruticosa</i>	40 (4%)	40 (5%)	5****	18

*En 60 min. Comieron el 10% de lo ofrecido y el resto lo comieron los terneros

**En 60 min. Comieron el 50%, el resto lo comieron los terneros

***En 60 min. Comieron el 80% el resto lo comieron los terneros.

****En 40 min. Comieron el 5%, el resto lo comieron los terneros en todo la tarde

Fuente: Adaptado de Escalera *et al.* (1996)

VI. ESTABLECIMIENTO Y CULTIVO

6.1 Preparación del terreno

Si el terreno presenta problemas de malezas se recomienda realizar deshierbes manuales o mecánicos dependiendo de las condiciones del terreno. Si éste presenta pendientes mayores a 12%, para evitar la erosión del suelo se recomienda remover la vegetación solamente en los sitios donde se sembrarán las plantas, franjas o alrededor de las cepas. Esta actividad podrá realizarse por medio de chapear la vegetación con machetes, o retirarla manualmente.

6.2 Escarificación

Un aspecto a considerar en la calidad de la semilla que va a utilizar; la viabilidad de esta semilla se reduce drásticamente a un año de su cosecha, por lo que es recomendable utilizar semilla de reciente cosecha. Medina et al. (2001) menciona los porcentajes de germinación mas altos para las semillas escarificadas de *Enterolobium cyclocarpum* (sin escarificar 98% y escarificada de 98 %), *Gliricidia sepium* (sin escarificación 11% y escarificada de 92%) y el *Guazuma ulmifolia* (sin escarificación 1% y escarificada de 68%), por lo tanto la escarificación es una practica previa al establecimiento de especies arbóreas o arbustivas.

El procedimiento para descascar o escarificar la semilla consiste en introducir la semilla en agua caliente a 80⁰C durante tres minutos, si no se cuenta con un termómetro esta temperatura se logra cuando comienzan a parecer las primeras burbujas en el fondo del recipiente (F.I.R.A,1980).

6.3 Inoculación

El uso de inculo representa un incremento en la productividad, especialmente cuando se trata de establecer praderas; por lo que se recomienda la inoculación como un paso de establecimiento.

Si se está introduciendo la *Gliricidia* a una área nueva o lugar degradado, la semilla o plantas deben ser inoculadas con la bacteria *Rhizobium* antes de la siembra. La inoculación es mas importante donde la *Gliricidia* no crece en forma natural, especialmente en suelos ácidos.

6.4 Factores relacionados con el establecimiento de las plantas

Humphreys (1962) señala que existen cuatro problemas que impiden el establecimiento de una pastura.

- El primero es por perdida física de la semilla, ya sea por depredadores o por deposición accidental.

- El segundo es por pérdida de su viabilidad asociada con su descomposición.
- El tercero debido a la tensión ambiental o a la mecánica del suelo.
- El cuarto es la mortalidad de plántulas causada por la tensión ambiental, competencia entre plántulas, plagas y enfermedades y depredadores.

6.5 Propagación sexual

Las semillas a utilizar deben provenir de individuos sanos (libres de plagas y enfermedades), vigorosos, y con buena producción de frutos. Con esto se pretende asegurar que las plantas obtenidas de esas semillas hereden las características de los parentales.

Esta reproducción puede ser por: **1.** Regeneración natural. **2.** Semilla (plántulas). **3.** Siembra directa. La siembra directa en el campo es el método más fácil y barato para establecer *Gliricidia*. Si se opta por este método no hay necesidad de esperar la producción de arbolitos en viveros sofisticados.

6.5.1 Usando planta producida en envase

Llenar las bolsas con una mezcla de suelo, arena y materia orgánica descompuesta en proporción 2:1:1. Se necesitan 12 semanas para obtener plantas de 30 cm o más, aptas para plantación en campo.

6.5.2 Usando planta producida a raíz desnuda

La semilla se siembra directamente en platabandas de tierra bien preparada, de 1 m de ancho. El distanciamiento entre posturas va de 10 por 30 a 15 por 15 cm. Las plantas requieren de 3 a 5 meses para crecer 60 a 90 cm.

Hensleigh y Holaway (1988) mencionan que la semilla se planta sin tratamiento previo directamente en contenedores de invernadero. Se recomiendan prácticas normales de manejo de invernadero. Las plántulas están listas para trasplantar después de 2 a 3 meses en el invernadero, a una altura de 30 cm. La

siembra directa es posible de 2 a 3 semillas en cada puesto de siembra a una profundidad de 1 a 2 cm. Se requiere la preparación del sitio para reducir la competencia. La siembra directa y las operaciones de trasplante deben coincidir con la estación lluviosa. Las plántulas son sensibles a la competencia. El control regular de maleza debe practicarse hasta que los árboles se hayan establecido bien.

6.6 Propagación asexual

Se puede llevar acabo de tres formas: **1.** Cultivo de tejidos. **2.** Brotes o retoños. Una de las características más apreciadas es su gran capacidad de rebrote, tanto a nivel de tallo, como de tocón o raíces superficiales. La especie pierde su capacidad de rebrote después de 8 a 12 años. **3.** Cortes de raíz, estacas, pseudoestacas.

6.6.1 Pseudoestacas

Para producir pseudoestacas el tallo se corta 10 a 20 cm sobre el cuello de la raíz.

6.6.2 Estacas

El material más apropiado es aquel que proviene de ramas duras, 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. Pueden cortarse en cualquier época del año, pero es preferible hacerlo antes de la estación lluviosa, cuando el árbol está sin hojas. Las estacas pueden permanecer hasta 15 y 22 días bajo sombra, en un lugar fresco, antes de ser plantadas. El uso de hormonas puede mejorar el enraizamiento aunque no es necesario. El largo de las estacas es variable, de acuerdo con el uso que se persiga. Largos de 30 a 60 cm se utilizan para barreras o setos y en bancos de germoplasma; estacas de 1 a 2.8 m se usan para cercas vivas o para sombra. En sitios muy secos las estacas grandes (más de 1 m) tienen mejor sobrevivencia.

6.6.3 Brotes

Para obtener brotes de los tocones deben cortarse éstos a una altura de 10 a 20 cm. La época de selección de rebrotes no afecta la supervivencia, pero se sugiere realizar la cosecha en la época seca, cada 3 años. Los brotes mejores y más vigorosos son los ubicados más cerca de la base. Se recomienda dejar 4 ó 5 rebrotes para evitar la muerte del tocón. Un tocón presenta un promedio de 30 rebrotes, con una altura media de 1.5 m tres meses después del corte. La especie tolera bien el corte o poda.



Figura.4
Siembra semiautomatizada del cocoite en Venezuela utilizando estacas largas de 6 m y diámetros variables, en surcos hechos sobre terreno labrado a punto de siembra.

Esta especie es fácil de propagar por medio de cortes. Los cortes grandes, de 1 a 2.5 m de longitud y 6 cm de diámetro, se hacen de

ramas de 1.5 a 2.5 años de edad. Los cortes pequeños de 30 a 50 cm de largo se hacen de ramas de 6 a 12 meses de edad. Las ramas usadas para los cortes deben ser rectas y saludables, y sin cortes de ramas laterales. La parte de arriba del corte debe ser en sesgo para prevenir que colecte agua y que se pudra. La cáscara en la porción de abajo del corte debe ser raspada hasta donde comienza a crecer, con un cuchillo afilado para estimular la formación de raíces. Un tercio de los cortes pequeños puede ser quemado. Para los cortes grandes, 50 cm es suficiente. El establecimiento de árboles por cortes tendrá un sistema de raíces poco profundo y un tronco corto. Son susceptibles de ser desraizados por los vientos fuertes.

6.7 Control de malezas

Si la siembra se realiza por semillas y directamente al campo se debe utilizar productos comerciales en forma preemergente. Mientras que, en la siembra por estacas la limpieza manual es la mas recomendada.

6.8 Podas

Estas se realizan en sistemas agroforestales, manteniendo los árboles podados mientras el cultivo crece. Si el objetivo es producir forraje, se puede podar hasta tres veces por año.

6.9 Plagas y enfermedades

La *Gliricidia* está relativamente libre de problemas de insectos y enfermedades. Boa y Lenné (1996) proporcionan una lista de los problemas reportados. Los insectos más comunes son los áfidos que se presentan al final de período de lluvia, larvas de lepidópteros y hemípteros en la época de lluvias. Sin embargo, estas plagas no son de importancia económica en esta especie.

Se ha observado ataques de hongos del género *Cercospora* sp., Causando cierto grado de defoliación.

6.10 Producción de semilla

Un árbol puede producir entre 300 y 400 g de semilla limpia por año. En un huerto semillero se reportan rendimientos de 37 Kg/ha se semilla con los que se podrían establecerse mas de 40 hectáreas anuales, si se estiman 10,000 semillas /Kg y 5,000 árboles /ha.

Hay una fuerte demanda internacional de semilla de *Gliricidia*. Dependiendo de la ubicación y procedencia, el precio de la semilla varía de \$2 a \$120/Kg. La escasez de semilla, indica que la producción de semilla puede ser una actividad agrícola económica. En Asia Suroriental, el International Center for Research and

Agroforestry (ICRAF), Winrock y colaboradores locales, están desarrollando lineamientos de producción de semilla para los agricultores.

(<http://www.winrock.org/forestry/factpub/SpGliricidia.htm>).

VII. UTILIZACIÓN Y MANEJO

La *Gliricidia sepium* es un árbol versátil de rápido crecimiento preferido por los agricultores para defensas, viviendas, combustible, forraje, abono verde, sombra, apoyo a cosechas y control de la erosión

7.1 En la producción de abono verde

En la agricultura como mejoradora de suelo, como sombra de cultivos y en programas de control de la erosión. El cocoite es una fuente de nitrógeno. Esta aumentando su uso como abono verde, (EL Gariton, Guatemala) son evidentes en la gama nativa. El mayor uso del *Gliricidia sepium* como abono verde se ha hecho fuera de la gama nativa con informes desde los años 30 en Malasia (1934) y en Sri Lanka (Joachim y Kandiah, 1934).

En Sri Lanka, la *Gliricidia* se ha crecido entre las filas de coco y se ha encontrado ser un fertilizante orgánico excelente (Liyanage, 1987). En Samoa occidental, las producciones del taro se han incrementado en un 54% con la adición de la hoja del *Gliricidia* (Kidd y Taogaga, 1985). La hoja del *Gliricidia sepium*. Aumentó la producción y redujo el tiempo a la cosecha de los tubérculos en la Costa de Marfil (Budelman, 1989). Igual , las producciones del arroz aumentaron hasta un 77% con el uso del *Gliricidia sepium* (Gonzal y Raros, 1988). Además, donde el *Gliricidia* fue utilizado en campos de arroz, la incidencia de una enfermedad del destrozo de la hoja del arroz se redujo (Rajan y Alexander, 1988).

Patil (1989) indicó que el peso seco de una tonelada de *Gliricidia sepium* era equivalente a 27 kilogramos de N mientras que Kang y Mulongoy (1987) divulgaron que hasta 15 ton/ha/año de la biomasa de la hoja del *Gliricidia* se podrían producir en buenos suelos en Nigeria que proporcionaba el equivalente de 40 kilogramos

N/ha/año. Bindumadhava Rao et al. (1966) divulgó que 400 árboles crecidos alrededor del perímetro del campo podrían proporcionar el suficiente fertilizante para 1 ha de arroz.

El período de los cortes del *Gliricidia sepium* fue reportado por Wilson et al. (1986), encontrado para 20 días lo cual parece ser relativamente corto comparado con el de la *Leucaena* y *Flemingia macrophylla*. La sincronización y la frecuencia de corte para producir la mayoría de la biomasa en la época seca fueron investigadas por Ella et al. (1989) en Sulawesi, Indonesia. Encontraron que el intervalo óptimo del corte del *Gliricidia sepium* era de 12 semanas y que densidades mayores, incluso hasta de 40.000 árboles por hectárea, eran preferibles a densidades más bajas. Widiarti y Alrasjid (1987), también en Indonesia, concluyeron que no hubo ninguna diferencia en la producción de la biomasa a alturas de corte de 20, 40 o 60 centímetros sobre el suelo.

7.2 Cortina rompevientos

Por su sistema radicular profundo le permite al *Gliricidia* un buen anclaje por lo que se le considera una planta altamente resistente al viento pudiendo ser cultivada como cortina rompevientos. La *Gliricidia sepium* deriva muchos de sus nombres comunes (cocoite) de su uso en su gama nativa en las plantaciones del cacao y café. La *Gliricidia sepium* también se ha utilizado extensivamente como árbol único de la cortina y la sola plantación más grande del cocoite en el mundo es de (12.000 has), en Indonesia, (Seibert, 1987).

7.3 Sombra para cultivos

El forraje del *Gliricidia* es utilizado para dar sombra a cultivos como café, cacao, té, pimienta negra y vainilla, se puede controlar la intensidad de sombra y satisfacer las necesidades particulares de cada cultivo.

Una ventaja adicional encontrada de sombrear té en Sri Lanka con los árboles del *Gliricidia sepium*. Es la reducción en la incidencia de las termitas (Kathiravetpillai , 1990).

7.4 En la Reforestación

Especie con potencial para reforestación productiva en zonas secas y áridas. Es una de la especie multipropósito más populares en el área centroamericana con amplio potencial para la reforestación.

Debido a su rápido crecimiento, su capacidad para prosperar en terreros erosionados pedregosos con pendientes pronunciados, con estaciones secas prolongadas y en general por su sorprendente resistencia a condiciones naturales adversas.

7.5 Secuestro del carbono

Los sistemas agroforestales que sirven como un banco vivo de carbono puede contribuir enormemente a la estabilización del clima y por lo tanto para el desarrollo sostenible.

La deforestación intensiva y la agricultura de roza, tumba y quema, en adición con las emisiones industriales, son las mayores fuentes de bióxido de carbono introducido en la atmósfera. Se estima que alrededor del 90% de todo el carbono almacenado en la vegetación terrestre se encuentra presente en los trópicos. Cuando los bosques se talan para darle otros usos, un promedio de 90% o más de la biomasa de la parte superior de la planta se queman y se libera inmediatamente a la atmósfera como CO₂ (Dale et al. 1993)

La agricultura de roza, tumba y quema, practicada ampliamente en los trópicos, es otra contribución mayor para el CO₂ atmosférico. Por ejemplo, México perdió casi 580,000 ha de bosques debido a los incendios de solo 6 semanas en el verano de 1998. Los incendios forestales en Indonesia en 1994 y 1997 cubrieron a Indonesia y los países vecinos de Singapur y Malasia con un humo denso que causo desastres ambientales.

El almacenamiento de carbono en sistemas arbóreos se ha estimado en 2,8 Mg de C/ha/año en plantaciones para leña, 1,2 Mg de C/ha/año en bosques secundarios, 1,1 Mg de C/ha/año en árboles de sombra y de 0,1 Mg de C/ha/año en árboles establecidos en potreros (Kursten y Burschel, 1993). Se ha

documentado que la asociación de pasturas con leguminosas forrajeras, mejora el almacenamiento de carbono en los suelos (Ibrahim, 1994).

El almacenamiento de carbono por *Gliricidia sepium* en el sistema forestal en callejones se cuantificó en 653 Kg/ha y la tasa de fijación en 327 Kg C/ha/año; mientras que en el sistema silvopastiril el almacenamiento fue de 309 Kg C/ha y la fijación de 124 Kg C/ha/año. Este último valor de fijación de C coincide con lo indicado por Kursten y Burschel (1993) para árboles establecidos en potreros, quienes estiman la fijación en 0,1 Mg C/ha/año.

7.6 Combustible

Duro y durable, la madera tiene un peso específico de 0.5 a 0.8. Produce buena leña, quemándose con poco humo y sin hacer chispas, tiene un valor calorífico de 4,900 Kcal/kg y el carbón de 7150 Kcal/kg. La siembra natural, bosques secundarios y montes de *Gliricidia* han sido manejados para producción de combustible natural (Glover, 1989; Stewart, 1996). La madera también es usada para postes, madera de construcción, y para implementos agrícolas.

La naturaleza del *Gliricidia sepium* contribuye a su aceptabilidad como fuente de leña. La leña se obtiene en su gama nativa a través de la poda ocasional de ramas o totalmente de árboles a los niveles bajos sobre la tierra. La madera del *Gliricidia* se quema lentamente, produciendo las buenas ascuas, y emite poco humo o chispea explicando su aceptabilidad general (CATIE 1986). Tiene un buen valor calorífico (19,8 MJ/kg) con una gravedad específica media de 0,5-0,6 (Withington et al. ,1987).

La acumulación de la biomasa por los árboles de *Gliricidia sepium* depende del clima, suelos, manejo, la densidad de la plantación y la procedencia usada. Informes de Salazar (1986) reportan las producciones de madera de hasta 6,3 ton/ha/año de árboles en Costa Rica, mientras que Wiersum (1982) cotiza las producciones de 1520 m³/ha/año. En las Filipinas, en donde la *Gliricidia sepium* crece en rotación de tres años para proporcionar la madera para el tabaco, se han obtenido producciones de hasta 23-40 m³/ha/año (Wiersum y Dirdjosoemarto,1987).

Una serie de ensayo de la procedencia internacional de *Gliricidia sepium* fue instalada por el Instituto de la Silvicultura de Oxford (OFI) a mediados de los años ochenta. En total, más de 100 ensayos fueron establecidos en las zonas tropicales a través de dos sistemas de manejo, para la producción de madera y el sistema para la producción de biomasa. Los resultados de estos ensayos indicaron que había diferencias marcadas entre las procedencias con diferencias de hasta 500% en la producción de la biomasa en algunos sitios (Simons y Dunsdon, 1992). Una procedencia de Retalhuleu, Guatemala ha demostrado la producción estable y superior para la biomasa y menor para la producción de madera a través de una amplia gama de sitios. Los ensayos de la progenie ahora se han fijado para algunas procedencias para poder calcular parámetros genéticos con objeto de convertir los ensayos en huertas para satisfacer la demanda de la semilla de esta especie.

7.7 Cercas vivas



Figura.5 Cerca viva de *Gliricidia sepium* en Bali, Indonesia.

La utilización del cocoite para cercas vivas se debe a su reproducción vegetativa, rápido crecimiento, fácil establecimiento y bajo costo del mismo. Además, estos producen beneficios adicionales tales como forraje, leña, flores para miel, fijan nitrógeno, sombra, y como cortina rompevientos, etc. sin causar reducción de áreas dedicadas a otras actividades en las fincas. De otra parte, la consecución de postes para cercas convencionales cada día es más difícil, costoso y con una vida útil de aproximadamente cinco años, lo cual implica una reparación anual del 20% de su recorrido. El manejo adecuado de cercas vivas de cocoite es una práctica que puede contribuir a la solución del déficit de

alimentos durante el verano obteniéndose una mayor producción de biomasa comestible sin afectar la viabilidad de los árboles. Una ventaja distinta del *Gliricidia sepium* es su capacidad de arraigar de cortes o de estacas con alta supervivencia acompañante. Las estacas hasta 2 m de longitud y diámetro de 10-15 centímetro se pueden colocar directamente en la tierra. La ventaja de usar las estacas largas es que no están pastadas hacia fuera y no compiten con otras plantas de semillero en relación con otra vegetación. Liyanage y Jayasundera (1989), sin embargo, divulgaron que las plantas del *Gliricidia sepium* crecidas de la semilla eran más productivas, más robustas y con un sistema que arraigo más profundo que las plantas derivadas de cortes.

(<http://www.winrock.org/forestry/factpub/SpGliricidia.htm>).

Varios millares de kilómetros de cercas vivas se han plantado en sitios secos y húmedos a través de América central y de México. Los postes individuales pueden durar más de 30 años mientras que las podas proporcionan una fuente lista de postes del reemplazo. Las podas se pueden también utilizar para el forraje o la leña mientras que las coronas de los árboles dan la cortina y el abrigo al ganado. Las cercas vivas son utilizadas en la gama nativa por una sección representativa amplia de la comunidad de rancheros que la utilizan para las cercas vivas y los campesinos la utilizan para marcar límites en sus parcelas. En las localizaciones exóticas, la *Gliricidia sepium* también se ha utilizado extensivamente como cerca viva. En Bali, Indonesia los cortes entretrejidos de inclinación del espaciamiento cercano se utilizan para crear las cercas de alambre libres o alternativamente, cortes más grandes se utilizan para apoyar los postes de bambú encadenados entre ellos. En Sri Lanka se utiliza con frecuencia cortes más pequeños para crear una barrera densa alrededor de los jardines caseros.

Cuadro. 5 Principales arbustos y árboles fijadores de nitrógeno (AFN) y sus usos actuales y potenciales en sistemas de producción agropecuaria en suelos ácidos tropicales

ESPECIES DE AFN	Silvopasturas	Cercas vivas	Bancos forrajeros
<i>Acacia aneura</i>	x		
<i>Acacia farnesiana</i>		x	x
<i>Acacia mangium</i>	x	x	
<i>Aeschynomene spp.</i>			x
<i>Albizia lebbek</i>	x	x	
<i>Albizia saman</i>	x	x	
<i>Albizia guachapele</i>	x	x	
<i>Alnus acuminata</i>	x		
<i>Cajanus cajan</i>			x
<i>Calliandra arborea</i>	x		
<i>Calliandra calothyrsus</i>		x	x
<i>Casuarina cunninghamiana</i>	x	x	
<i>Clitoria fairchildiana</i>	x	x	x
<i>Codariacalyx gyroides</i>			x
<i>Cratylia argentea</i>			x
<i>Dalbergia retusa</i>		x	
<i>Dendrolobium spp.</i>			x
<i>Desmodium velutinum</i>			x
<i>Dyphysa robinoides</i>		x	
<i>Enterolobium cyclocarpum</i>	x	x	
<i>Erythrina berteroana</i>	x	x	x
<i>Erythrina cochleata</i>	x	x	x
<i>Erithrina fusca</i>	x	x	x
<i>Erithrina lanceolata</i>	x	x	x
<i>Erithrina poeppigiana</i>	x	x	x
<i>Erithrina variegata</i>	x	x	x
<i>Erithrina edulis</i>	x	x	x
<i>Flemingia macrophylla</i>			x
<i>Gliricidia sepium</i>	x	x	x
<i>Inga ssp.</i>	x	x	
<i>Mimosa scabrella</i>	x	x	
<i>Paraserianthes falcata</i>	x		
<i>Pentaclethra macroloba</i>	x	x	
<i>Pithecellobium dulce</i>	x	x	
<i>Pithecellobium longifolium</i>	x	x	
<i>Pterocarpus hayesii</i>	x	x	
<i>Sesbania sesban</i>			x
<i>Stryphnodendron excelsum</i>	x	x	
<i>Tadehagi spp.</i>			x

FUENTES: Argel y Maass, 1995; Benavides, 1994; Botero, 1992; Russo y Botero, 1996^a

7.8 Cerca Viva de cocoite (*Gliricidia sepium*) Propagado Por Estacas

Esta tecnología consiste en el establecimiento de hilera de plantas leñosas (una ó más especies), cactáceas, bromeliáceas o cualquier especie vegetal que sigue la línea de la propiedad, ajustándose a su forma, dimensiones y necesidades. (Otarola,1994).

7.8.1 Ventajas

- Protección de cultivos y animales de ciertos factores climáticos (viento, sol) del suelo y alimentación rumiantes.
- Delimitación de propiedades
- Fuente de leña y postes.
- Mejoramiento de suelo y utilización en agricultura orgánica (follaje) y forraje. Recuperación de la belleza natural de paisaje
- Refugio para la fauna
- El establecimiento y manejo de la cerca viva es accesible a la economía familiar.

La vida útil de la cerca viva es mayor que el de la cerca muerta. El cocoite es una especie forestal nativa, fácil de obtener.

- Atenuar el proceso de los suelos, al ayudar a conservar la humedad de los mismos y su retención, principalmente en tierras de ladera.
- Resistente al manejo por su alta capacidad de rebrote.
- En general, se considera que la cerca de cocoite es sostenible.

7.8.2 Características de las estacas

- Longitud promedio de 2 a 2.4 m.
- Diámetro promedio de 0.4 a 0.6 m.
- Edad de 1.5 a 2 años.
- Color de corteza pardo – verduzco y yemas visibles.

- Estar libre de rajaduras, golpes y desgarramiento de corteza.
- Recto sin cortes de ramas
- En la parte apical con corte de chaflán y en la parte basal recto

7.8.3 Establecimiento de la cerca viva

- Limpiar una franja de 2 m de ancho, utilizando, como eje central la línea de alambre de púas.
- Abrir agujeros de 0.30-0.40 m de profundidad con diámetros de 0.20 a 0.25 m.
- Distanciamiento de 1 a 1.5 m.
- Sembrar los estacones, dejándolos rectos y apretados para evitar bolsas de aire.
- Sujetar con pita al alambre de la cerca, para evitar movimientos del estacón.
- Un mes después de la siembra, reseminar los estacones que se hayan muerto.
- El establecimiento de la cerca viva, debe ser antes del inicio de la época lluviosa (abril y mayo).

7.8.4 Mantenimiento y manejo de la cerca viva

Son todas las actividades que se realizan en la cerca viva, con el propósito de posibilitar su buen desarrollo y la producción de productos y servicios de buena calidad. Las actividades son las siguientes.

- Eliminar al ras los brotes de la parte baja de los estacones.
- Eliminar malezas trepadoras.
- Poda de formación para fortalecer el árbol y eventualmente aumentar la producción de biomasa, se recomienda hacerla al inicio de la estación seca.
- Al cumplir 1 a 2 años de edad, se pueden fijar los estacones al alambre.
- Realizar la poda de producción o aprovechamiento cuando la cerca haya alcanzado los cuatro años de edad.

La vida de la cerca viva y en consecuencia su futuro, puede prolongarse por décadas, si se siguen las practicas de establecimiento, mantenimiento y manejo.

7.8.4 Otras consideraciones

- Puede servir de hospedero de plagas y enfermedades.
- Realizar el manejo recomendado, para evitar que la cerca compita por agua, luz y nutrientes con los cultivos adyacentes.
- Una cerca viva de cocoite bien manejada, puede producir cada dos años la leña necesaria para una familia de seis miembros.

7.8.5 Beneficios

- **Económicos:** se ha estimado que la inversión del establecimiento y manejo de una cerca viva se recupera al sexto ó séptimo año, dependiendo de la demanda de productos forestales en el sitio y del precio de los mismos.
- **Sociales:** mediante el abastecimiento de madera y leña, se reducen el tiempo invertido en la búsqueda y obtención de éstos. Por otra parte, evita el conflicto entre dueños de plantaciones forestales y personas de escasos recursos demandantes de productos forestales.
- **Ambientales:** las condiciones de conservación de los recursos naturales (bosque, suelo, agua y fauna), son favorecidas, permitiendo simular áreas naturales que brinden beneficios como disminución de la erosión, mayor infiltración de agua, mejoramiento del microclima, hospedero de aves, etc.

VIII. FORRAJE

8.1 Uso de *Gliricidia* como forraje

La cosecha de forraje de la *Gliricidia* puede realizarse manualmente con machete, o bien en forma mecanizada. Una vez cortado el forraje puede suministrarse en verde a los animales, o bien, puede deshidratarse en asoleadores de cemento o en una deshidratación para alfalfa y suministrarse como heno o

harina, pudiéndose también ensilar. Respondiendo bien a las podas frecuentes, la *Gliricidia* produce cantidades abundantes de forraje nutritivo. El ganado responde bien al forraje. Algunos animales se rehúsan a comer *Gliricidia*, pero con el entrenamiento puede superar este problema. Una vez que la *Gliricidia* es aceptada, las crías subsiguientes se prestan a consumirlo. Se reportan problemas de toxicidad con los animales que no son rumiantes. Podar los árboles antes de la estación seca permite que el rebrote crezca para ser guardado para uso como alimento en la estación seca

Cuadro.6 Composición bromatológica del follaje de *Gliricidia*

Composición	P.C	F.C	E.E	C	EEN	Ca	P
Hoja	19.80	5.80	2.50	11.80	51.40	2.98	0.29
Pecíolo	23.10	18.50	2.00	11.70	35.50	2.33	0.22
H. completa	21.20	7.90	2.50	11.90	47.10	2.80	0.24
Tallo	16.30	16.50	1.50	10.70	43.60	1.30	0.34

P.C= proteína cruda; F.C= fibra cruda; E.E= extracto etereo; C= Cenizas; E.E.N= extracto no nitrogenado; Ca= Calcio y P= fosforo.

Las plantaciones para forraje varían desde filas para linderos con 10 a 50 cm de espacio en la fila y 1 a 4 m en espaciado entre filas, hasta plantaciones en bloques de 50 x 50 cm a 1 x 3 m.

Estudios numerosos han medido la producción de la biomasa (materia seca) bajo gama de condiciones climáticas y edáficas, y bajo varios regímenes de la manejo que diferenciaban con respecto a variables tales como métodos del establecimiento (plantas de semillero contra las estacas de varios tamaños), espaciamiento de la planta, altura de la poda y frecuencia de la poda. La facilidad de la propagación de las estacas es una ventaja importante del *Gliricidia*, especialmente pues los árboles manejados para la producción de la hoja con el corte frecuente no pueden florecer y no fijar así ninguna semilla. Además, la producción de semilla del *Gliricidia* depende de una estación seca marcada.

8.2 Rendimiento de materia seca.

La frecuencia óptima de la poda para la producción de la hoja depende del clima local; claramente los árboles producen mas biomasa en la estación de lluvia que en la estación seca. En general, la producción de la biomasa anual total aumenta con cortes menos frecuente. Para la *Gliricidia* en las zonas tropicales húmedas y usado solamente para el forraje, un intervalo de corte de 6-12 semanas se recomienda generalmente. En un sitio subtropical en Australia, sin embargo, Gutteridge y MacArthur (1988) obtuvieron producciones más altas de la hoja a partir de una cosecha por año que a partir de tres a seis cosechas.

Cuadro.7 Composición química del follaje de *Gliricidia sepium*

Composición General	Hojas de <i>Gliricidia sepium</i>
Proteína Cruda%	23-25
Digestibilidad in Vitro%	65-70
Calcio%	1.21
Fósforo%	0.30
Magnesio%	0.62
Potasio%	2.14
Energía bruta Cal/g MS	4558

La producción de forraje de esta especie puede llegar a alcanzar 22 ton/ha/año con altas densidades (40.000 plantas/ha), con siembras más densas se incrementa la producción/ha pero disminuye la producción/árbol, además se dificultan las prácticas de manejo, recomendándose densidades iguales ó inferiores a 20.000 plantas/ha. La producción varía de 2 a 20 ton/ha (Glover ,1989; Stewart,1996; Allison y Simons, 1996). Los valores divulgados para la producción de la materia seca de la hoja del *Gliricidia* generalmente es de 2 ton/ha/año (Wong y Sharudin 1986) a 20 ton/ha/año (Sriskandarajah, 1987). Puede ser cosechada a intervalos de 3 meses para maximizar su producción de forraje, se reportan producciones de 11.9 ton/ha/año de forraje (MS). Los rendimientos están en función de diversos factores dentro de los cuales se pueden mencionar el manejo

(altura y frecuencia de defoliación y densidad de siembra) y las condiciones edafoclimáticas. Para optimizar los rendimientos las defoliaciones se deben realizar a 1 m de altura cada 9 semanas.

8.3 Valor nutritivo

La cocoite es una leguminosa que se considera actualmente como una especie de alto potencial en la alimentación animal. El contenido de proteína cruda en el material comestible oscila entre 23 y 30 %, siendo el perfil de aminoácidos similar al follaje de la alfalfa. La digestibilidad in Vitro está entre 65-70%. En cuanto a la concentración de minerales, estos se encuentran en niveles superiores a los considerados como críticos y posiblemente animales pastoreando en esta especie no presenten deficiencias en macro elemento. Las cáscaras de la vaina son comidas por el ganado en Bali, Indonesia como forraje en la estación seca.

La variación evidente en la aceptabilidad del *Gliricidia* a los animales sigue siendo un enigma importante. En algunas áreas tales como Colombia y en Sri Lanka, no aparece ser problema el sabor y la *Gliricidia* es por lo tanto uno de los mas usados en la estación seca y más importante como forraje en estas áreas. En un experimento en Guatemala, el consumo voluntario del *Gliricidia* por las vacas de lactancia era más alto que la *Leucaena* o el *Guazuma ulmifolia* (Vargas et al. 1987). Sin embargo, la *Gliricidia* no es tan percibido por los animales y no se utiliza en todos como forraje a pesar de su alto valor nutritivo.

En el cuadro 8 se muestra la composición bromatológica de algunas fuentes fibrosas. El aspecto más relevante es el elevado contenido de proteína bruta de las leguminosas, sobre todo la *Leucaena* y la *Gliricidia*, en comparación con las demás fuentes. También son notorios los bajos valores de fibra bruta que presentan, ya que en las otras leguminosas y fuentes de harina foliar como la yuca, por ejemplo, la fibra bruta puede igualar o sobrepasar las concentraciones de proteína.

Cuadro.8 Composición bromatológica de algunas fuentes foliares (% MS)

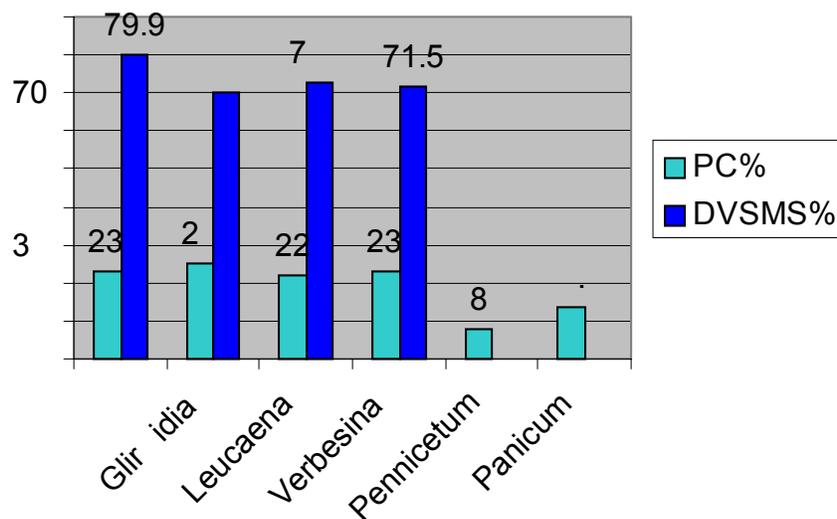
Follajes	Indicadores						Autores
	MS	PB	PV	FB	EE	Ca	
Leguminosas							
<i>Vigna unguiculata</i>	-	18.5	14.0	34.0	2.5	8.5	Díaz y Padill(1997)
<i>Vigna radiata</i>	-	14.0	12.0	28.0	1.6	9.5	Díaz y Padilla(1997)
<i>Canavalia ensiformies</i>	-	22.2	14.0	30.0	2.5	9.8	Díaz y Padilla(1997)
<i>Lablab purpurea</i>	-	18.0	13.0	32.0	2.5	7.0	Díaz y Padilla(1997)
<i>Stizolobium aterrimum</i>	-	17.5	14.0	30.0	2.5	6.5	Díaz y Padilla(1997)
<i>Glycine max</i>	-	14.0	10.0	30.0	2.5	7.5	Díaz y Padilla(1997)
<i>Leucaena leucocephala</i>	30.7	25.8	-	19.4	-	12.3	Fernández (1994)
<i>Sesbania sesban</i>	-	30.9	-	16.9	5.3	10.2	Brown <i>et al.</i> (1987)
<i>Gliricidia sepium</i>	-	29.6	-	12.0	3.0	9.9	Osei <i>et al.</i> (1990)
<i>Cajanus cajan</i>	29.5	24.3	-	24.8	5.2	5.7	Udedibie y Igwe (1989)
No leguminosas							
<i>Manihot esculenta</i>	15.3	24.2	18.15	20.7	6.4	6.07	Buitrago (1990)
<i>Manihot esculenta</i>	-	16.7	-	17.1	7.9	12.5	Ross y Enrique (1969)
<i>Ipomea batata</i>	10.8	18.5	-	10.2	3.7	25.9	Göhl (1975)
<i>Musa pardisica</i>	-	14.2	-	31.5	3.8	12.7	Fernández (1994)
<i>Hibiscus cannabinus</i>	-	17.6	-	28.4	-	16.6	Piloto <i>et al.</i> (1995)
<i>Cenedos colus chayamausa</i>	-	22.8	-	16.5	6.5	-	Sarmiento y Belmar (1997)
Gramíneas							
<i>Pennisetum purpureum</i>	20	9.0	-	28.6	1.1	14.8	Göhl (1975)
<i>Cynodon nlemfuensis</i>	30	12.2	-	26.6	1.7	11.9	Göhl (1975)
<i>Cynodon dactylon</i>	29.5	14.2	-	26.6	1.9	12.4	Göhl (1975)

Fuente: adaptado por Savón (S/F)

La *Gliricidia sepium* tiene un alto valor de alimentación, con la proteína cruda abarcando 20-30% de la materia seca, de un contenido de la fibra cruda de solamente cerca de 15%, y de la digestibilidad in Vitro de la materia seca de 60-70% (Gohl, 1981). Panjaitan (1988) encontró que en Indonesia, la *Gliricidia* tenía un contenido proteínico crudo más alto en la estación húmeda que en la estación seca. Por otra parte, la digestibilidad de la materia seca fue aumentada en la adición de las fuentes de energía tales como mandioca a la dieta (Ademosum et al., 1985). Inversamente, la digestibilidad de la alimentación de baja calidad se puede aumentar en la adición de la legumbre.

Las gramíneas tropicales en general tienen bajo contenido de proteína y digestibilidad promedio del 50% lo cual representa baja calidad nutritiva por eso la importancia de las leguminosas como una alternativa de solución, siendo ricas en proteína y aceptable digestibilidad lo cual pueden incrementar notablemente la producción animal (gráfica 1).

Gráfica. 1 Contenido de proteína cruda y digestibilidad de algunas especies arbóreas y gramíneas tropicales



Murus sp., *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Verbesina myriocephala*, *Pennicetum purpureum* y *panicum maximun*.

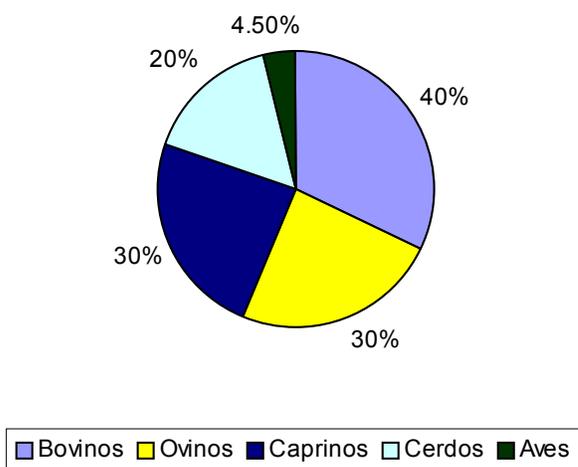
Adaptado de FIRA, 1980; Flores; 1980 y krishnamurthy y Avila, 1999.

También ha habido informes de la inhibición de la toxicidad y del crecimiento en otros animales monogástricos incluyendo aves de corral (Raharjo et al., 1987) y los conejos (Cheeke y Raharjo, 1987). Hay poca evidencia, sin embargo, de efectos tóxicos sobre rumiantes, la *Gliricidia* es también relativamente bajo en los taninos comparados con la *Calliandra calothyrsus* (Lowry, 1990).

IX. PRODUCCIÓN ANIMAL

La *Gliricidia* se utiliza generalmente como alto suplemento de la proteína en las alimentaciones básicas de la baja calidad tales como hierba, paja y otros residuos de la cosecha. Los niveles de la suplementación varían pero están generalmente entre 20-40%.

Gráfica.2 Porcentaje del *Gliricidia* recomendable en la ración animal (MS)



Hay informes numerosos de aumentos de peso y de la producción de leche en rumiantes mayores y menores cuando el forraje del *Gliricidia* se utiliza como suplemento. Nochebuena y ÓDonovan (1986) divulgaron que para las ovejas de Tabasco, México, el consumo y la digestibilidad crecieron cuando la *Gliricidia* fue utilizado como

suplemento, en un 30% de la materia seca de la dieta Chadhokar y Kantharaju (en los 80) encontraron que los niveles de la suplementación del *Gliricidia* del 80% para las ovejas y corderos en Sri Lanka. Para los rumiantes mayores, Chadhokar y Lecamwasam (1982) y Premaratne (1990) divulgaron aumentos del peso vivo para vacas lecheras y el búfalo respectivamente en las dietas bajas de proteína suplidas con *Gliricidia*, aunque los niveles de la suplementación sobre el 50% se divulgan que puede causar disminución en la producción de la leche.

Carew (1983) ha sugerido que la *Gliricidia sepium* se puede también utilizar como fuente única de la proteína para los rumiantes. Liyanage y Wijeratne (1987), sin embargo, ha encontrado que con las novillas en Sri Lanka, una mezcla de *Gliricidia/Bracharia* (1:1) dio mayor aumento del peso vivo que la *Gliricidia* solamente. Kabaija y Smith (1989) concluyeron que la *Gliricidia* podría también proporcionar todos los requisitos minerales del ganado si fue utilizado como alimentación única, a excepción del Cu y P que puede requerirse. Sin embargo, el uso del *Gliricidia* puro es inusual, Según Preston y Leng (1987), mencionan el crecimiento satisfactorio de bueyes en Colombia cuando la hierba del rey fue suplida en un 30% por la *Gliricidia*. Este resultado está de acuerdo con mucha de la investigación publicada hasta la fecha, cerca de 30% es el nivel en el cual la proteína del *Gliricidia* se utiliza con eficacia (gráfica 2).

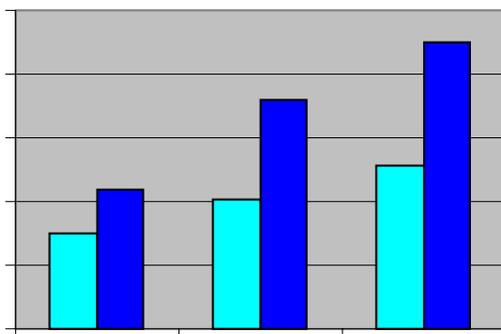
9.1 Bovinos

A pesar de que el uso más común que se le ha dado a esta especie no ha sido como forrajera (Venezuela) se presenta como una buena alternativa de suplementación en la alimentación de rumiantes, principalmente en los períodos de escasez de forraje debido a su alta producción de materia seca y a su excelente valor nutritivo. Investigaciones recientes han demostrado que el cocoite suministrado como harina o utilizada como banco de proteínas pueden incrementar significativamente entre 10 y 20% la producción de leche. Además, mejora la condición corporal y la eficiencia reproductiva de los animales y tiene como ventaja la sustitución parcial o total de los alimentos comerciales (Clavero y Razz, 1997).

En Yucatán, México se evaluó la degradabilidad de 4 especies : *Gliricidia sepium*, *Leucaena leucocephala*, *Albizia lebbeck* y el *Guazuma ulmifolia* en bovinos en pastoreo, en el cual el porcentaje mas alto de degradación ruminal de la materia seca (MS), se encontró en el *Guazuma ulmifolia* y *Gliricidia sepium* con el 81.4% y 80.7% y el de la proteína cruda (PC) fue para las mismas especies con 93.1 y 91.9%, respectivamente (Llamas et al, 2001).

En términos generales (gráfica 3), el empleo de leguminosas forrajeras permite incrementos de un 30% en las ganancias de peso vivo de animales en pastoreo. Particularmente, el cocoite puede suplementar la alimentación de los animales que consuman gramíneas forrajeras, incrementando su respuesta productiva debido a la mejora en la calidad de la dieta, en becerros que inician el pastoreo con 200 Kg y se finalizan con 450 Kg de peso, se logran ahorros de \$1,380.00 por animal, por un uso de suplementos proteicos. (<http://www.inifap.gob.mx/logros/tropicales.PDF>).

Gráfica .3 Resultados productivos obtenidos con el uso de (*Gliricidia sepium*) en la engorda de ganado en Pastoreo (C. E. Balancán, Tabasco) adaptado de (<http://www.inifap.gob.mx/logros/tropicales.PDF>).



Herrera (1994) mostró que el peso vivo de los becerros doble propósito bajo amamantamiento restringido, mejora notablemente cuando el follaje de *G. sepium* reemplazó 500 g de concentrado comercial con 20% PC, respuesta relacionada al consumo total el cual se incrementó significativamente reduciendo en más de un 40% los costos de alimentación. Chacón (1998), en la zona de pie de monte andino, evaluó el efecto de la Suplementación (cuadro 9) con harina de cocoite y alimento balanceado comercial sobre la ganancia diaria de toretes Brahman, concluyendo que los animales suplementados con cocoite tuvieron ganancias superiores al propio testigo y que dicha suplementación puede sustituir niveles moderados de concentrado comercial (<http://www.fpolar.org.ve/ats/clavero.html>).

Cuadro.9 Ganancias de peso en toretes suplementados con *Gliricidia sepium*

Tratamiento	Consumo (Kg/animal/día)	Ganancias (g/animal/día)
Testigo	–	429
Harina de cocoite	0.75	594
Alimento concentrado	0.74	692

Adaptado de: Chacón, 1998.

Estudios de Escobar (1996) demuestran que la inclusión de *Gliricidia sepium* en áreas de pastoreo permiten obtener una mejora en las condiciones corporales del rebaño de 0,80 puntos en comparación con las pérdidas mostradas por el grupo manejado en potreros sólo con gramíneas.

En la mayoría de los países en desarrollo, el uso de concentrados comerciales en la suplementación de vacas de doble propósito es una práctica no rentable; por esta razón el uso de árboles forrajeros representa una alternativa práctica y económica para incrementar la productividad animal en las regiones tropicales. Las respuestas en producción de leche a la suplementación de forraje y/o harina de árboles forrajeros, son variables. Los resultados de algunas experiencias realizadas con *Leucaena*, *Gliricidia* y *Erythrina* se presentan en el cuadro 10. La influencia del follaje de los árboles forrajeros están consideradas por la calidad de la dieta base y la condición corporal de las vacas. Los autores de esas investigaciones confirmaron que el incremento de producción de leche se atribuyó al elevado valor proteico de estas leguminosas las cuales sufre poca degradación en el rumen. Sin embargo, los resultados reflejan que estas leguminosas no sólo representan un importante suplemento proteico sino de alto valor nutritivo, ya que su comportamiento con respecto a la producción de leche es semejante a la suplementación con concentrado de hasta 4 Kg/animal/día.

Cuadro.10 Producción y composición de la leche de vacas suplementadas con árboles forrajeros

Referencia, tratamientos y país	Producción de leche (Kg/vaca/día)	Grasa %
Senra et al. (1982), Cuba		
<i>C. nelemfluensis</i> + 4 Kg conc.	15,0	—
<i>C. nelemfluensis</i> + <i>L. leucocephala</i>	16,6	—
Pezo et al. (1984), Costa Rica		
<i>Brachiaria</i>	8,7	—
<i>Brachiaria</i> + <i>Erythrina</i>	9,5	—
Soler et al. (1996), Venezuela		
<i>C. nelemfluensis</i> + 3.5 Kg conc.	8,9	—
<i>C. nelemfluensis</i> + <i>L. leucocephala</i> (banco de proteína)	9,1	—
González (1996)		
Heno pangola + 3 Kg conc.	5,95	4,22
Heno pangola + 2.25 Kg conc. + 0.75 harina de <i>G. sepium</i>	5,98	4,18
Heno pangola + 1.5 Kg conc. + 1.5 harina <i>G. sepium</i>	6,16	4,01
Clavero et al. (1996), Venezuela		
Guinea + 5 Kg/día conc.	11,2	2,9
Guinea + 1 Kg/día harina de <i>G. sepium</i> + 2 Kg/día conc.	12,1	3,5
Guinea + 0.5 Kg/día harina de <i>G. sepium</i> + 2.5 Kg/día conc.	12,2	3,3
Razz y Clavero (1997), Venezuela		
<i>Brachiaria</i> + 2 Kg harina de <i>G. sepium</i>	8,29	3,89
<i>Brachiaria</i> + 1 Kg conc. + 1 kg harina de <i>G. sepium</i>	7,68	4,13
<i>Brachiaria</i> + 2 Kg conc.	7,40	4,15
<i>Brachiaria</i>	7,28	4,38

9.2 Ovinos y Caprinos

El consumo voluntario es uno de los mejores indicadores del valor nutritivo de un alimento para rumiantes (Minson, 1990).

En términos generales los árboles forrajeros tienen una concentración aceptable de proteína cruda (cuadro 11) por lo que el follaje puede ser cultivado y

empleado como suplemento en épocas de escasez de forraje (sequía). El follaje de *B. alicastrum*, *G. sepium* o *G. ulmifolia* es apetecido y consumido sin problemas por el ganado ovino y representa una buena alternativa para mejorar el comportamiento animal. No obstante, es probable que el follaje de árboles tenga que ir acompañado de una fuente de energía de rápida disponibilidad ruminal para maximizar la síntesis de proteína microbiana en el rumen (Sauvant y van Milgen, 1995).

Cuadro.11 Composición química de especies de árboles y arbustos disponibles para la alimentación de rumiantes en el sur de México

	MO	PC	FDN	FDA
<i>B. alicastrum</i> *	90.4	15.7	37.5	28.5
<i>B. alicastrum</i> *	77.0	14.8	40.4	28.9
<i>G. ulmifolia</i> *	77.5	18.1	45.1	28.9
<i>E. tinifolia</i> *	79.6	15.7	65.7	45.8
<i>G. sepium</i>*	91.5	19.3	35.7	21.8
<i>T. longiradiata</i> **	85.8	23.6	44.5	32.7
<i>L. leucocephala</i> **	91.9	18.6	34.6	18.2
<i>E. mexicana</i> **	92.2	12.4	50.6	32.4
<i>C. houstoniana</i> **	90.2	12.9	48.4	35.6
<i>C. spectabilis</i> **	94.5	15.2	41.4	20.7
<i>G. ulmifolia</i> **	93.4	9.5	47.0	31.8
<i>G. sepium</i>**	95.0	13.5	41.1	20.0

* Cosechadas en Yucatán

** Cosechadas en Chiapas

El Cuadro 12 indica claramente que la extensión de la digestión ruminal de la PC de *B. alicastrum*, *G. sepium* y *G. ulmifolia* es alta, lo que resulta en un incremento en la concentración de NH₃ en el rumen, estimulando probablemente la síntesis de proteína por la población microbiana y el aporte de nitrógeno (N) microbiano al intestino delgado. Estas tres especies representan una excelente fuente de proteína cruda durante la estación de seca para los rumiantes en el sur de México.

Cuadro.12 Tasa y extensión de la digestión ruminal de MS, MO y PC de árboles forrajeros disponibles en Yucatán

Especie	Materia seca		Materia orgánica		Proteína cruda	
	Tasa	Extensión	Tasa	Extensión	Tasa	Extensión
	(/h)	(%)	(/h)	(%)	(/h)	(%)
<i>B. alicastrum</i> *	0.105	86.85	0.105	86.62	0.113	95.19
<i>B. alicastrum</i> +	0.059	88.30	0.049	90.70	0.057	93.30
<i>G. ulmifolia</i> +	0.051	70.80	0.050	69.40	0.045	83.60
<i>E. tinifolia</i> +	0.019	39.40	0.021	27.50	0.140	45.50
<i>G. sepium</i>#	0.106	91.21	0.096	87.77	0.120	94.50

*Valdivia y Ku (1996)

+Ramírez y Ku (1997)

Alayon et al. (1998)

Cambellas et al. (1999), menciona las ganancias en peso fueron en promedio de 83 g/día para las corderas suplementadas con harina de pescado, 66 g/día para las suplementadas con *Gliricidia* y de 98 g/día para las que consumieron harina de pescado + *Gliricidia*. Estos valores son semejantes a los señalados en la literatura para corderas de razas tropicales alimentadas con pasto de corte y suplementadas con concentrado. Las mayores ganancias ($P < 0,05$) fueron las de los animales que consumieron los dos suplementos (HPG), pudiendo reflejar esto un efecto aditivo de los suplementos. No hubo diferencias significativas entre los animales suplementados con harina de pescado (HP) y con *Gliricidia* (G), lo que indica que también la *Gliricidia* puede sustituir a materias primas de alto valor proteico y alto costo, en la suplementación de ovinos en crecimiento.

Clavero(1998) menciona que el consumo es afectado por la inclusión en la dieta de suplementos altos en proteína cruda, encontrándose el mayor consumo en los animales suplementados con concentrado y cocoite en comparación al 100% heno. Los ovinos suplementados con concentrado y cocoite presentaron un balance de nitrógeno positivo similar entre ellos y superior al obtenido en animales sin suplementación, la misma tendencia fue obtenida para NR(Retención diario nitrógeno), NRC(Nitrógeno retenido consumido) y NRAA(Nitrógeno retenido

absorbido). Es posible sustituir el concentrado comercial por hojas de *G. sepium* y obtener una respuesta similar en los animales (cuadro 13).

Cuadro.13 Consumo voluntario y balance de nitrógeno en los ovinos que consumieron concentrado Y *G. sepium*

Tratamientos	Consumo voluntario (g/animal/día)	Balance de Nitrógeno		
		N R	NRC	NRAA
		(%)	(%)	(%)
Heno (T1)	567.7 ^c ±120	0.50 ^b ±0.19	13.9 ^b ±3.5	40.1 ^b ±9.1
Heno + concentrado (T2)	815.2 ^a ±105	4.17 ^a ±0.21	42.3 ^a ±2.7	71.10 ^a ±3.6
Heno + cocoite (T3)	649.9 ^b ±117	3.53 ^a ±0.16	38.5 ^a ±5.1	63.9 ^a ±6.7

a, b, c: Valores con letras diferentes dentro de la misma columna presentan diferencias significativas (P<0.05)

Van Eys et al. (1986), entre otros, han demostrado un aumento en el peso vivo para las cabras alimentadas con *Gliricidia* en un 30%. De hecho, en Sri Lanka durante la estación seca, la *Gliricidia* es comúnmente la alimentación única de las cabras domésticas (Perera, 1992).

9.3 Porcinos

La utilización de hojas de árboles y arbustos, follajes de leguminosas y gramíneas son un hecho muy conocido en la alimentación de rumiantes y otros herbívoros; sin embargo, en los últimos años ésta ha tenido un buen auge en la alimentación porcina. Sin dudas, su utilización presenta múltiples ventajas. Entre ellas, tenemos:

- Las plantas verdes son el potencial más económico y abundante como fuente de proteína.
- Se requiere 8 veces menos energía fósil para la producción de proteína vegetal que para producir proteína animal.
- Los aminoácidos se sintetizan mediante la fotosíntesis a partir sólo de elementos primarios disponibles en cantidades ilimitadas como la energía solar,

el dióxido de carbono, el agua y el nitrógeno inorgánico (o atmosférico) en el caso de las leguminosas.

- Las proteínas foliares apenas son bajas en metionina y otros aminoácidos azufrados.
- Su contenido de triptófano es tan alto como en el huevo, por lo que su proteína es superior a las proteínas de granos como la soya.
- Complementa las diferencias proteicas de raíces, tubérculos, cereales y otros granos.
- Poseen un buen contenido energético de vitaminas y minerales.
- No compite con la alimentación del hombre.
- Debido al elevado contenido de fibra puede acondicionar un mayor desarrollo del tracto digestivo.

Entre las desventajas se hallan:

- Alto contenido de fibra dietética que pudiera disminuir la disponibilidad de nutrientes.
- Presencia de factores antinutricionales que disminuye su palatabilidad, consumo e influyen en el fisiologismo digestivo del animal.

Las características más importantes que deben poseer las fuentes foliares las siguientes:

- Facilidad para establecerse mediante semillas o porciones vegetativas.
- Rápida tasa de crecimiento.
- Buena capacidad de rebrote.
- Habilidad para fijar nitrógeno.
- Resistencia a plagas y enfermedades.
- Profundidad radicular.
- Posibilidad de evadir condiciones ambientales de estrés como la sequía, el encharcamiento y el pH extremo.
- Alta relación hoja/tallo.

Se relaciona un grupo de plantas tropicales y subtropicales que pudieran ser utilizadas potencialmente como recurso foliar en la alimentación porcina (cuadro 14).

Cuadro.13 Plantas tropicales que pueden ser utilizadas como recurso foliar en la alimentación porcina.

Leguminosas	<i>Leucaena leucocephala</i> <i>Lablab purpurea</i> <i>Stizolobium aterrimum</i> <i>Vigna unguiculata</i> <i>Vigna sinensis</i> <i>Sesbanea sesban</i> <i>Gliricidia sepium</i> <i>Canavalia ensiformes</i> <i>Cajanus cajan</i>
No leguminosas	<i>Amaranthus cruentus</i> <i>Avena sativa</i> <i>Chenopodium quinoa</i> <i>Trichantera gigantea</i>
Cultivos	<i>Ipomea batata</i> <i>Manihot esculenta</i> <i>Musa paradisiaca</i>
Gramíneas	<i>Cynodon nlemfuensis</i> <i>Cynodon dactylon</i>

9.3.1 Productividad y rendimiento agronómico de recursos foliares en el trópico.

La productividad y rendimiento agronómico de las plantas, amén de una provisión adecuada de insumos, se halla regulada por factores genéticos y fisiológicos. Los factores genéticos establecen límites naturales al potencial productivo, pero dado este sistema, son los factores ecológicos a través de su acción indirecta (latitud, altitud, lluvia, y otras) sobre las plantas y de su manipulación por el hombre, los que en última instancia determinan la productividad de las plantas. Sin embargo, existen otros factores o condiciones sobre los que la capacidad del hombre se encuentra limitada por razones físicas o económicas como es el caso de la acción sobre la radiación solar o la temperatura

ambiental, factores que son de importancia en los procesos fisiológicos de las plantas. En el trópico, debido a la incidencia constante de luz solar, los cultivos de ciclo corto, como los cereales y leguminosas temporales, presentan un menor rendimiento agronómico que los de ciclo intermedio, como la yuca, o los perennes, como las gramíneas y leguminosas forrajeras. Además, la fuerte interacción genotipo ambiente que existe en los países tropicales, condiciona una dependencia directa del rendimiento agronómico a las condiciones edafoclimáticas. Otros factores importantes en el rendimiento y productividad son la altura y el intervalo de corte. Igualmente, hay que brindar atención a la edad del cultivo, período de crecimiento e iniciación floral como elementos que coadyuvan a determinar el mejor momento para cosechar el follaje.

9.3.2 Valor nutritivo de las fuentes foliares.

El valor nutritivo de un alimento depende del consumo del alimento en cuestión y del grado en que la materia seca suministrada por éste proporcione cantidades de energía, proteína, minerales y vitaminas a la dieta animal. El aspecto más relevante es el elevado contenido de proteína bruta de las leguminosas, sobre todo la *Leucaena* y la *Gliricidia*, en comparación con las demás fuentes. También son notorios los bajos valores de fibra bruta que presentan, ya que en las otras leguminosas y fuentes de harina foliar como la yuca, por ejemplo, la fibra bruta puede igualar o sobrepasar las concentraciones de proteína. Las harinas de follaje de leguminosas y de cultivos tropicales realizan un importante aporte de carotenos, cuya concentración dependerá del proceso y método de secado del follaje. Si el secado se realiza rápidamente y al sol, la concentración de caroteno será más estable que si se realiza en estufa. Los carotenos se convierten en vitamina A en la mucosa intestinal con una eficiencia del 30 % en los cerdos. En los follajes también se hallan contenidos apreciables de vitaminas del complejo B y vitamina C. Vásquez y Roso (1996) concluyeron que la harina de cocoite se puede utilizar en dietas para cerdos en niveles de hasta 20 % en sustitución de la fuente proteica en la alimentación de los cerdos, no presentándose ninguna disminución significativa en el aumento diario de peso

9.3.4 Factores antinutricionales

Los factores antinutricionales son sustancias naturales sintetizadas por los tejidos vegetales para protegerse de depredadores tales como bacterias, hongos, insectos y otros animales. Estos compuestos pueden originar una disminución en el consumo voluntario, interferir en el proceso digestivo con la utilización metabólica del alimento comprometiendo la salud y los potenciales productivos de los animales que lo consumen (cuadro 15).

Cuadro.15 Sustancias antinutricionales de algunas fuentes foliares y su efecto

Sustancia antinutricional	Especies	Efecto
1. Taninos	<i>Leucaena leucocephala</i> <i>Canavalia ensiformis</i> , <i>Lablab purpureus</i> , <i>Glycinia max</i> , <i>Stizolobium aterrimum</i> , <i>Musa paradisiaca</i> , <i>Vigna sp.</i> , <i>Robinia pseudoacacia</i>	Disminución consumo voluntario, disminución digestibilidad y ret.denitrógeno, inhibición quimotripsina, disminución intestinal de tripsina y amilasa .
2. Cyanógenos	<i>Manihot esculenta</i>	Disminución consumo, imposibilita transp. O ₂ a la sangre, afecta met. intermediano.
3. Saponinas	<i>Sesbania sesbans</i> y <i>Cannavalia ensiformis</i> , <i>Leucaena leucocephala</i> , <i>C. Cajans</i> .	Retardo en el crecimiento, reducción consumo voluntario
4. Aminoácidos no proteicos a) Mimosina b) Canavanina	<i>Leucaena leucocephala</i> , <i>Canavalia ensiformis</i>	Disminución del consumo y crecimiento
5. Lectina Taninos	<i>Robinia pseudoacacia</i>	Disminución digestibilidad de la proteína.
6. Alkaloides	<i>Gliricidia sepium</i>	

Fuente: adaptado por Savon(S/F)

Las proteínas que se enlazan a los taninos alteran su metabolismo e incluso las interacciones posteriores enzimas-taninos inhiben la actividad de las enzimas

digestivas. Así la inhibición enzimática y la formación de complejos con los taninos y carbohidratos pueden reducir la digestibilidad. En el caso de la mimosina presente en la *Leucaena*, Wee y Wang (1987) adaptado por Savon(S/f) han planteado que después de la cosecha, se produce un rompimiento enzimático de este aminoácido que propicia casi su completa conversión al metabolito intermediario 3-hidroxi-4(1H)-piridona y aunque este producto tiene un efecto tóxico potente en los rumiantes, éste no se produce en los cerdos debido a los bajos niveles de consumo y la relativa estabilidad de la mimosina en el tracto digestivo de estos animales.

9.3.4 Métodos para incrementar el valor nutritivo de las harinas foliares.

La presencia de este rango diverso de factores deletéreos y de elevados niveles de fibra dietética ha estimulado la búsqueda de métodos para lograr incrementar el valor nutritivo de las harinas foliares.

El secado natural, muy utilizado en el trópico, es el ya mencionado tratamiento efectivo para la remoción de los glucósidos cianogénicos presentes en la harina foliar de yuca. También se ha utilizado para reducir el contenido de mimosina de las hojas de *Leucaena*. Otro tratamiento que se ha seguido para la *Leucaena* es el ensilado. Todos estos tratamientos reducen la mimosina, pero sin embargo, pueden incrementar el 3-4-DHP proporcionalmente, por lo que es necesario realizar estudios nutricionales para confirmar cualquier mejora. Los aditivos alimentarios se utilizan generalmente para neutralizar los componentes tóxicos y estables al calor que se hallan en las harinas foliares, aunque pueden ser efectivos contra algunos inhibidores sensibles al calor presentes en ellas. Así, se han utilizado sales de Fe y Al como suplementos para incrementar el valor nutritivo de dietas que contienen harina foliar.

Otro método simple y efectivo para incrementar el valor nutricional de las harinas foliares es adicionar polietilenglicol (PEG, PM 4000). Los taninos condensados presentes en estas harinas forman complejos que se unen más fuertemente al PEG que a las proteínas. Esto se ha comprobado con la harina

foliar de robinia en ratas, donde se incrementó la digestibilidad de la proteína por adición de 16 g/kg de dieta.

9.4 Aves

Es un hecho definitivamente establecido el que la población humana prefiere huevos cuyas yemas tengan un cierto grado de pigmentación. En la explotación avícola extensiva, las gallinas obtenían los pigmentos carotenoides (Xantofilas) requeridos para la pigmentación de las yemas de la hierba fresca por ellas mismas. Con el cambio de la avicultura doméstica, relativamente extensiva, a la producción avícola intensiva, en confinamiento estricto, ha sido motivo de preocupación la provisión de fuentes pigmentadas en el alimento, que permitan obtener huevos que satisfagan las exigencias de los consumidores. Las fuentes tradicionales principales han sido la harina de maíz amarillo y la harina de alfalfa y, recientemente, los pigmentos sintéticos. La harina de diferentes plantas verdes, muchas de ellas leguminosas, las cuales crecen bien en el país, pueden ser ingredientes muy útiles como fuentes de pigmentos en alimentación de aves. Entre éstas destaca la *Giiricidia sepium*.

(http://www.redpav-fpolar.info.ve/agrotrop/v24_6/v246a007.html)

Sólo en años recientes han comenzado a aparecer trabajos y reportes sobre la capacidad pigmentante y las posibilidades de utilización en la alimentación de aves de algunos materiales tropicales que pueden sustituir a la harina de alfalfa. Reveron et al (1973) reporta que la harina de cocoite secada a estufa contiene los siguientes (mg/Kg) de carotenos, xantofilas, monohidroxipigmentos y polioxipigmentos: 117, 172, 146, 15 y 17 respectivamente. Montilla et al (1973) no encuentran diferencias en relación a incrementos de peso, eficiencia alimenticia y pigmentación en pollos de engorde, cuando sustituyen 2,5% de harina de alfalfa por igual cantidad de harina cocoite. La harina de cocoite puede incorporarse a raciones para ponedoras al mismo nivel de (4,5%) en que tradicionalmente se utiliza la harina de alfalfa y sustituyendo a ésta, a condición de que se la incorpore también a niveles relativamente altos de (2% y 4,5% respectivamente).

9.5 En la alimentación de peces

La acuaforestación se refiere a la producción interactiva con árboles y arbustos. La acuaforestación puede practicarse, ya sea en vegetación de mangle en aguas salobres en las áreas costeras o bajo aguas frescas de fincas integrales. Varios estudios experimentales indican que diferentes especies de peces (*Labeo rohita*, *Catla catla*, *Tilapia nilotica* etc.), camarones (*Panaeus monodum*) y gambas (*Macrobrachium rosenbergii*), almeja, mejillón y caracol. Pueden producirse usando alimentos de hoja de árboles y arbustos forrajeros como *Leucaena leucocephala*, *Canajus*, *Gliricidia sepium*, *Sesbania sesban* (Ghatnekar et al.1983,Vogt et al.1986, Cano, 1999). La producción de peces usando forraje de las especies de árboles puede reducir significativamente el costo de la producción y por lo tanto aumentar las utilidades.

9.6 Otros usos

Las flores se comen hervidas, fritas o en conserva. Sin embargo es peligroso comer las flores ya que contienen sustancias tóxicas. Las flores son utilizadas como alimento humano en Guatemala, El Salvador y Costa Rica. Los efectos tóxicos del *Gliricidia* son bien sabido en su gama nativa en América central, mezclada con maíz cocinado, se utilizan tradicionalmente como rodenticida (Standley y Steyermark, 1946).

Las semillas, hojas, corteza y raíz contienen sustancias tóxicas que se usan localmente para envenenar roedores en los campos de cultivo. La raíz es tóxica y envenena a los pequeños roedores que atacan el cacao. Actividad insecticida contra: barrenador mayor de los granos (*Prostephanus truncatus*, Coleoptera: Bostrichidae); gorgojo pinto del frijol (*Zabrotes subfasciatus*, Coleoptera: Bruchidae); conchuela del frijol (*Epilachna varivestis*, Coleoptera: Coccinellidae).

La madera tiene gran utilidad en la producción de durmientes, muebles pequeños, pisos, duela, acabados de interiores, hormas para zapatos, ebanistería,

mangos para cuchillos finos, partes de embarcaciones, crucetas, pilotes para mina, crucetas, postes y en la industria en la producción de ceras.

Las hojas y corteza se utilizan en forma de emplastos y baño general como remedio para granos y erisipelas (sarampión). Hojas y corteza: antipirético (calentura). También se le ha reportado como antiséptica, fluidificante. Planta: para aliviar el dolor de cabeza y fiebre.

X. RECOMENDACIONES

En México existe poca información sobre esta especie acerca de su establecimiento, utilización, manejo y en la alimentación animal. Sin embargo, en otras partes del mundo como Sri Lanka, Venezuela, Costa Rica, Indonesia entre otros la han adoptado por su potencial en el aspecto forestal, agrícola y ganadero, lo cual le a justificado la atención prestada.

Sin embargo, es necesario conocer primero su potencial productivo, así como sus características nutritivas y los parámetros de digestibilidad para determinar su capacidad como planta forrajera en la alimentación de rumiantes, sobre todo para la recuperación de áreas degradadas por incendios, inundaciones o sobrepastoreo.

Las necesidades de semilla para promover las alternativas forrajeras es un obstáculo, por lo tanto es recomendable que exista a través de la iniciativa privada o publica bancos de biomasa o semilla donde el productor pueda adquirir con facilidad esta tecnología.

XI. CONCLUSIONES

Existe una gran diversidad de leguminosas que pueden ser utilizadas eficazmente en la alimentación animal entre las cuales se encuentra la *Gliricidia sepium*, la cual se adapta bien a suelos ácidos y es muy resistente a la sequía. Sin embargo, en México existe poca información sobre estos recursos, pero en otros países ha sido un éxito en la alimentación animal y otros usos lo cual refleja la poca investigación e interés que existe sobre esta especie en nuestro país.

La utilización de forrajes es un factor de suma importancia en la alimentación de rumiantes, pero la baja calidad debido a la degradabilidad o baja fertilidad del suelo ha provocado que los parámetros productivos y reproductivos sean bajos, lo cual ha obligado a productores a buscar nuevas alternativas, por ejemplo, suplementar con proteína y energía (producto del mercado) lo cual representa un costo adicional.

El empleo de cocoite por su calidad nutritiva y buena producción de forraje durante todo el año ha permitido óptimas ganancias de peso y leche en animales en pastoreo, por lo que se ha establecido la tecnología para su uso como banco de proteína y en los sistemas silvopastoriles lo cual es importante para lograr que se tenga una producción animal económicamente competitiva.

XII. BIBLIOGRAFÍA

- Argel, P. y B. Maass. 1995. Evaluación y adaptación de leguminosas arbustivas en suelos ácidos infértiles de América Tropical. *In* Proceedings of the Workshop "Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils" _ Evans, D.O. y Szott, L.T. Nitrogen Fixing Tree Association (NFTA) and Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). Turrialba, Costa Rica. 215-227pp.
- Ademosum, A.A., H.G. Jansen and V.van Houtert. 1985. Goat management research at the University of Ife. *In*: Sumberg, J.E. and Cassady, K. *Sheep and Goats in Humid West Africa*. ILCA, Addis Ababa, Ethiopia. 32-41pp.
- Adejumo, J.O. 1991. Effect of length and girth of vegetative planting material upon forage yield and quality of *Gliricidia sepium*. *Tropical Agriculture* 68:63-65.
- Alayon, J.A., L.A. and J.C. Ku Vera. 1998. Intake, rumen digestion and microbial nitrogen supply in Pelibuey sheep fed *Cynodon nlemfuensis* and supplemented with foliage of *Gliricidia sepium*. *Agroforestry Systems*. (En prensa).
- Allison, G.E. and A.J. Simons. 1996. Propagation and Husbandry. p. 49-71. *In*: J.L. Stewart, G.E. Allison, and A.J. Simons. *Gliricidia sepium: genetic resources for farmers*. Tropical Forestry Papers 33. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK. 125 p.
- Bronstein, G. 1983. Los árboles en la producción de pastos. *In* Curso Corto Intensivo Prácticas Agroforestales con énfasis en la Medición y Evaluación de Parámetros Biológicos y Socio-Económicos. L. Babbar (comp.). Turrialba, Costa Rica, CATIE. Mimeo, p.d.
- Botero, R. y R.O. Russo. 1997a. Utilización de árboles y arbustos fijadores de nitrógeno en sistemas sostenibles de producción animal en suelos ácidos tropicales. *In* III Seminario Manejo y Utilización de Pastos y Forrajes en Sistemas de Producción Animal. R. Tejos, C. Zambrano, M. Camargo L.E. Mancilla W. García. UNELLEZ, Barinas, 20-22 de febrero de 1997. 49-63 pp.
- Botero, R. y R.O. Russo. 1997b. Árboles y arbustos en producción animal en suelos ácidos del trópico. *Carta Ganadera (Colombia)* septiembre. 1997. 43-47pp.
- Benavides, J. 1994. Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol 1 y 2. CATIE, Turrialba Costa Rica.
- Botero, R. 1992. Estrategias para la alimentación de rumiantes con forrajes tropicales en sistemas de producción sostenible. *In* Memorias del foro sobre "Estrategias para la Producción Animal en el Proceso de Integración Colombo-Venezolana". Asociación Venezolana de Producción Animal (AVPA), Universidad Nacional Experimental del Táchira y Universidad Francisco de Paula Santander. San Cristóbal, Venezuela. 18 p.

- Budelman, A. 1989. Nutrient composition of the leaf biomass of three selected woody leguminous species. *Agroforestry Systems* 8:39-51.
- Bindumadhava, R.R.S., R.H. Krishnan, T.S. Theetharappan, T.S., R. Sankaranarayanan, and G. Venkatesan. 1966. A note on *Gliricidia* shrubs. *Madras Agricultural Journal* 60:17-22.
- Burley, J. and von carlowitz.1983. Multipurpose Trees Germplams: Proceeding of a planning workshop to discuss international cooperation. ICRAF, Nairobi, Kenya.
- Boa, E.R. and J.M. Lenné. 1996. Diseases and Insect Pests. p. 73-76. In: J.L. Stewart, G.E. Allison, and A.J. Simons. . *Gliricidia sepium: genetic resources for farmers*. Tropical Forestry Papers 33. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK.
- Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza. (CATIE). 1986. Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América Central. Informe Técnico No. 86.Turrialba, Costa Rica.228 p.
- Clavero, T y Razz R. 1997.arboles forrajeros. Matarraton (*Gliricidia sepium*). Corporación para el desarrollo de la region de Zulia, Venezuela. 4p.
- Carew, B.A.R. 1983. *Gliricidia sepium* as sole feed for small ruminants. *Tropical Grasslands* 17:181-184.
- Combe, J. y G. Budowski. 1979. Clasificación de las técnicas agroforestales. En Taller de Sistemas Agroforestales en América Latina. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 17-48 pp.
- Cheeke, P.R. and Y.C. Raharjo. 1987. Evaluation of *Gliricidia sepium* forage as leaf meal as feedstuffs for rabbits and chickens. In: Withington, D., Glover, N. and Brewbaker, J.L. *Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and Improvement*. Proceedings of a workshop at CATIE, Turrialba, Costa Rica. NFTA Special Publication. 193-198 pp.
- Chadhokar, P.A. and H.R. Kantharaju. 1980. Effect of *Gliricidia maculata* on growth and breeding of Bannur ewes. *Tropical Grasslands* 14:78-82.
- Chadhokar, P.A. and A. Lecamwasam. 1982. Effect of feeding *Gliricidia maculata* to milking cows a preliminary report. *Tropical Grasslands* 16:4648.
- Chacón, C. 1998. Principales aspectos del manejo y uso de leguminosas y cultivos estratégicos en la región sur de Venezuela. En: Clavero, T. Estrategias de alimentación para la ganadería tropical. Editorial Ars Gráfica.123-140 pp.
- Daccarett, M. y J. Blydenstein.1968. La influencia de árboles leguminosos y no leguminosos sobre el forraje que crece bajo ellos. Turrialba (Costa Rica) 18(4):405-408.

- Dale, V.H., R.A. Houghton, A. Grainger, A.E. Lugo y S. Brown. 1993. Emissions of Greenhouse Gases from Tropical Deforestation and subsequent Uses of the Land. In: Sustainable Agriculture and the Environment in the Humid Tropics. National Research Council. National Academy Press. Washington, D.C. USA.
- Cano, S.M.P. 1999. Silvoacuacultura para el Trópico Húmedo: Alimentación de tilapia con tres leguminosas arbóreas en Ixtacuaco, Veracruz. Tesis de Maestría. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo. México.
- Enkerlin, E.C., G.Cano., R.A. Garza. y E. Vogel. 1997. Ciencia Ambiental y Desarrollo Sostenible. International Thomson Editores. México, D.F. 666 pp.
- Escalera, P., M. Barros, M. Barrientos, V. Meléndez y A. Riba. 1996. Palatabilidad de siete especies leguminosas forrajeras en ganado bovino. Informe Curso Producción Animal. EARTH, Costa Rica. 10 p.
- Escobar, A., E. Romero y A. Ojeda. 1996. *Gliricidia sepium*: El matarratón un árbol multipropósito. Editorial Exibris. Venezuela. 78 p.
- Ella, A., Jacobsen, C., W.W Stür, and G. Blair. 1989. Effect of plant density and cutting frequency on the productivity of four tree legumes. *Tropical Grasslands* 23: 28-34.
- Falvey, J.L. 1982. *Gliricidia maculate* - a review. *International Tree Crops Journal* 2:1-14.
- FIRA. 1980. *Leucaena*. Leguminosa tropical mexicana, usos y potencial. Campo experimental. Ajuchitlan, Guerrero. 65 p.
- Flores, M.A.J. 1980. bromatología animal. 2da edición. Editorial Limusa. México, D.F. 206-230 pp.
- Glover, N. 1989. *Gliricidia* production and use. Nitrogen Fixing Tree Association, Waimanalo, Hawaii, USA. 44 p.
- Gómez, M.E., L. Rodríguez, E. Murgueitio, C.I. Ríos, M. Rosales, C.H. Molina, E. Molina y J.P. Molina. 1995. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: Matarratón (*Gliricidia sepium*), Nacedero (*Trichantera gigantea*), Pizamo (*Erythrina fusca*) y Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). CIPAV, Cali, Colombia. 129 p.
- Gonzal, D.G. and R.S. Raros. 1988. Effects of *Gliricidia sepium* mulch on upland rice yield and soil fertility. In: *Multipurpose Tree Species for Small Farm Use*. Proceedings of workshop, Pattaya, Thailand. Winrock International, USA. 261-264 pp.
- Gutteridge, R.C. and S. MacArthur. 1988. Productivity of *Gliricidia sepium* in a subtropical environment. *Tropical Agriculture* 65:275-276.
- Göhl, B. 1981. Tropical feeds; feed information summaries and nutritive values. FAO Animal Production and Health Series, No. 12. FAO, Rome, Italy, 529 pp.

- Ghatnekar, S.D., D.G. Auti and V.S.Kamat. 1983. Feeding *Leucaena* to Mozambique tilapia and major carps. In: IDRC. *Leucaena* research in the Asia-Pacific region . proceedings of workshop held in Singapore, 23-26 November 1982.
- Hughes, C.E. 1987. Biological considerations in designing a seed collection strategy for *Gliricidia sepium*. *Commonwealth Forestry Review* 66:31-48.
- Holdridge, L.R. 1979. Ecología basada en zonas de vida. IICA, San José, Costa Rica. 216 p.
- Hensleigh, T.E. and B.K. Holway. 1988. Agroforestry species for the Philippines. US Peace Corps, Washington DC. 404 p.
- Ibrahim, M., S. Abarca y O. Flores. 2000 a. Geographical Synthesis of Data on Costa Rica Pastures and Their potential for Improvement. Quantifying Sustainable Development. The Future of Tropical Economies. Edited by Hall C. Academic Press. (U.S.A.) 423-448p.
- Humphreys. 1962. "Range Ecology" . Ronald Press, New York. 234 p.
- ICRAF. 1997. Redefining agroforestry-an opening Pandora's box? *Agroforestry today*. 9:1-5
- Ibrahim, M. 1994. Compatibility, persistence and productivity of grass-legume mixture for sustainable animal production in the Atlantic Zone of Costa Rica. Thesis. Agricultural University, Wageningen, Netherlands. 129 p.
- Jarillo, R.J. y A.I. Ramírez. 1997. Pastoreo intensivo y tradicional: Su influencia sobre el sistema suelo-planta-animal en el sureste de México. *Archivos Latinoamericanos de Producción Animal*. 5 (Supl. 1): 72-75.
- Joachim, A.W.R. and P.R., Kandiah. 1934. The change in composition and decomposability of typical Ceylon green manures with age. *Tropical Agriculturist* 82:3-20.
- Kang, B.T. and K. Mulongoy. 1987. *Gliricidia sepium* as a source of green manure in an alley cropping system. In: Withington, D., Glover, N. and Brewbaker, J.L. *Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and Improvement*, Proceedings of a workshop at CATIE, Turrialba, Costa Rica. NFTA Special Publication 87-01, 44-49 pp.
- Kathiravetpillai, A. 1990. The role of shade trees in tea plantations. In: Gunasena, H.P.M. (ed.), *Multipurpose Tree Species in Sri Lanka*. Proceedings of workshop, Kandy, Sri Lanka. 37-44 pp.
- Kabajja, E. and O.B. Smith. 1989. Influence of season and age of regrowth on the mineral profile of *Gliricidia sepium* and *Leucaena leucocephala*. *Tropical Agriculture* 66:125-128.
- Kidd, T.J. and Taogaga. 1985. Nitrogen fixing trees as green manure for upland taro in Western Samoa. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 3:67-68.

- Kursten, E. and P. Burschel. 1993. CO₂ mitigation by agroforestry. *Water, Air and Soil Pollution*, 70: 533-544.
- Krishnamurthy, L. y Avila M. 1999. agroforesteria basica. Primera edición. FAO. Mexico.D.F. 15-60 pp.
- Loker, M.W. 1994. Where is the beef?: Incorporating cattle into sustainable agroforestry systems in the Amazon Basin. *Agroforestry Systems*. 25:227-241.
- Lavin, M. 1996. Taxonomy. p. 3-17. In: J.L. Stewart, G.E. Allison, and A.J. Simons. *Gliricidia sepium*: genetic resources for farmers. Tropical Forestry Papers 33. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK.
- Liyanage, M. de S. and H.P. Sjayasundera. 1989. Effects of shading on seedling growth of *Gliricidia sepium*.) *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 7:95-96.
- Liyanage, L.V.K. and A.M.U.Wijeratne. 1987. Uses and management of *Gliricidia sepium* in coconut plantations of Sri Lanka. In: Withington, D., Glover, N. and Brewbaker, J.L. *Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and Improvement*, Proceedings of a workshop at CATIE, Turrialba, Costa Rica. NFTA Special Publication 87-01, 95-101pp.
- Lowry, J.B. 1990. Toxic factors and problems: methods of alleviating them in animals. In: Devendra, C. *Shrubs and Tree Fodders for Farm Animals*. Proceedings of a workshop in Denpasar, Indonesia, 24-29 July 1989, 76-88 pp.
- Lundgren, B.O. and J.B.Rantree.1983. Sustained agroforestry: Nestel, B. Agricultural Research for Development: Potentials and Challenges In Asia The Hague, The Netherlands.
- Llamas, G.E., J. Castollo, G., C. Sandoval, C. Y F. Bautista Z. 2001. Digestibilidad in situ y preferencia del follaje de arboles con potencial forrajero en un suelo de cantera en Mérida, Yucatán. memorias. XXIX Reunion anual de la Asocioacion mexicana de Producción Animal. Fac. de Agronomía. UAT. Cd. Victoria Tamaulipas. México. 248-253 pp.
- Meléndez, N. F. 1997. Manejo de praderas para Tabasco. (INIFAP)Produce. Fundación Produce Tabasco, A.C., Villahermosa, Tabasco.
- Minson, D.J. 1990. Forage in Ruminant Nutrition. Academic Press. San Diego, California, USA. 483 pp.
- Medina, J.J.M., R.P.Ruiz, L.R. Avilez, A.H. Lopez, E.C. Velasco, V.E. Ruiz y L.O. González. 2001. establecimiento de especies arbóreas forrajeras en un suelo degradado del Valle Central de Chiapas. XXIX Reunión anual de la Asociación Mexicana de Producción Animal. Fac. de agronomía. AUT. C.d.Victoria Tamaulipas, México. 300-303 pp.

- Montilla, J., J. A. García y A. E. Reverón. 1973. Valor pigmentante de diversos taninos verdes agregados a las raciones para pollos de engorde y su efecto sobre el incremento de peso. *Ciencias Veterinarias*, 2-285 pp.
- NAS (1980) *Firewood Crops - Shrub and Tree Species for Energy Production*, National Academy Press, Washington DC.
- Nochebuena, G. and P.B. O'Donovan. 1986. The nutritional value of high-protein forage from *Gliricidia sepium*. *World Animal Review* 57, 48-49
- Otarola, A. Y M.S. Torres. 1994. Las cercas de madero negro (*Gliricidia sepium*); Programa Integrado de Recursos Naturales. MIREN. Serie técnica N° 2 Turrialba, Costa rica 8-51 pp.
- Preston, T.R. y R.A. Leng. 1989. Ajustando los sistemas de producción pecuaria a los recursos disponibles: aspectos básicos y aplicados del nuevo enfoque sobre la nutrición de rumiantes en el trópico. Condrit. Cali, Colombia. 312 p.
- Patil, B.P. 1989. Cut down fertilizer nitrogen need of rice by *Gliricidia* green manure. *Indian Farming* 39:34-35.
- Panjaitan, M. 1988. Regional evaluation of tree legume species in Indonesia. M.Sc. thesis (Rural Science), University of New England, Armidale, Australia, 138 pp.
- Premaratne, S. 1990. Effect of non-protein nitrogen and fodder legumes on the intake, digestibility and growth parameters of buffaloes. In: *Domestic Buffalo Production in Asia*. Proceedings of the final research coordination meeting on the use of nuclear techniques to improve domestic buffalo production in Asia - phase II, Rockhampton, Australia. International Atomic Energy Agency, Vienna, Austria.
- Perera, A.N.F. 1992. *Gliricidia* as a fodder in livestock production - Sri Lanka experience. In: *Multipurpose Tree Species in Sri Lanka*. Winrock International F/FRED, Peradeniya, Sri Lanka. 72-84 pp.
- Preston, T.R. and R.A.Leng. 1987. *Matching Ruminant Production Systems with Available Resources in the Tropics and Sub-tropics*. Penambul Books, Armidale, Australia.
- Rosales, M. 1997. Uso de la diversidad forrajera de árboles y arbustos. Memorias en disquette del V Seminario-Taller Internacional "Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria" y I Seminario Internacional sobre "Palmas en Sistemas de Producción Agropecuaria para el Trópico" Cali, Colombia. 31 de julio al 3 de agosto de 1997. s.p.
- Russo, R.O. and R. Botero. 1996. Nitrogen fixing trees and shrubs for animal production on acid soils. In *Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils: A Field Manual*. Ed. Mark E. Powell. Nitrogen Fixing Tree Association. Chapter 4. 31-39 pp.
- Russo, R.O. and G. Budowski. 1986. Effect of pollarding frequency on biomass of *Erythrina poeppigiana* as a coffee shade tree. *Agroforestry Systems* 4(1)145-162.

- Rajan, K.M. and S. Alexander. 1988. Management of sheath blight disease of rice with *Trichoderma viride* and some soil amendments in relation to the population of pathogen in soil. *Journal of Biological Control* 2:36-41.
- Raharjo, Y.C., Cheeke, P.R., Arscott, G.H., Burke, J.M. and N.Glover. 1987. Performance of broiler chicks fed *Gliricidia* leaf meal. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 5:44-45.
- Rzedowski, J. 1978. vegetación de México. Editorial Limusa. México. D.F. 151-203 pp.
- Ramírez C,L. Y V.J.C.Ku. 1997. Suplementación con follaje de árboles a ovinos alimentados con pasto taiwan: Consumo, digestión ruminal y suministro de nitrógeno microbiano al duodeno. Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Veracruz 1997. Veracruz, México. p. 111.
- Reverón, A. E., P. P. Castillo y J. Montilla. 1973. Valor pigmentante de la planta de rabo de ratón (*Gliricidia sepium*) en raciones para ponedoras. Trabajos técnicos. III Congreso Latinoamericano de Avicultura. (11) 109. Sao Paulo. Brasil. 8 p.
- Sotelo,A., E.E. Contreras and S. Flores. 1995. Nutritional value and content of antinutritional compounds and toxics in ten wild legumes of Yucatan Peninsula. *Plant Foods for Human Nutrition*. 47:115-123.
- Soto P.M.L., J. Ferrer G., y B.H. Jong. 1997. La agroforestería en Chiapas. El caso de la región de Los Altos. *En: Los Altos de Chiapas: Agricultura y Crisis Rural*. Tomo 1. Los Recursos Naturales. M. Parra Vázquez y B.M. Hernández. El Colegio de la Frontera Sur. San Cristóbal de las Casas, Chiapas, México. 167-186 pp.
- Stewart J.L.,A.J. Dunsdon, J.J. Hellin. and C.E.Hughes. 1992. Wood Biomass Estimation of Central American Dry Zone Species. *Tropical Forestry Paper* 26, Oxford Forestry Institute, 83 pp.
- Sauvant,D. and V. Milgen. J. 1995. Dynamic aspects of carbohydrate and protein breakdown and the associated microbial matter synthesis. *In: Ruminant Physiology: Digestion, Metabolism, Growth and Reproduction*. W. v. Engelhardt, S. Leonhard-Marek, G. Breves and D. Diesecke. Ferdinand Enke Verlag, Stuttgart, Germany. pp. 71-91.
- Simons, A.J. 1996. Ecology and reproductive biology. p.19-31. In: J.L. Stewart, G.E. Allison, and A.J. *Gliricidia sepium: genetic resources for farmers*. Tropical Forestry Papers 33. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK.
- Standley, P.C. and J.A.Steyermark. 1946. Flora of Guatemala: Leguminosae. *Fieldiana Botany* 24 Part V. 264-266 pp.
- Stewart, J.L. 1996. Utilization. p. 33-48. In: J.L. Stewart, G.E. Allison, and A.J. Simons. *Gliricidia sepium: genetic resources for farmers*. Tropical Forestry Papers 33. Oxford Forestry Institute, Oxford, UK.

- Salazar, R. 1986. Genetic variation in seeds and seedlings of ten provenances of *Gliricidia sepium*. *Forest Ecology and Management* 16:391-401.
- Simons, A.J. and A.J.Dunsdon. 1992. Evaluation of the potential for genetic improvement of *Gliricidia sepium*. Report to ODA on Forestry Research Project R.4525. Oxford Forestry Institute, 176 pp.
- Seibert, B. 1987. Management of plantation cocoa under gliricidia. In: Withington, D., Glover, N. and Brewbaker, J.L. *Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and Improvement*. Proceedings of a workshop at CATIE, Turrialba, Costa Rica. NFTA Special Publication 87-01. 102-110 pp.
- Sriskandarajah, N. 1987. Forage yield from *Gliricidia sepium* in Papua New Guinea. *Nitrogen Fixing Tree Research Reports* 5:49-50.
- Sanchez, P.A..1995.Science in Agroforestry. *Agroforestry Systems* 30:5-55.
- Somarriba, E.1992. Revisiting the past: an essay on agroforestry definition. *Agroforestry Systems* 19:233-240.
- Topps,J.H.1992. Potential, composition and use of legume shrubs and trees as fodders for livestock in the tropics. *Journal of Agricultural Science, Cambridge*.118:1-8.
- Toledo,V., Batis ,A.I., Becerra,R., Martinez, E. Y Ramos,H.C. 1995. La selva útil: Etnobotánica cuantitativa de los grupos indígenas del trópico húmedo de México. *Interciencia*. 20:177-187.
- Vargas, B., Hugo, E., Pablo, G. and S. Elvira. 1987. Composicion química, digestibilidad y consumo de leucaena (*Leucaena leucocephala*), madre de cacao (*Gliricidia* sp.) y caulote (*Guazuma ulmifolia*). In: Withington, D., Glover, N. and Brewbaker, J.L. *Gliricidia sepium (Jacq.) Walp.: Management and Improvement*. Proceedings of a workshop at CATIE, Turrialba Costa Rica. NFTA Special Publication 87-01. 217-222 pp.
- Van Eys, J.E., Mathius, I.W., Pongsapan, P. and W.L. Johnson. 1986. Foliage of the tree legumes *Gliricidia*, *Leucaena* and *Sesbania* as supplement to Napier grass diets for growing goats. *Journal of Agricultural Science* 107:227-234.
- Valdivia S.V. Y J.C. Ku Vera. 1996. Efecto del ramón (*Brosimum alicastrum*) sobre la digestión ruminal y el flujo de proteína microbiana en ovinos Pelibuey alimentados con pasto guinea (*Panicum maximum*). Reunión Nacional de Investigación Pecuaria Cuernavaca 1996, Morelos. México. 267 pp.
- Vogt, G., E.T. Quinnitio and F.P. Pascual. 1986. *Leucaena leucocephala* leaves in formulated feed for penaeus monodon: a concrete example of the application of histology in nutrition reseach. *Aquaculture* 59:209-234.
- Vega, B.R. y L.M. Gonzalez. 1997. problemática y potenciales de la apicultura en la region de Escárcega, Campeche, México. Conferencia Magistral, VI Curso

Internacional de Agroforestería para el Ecodesarrollo. Universidad Autónoma Chapingo. Chapingo, México.

- Wickens, G.E. 1980. Alternative uses of browse species. *In* Browse in Africa : the current state of knowledge. Edited by H.N. Le Houérou. ILCA, Addis Ababa. 155-182 pp.
- Withington, D., Glover, N. and J.L.Brewbaker. 1987. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: *Management and Improvement*. Proceedings of a workshop at CATIE, Turrialba, Costa Rica. NFTA Special Publication 87-01. 255 pp.
- Wiersum, F. 1982. Fuelwood as a traditional and modern energy source in the Philippines. Working Paper No. 6. FAO, Manila.
- Wiersum, F. and S. Dirdjosoemarto. 1987. Past and current research with *Gliricidia* in Asia. In: Withington, D., Glover, N. and Brewbaker, J.L. *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp.: *Management and Improvement*. Proceedings of a workshop at CATIE, Turrialba, Costa Rica NFTA Special Publication 87-01. 20-28 pp.
- Widiarti, A. and H. Alrasjid. 1987. Introduction of fuelwood tree species on degraded lands in Paseh and Kadipaten areas in Indonesia. *Bulletin Penelitian Hutan* 10:1-17.
- Wong, C.C. and M.A.M. Sharudin. 1986. Forage productivity of three forage shrubs in Malaysia. *MARDI Research Bulletin* 14:178-188.
- Wilson, G.F., Kang, B.T. and K. Mulongoy. 1986. Alley cropping: trees as sources of green manure and mulch in the tropics. *Biological Agriculture and Horticulture* 3: 251-267.
- Young, A. 1997. Agroforestry for Soil Management. CAB International-ICRAF, Wallingfor, UK.

Leguminosas y arbustos forrajeros tropicales, una alternativa para complementar con proteína al ganado en pastoreo.
<http://www.inifap.gob.mx/logros/tropicales.PDF>

Clavero, T.M., Bolívar, D., Gutiérrez, R., Razzo, A., Araujo Y Febres, A., Rodríguez. 1995. Sustitución de concentrado por hojas de *Gliricidia sepium* y su efecto sobre el consumo y balance de nitrógeno en ovinos.
http://www.redpav-fpolar.info.ve/fagroluz/v13_4/v134z003.html
 Combellas de J, Rios L. Osea y Rojas J. 1999. Efecto de la suplementación con follaje de leguminosas sobre la ganancia en peso de corderas recibiendo una dieta basal de pasto de corte.
http://www.redpavfpolar.info.ve/fagroluz/v16_2/v162z010.html

Savón, L., (S/F) Producción y utilización de recursos foliares en la alimentación porcina.
<http://www.sian.info.ve/porcinos/publicaciones/producerdos/articulo4.htm>

Vásquez, P. C. y Roso L. 1996. Evaluación de la harina de mataratón (*Gliricidia sepium*) sobre la ganancia de peso de cerdos en crecimiento. Venezuela.

<http://www.cecalc.ula.ve/AVPA/congresos/ALPA97/norumian.htm>

http://www.conafor.gob.mx/programas_nacionales_forestales/pronare/Fichas%20Tecnicas/Gliricidia%20sepium.pdf

<http://www.winrock.org/forestry/factpub/SpGliricidia.htm>

<http://www.fs.fed.us/global/iitf/Gliricidiasepium.pdf>

http://www.conabio.gob.mx/conocimiento/info_especies/arboles/doctos/29-legum19m.pdf