

# Potencial del guácimo (*Guazuma ulmifolia*) en sistemas silvopastoriles

**L. Alfonso Giraldo V.**

Universidad Nacional de Colombia, Medellín. Colombia

## **SUMMARY**

This article describes the forage potential of guacimo (*Guazuma ulmifolia*) as a base component in the silvopastoral systems for the northern region of Colombia. It is estimated that there are around 15,000 ha in silvopastoral systems in this dry tropical forest, based on a wide variety of trees, coming from natural regeneration and deliberate thinning. An evaluation was made under natural conditions taking into account tree size and density. The trees were grouped together by size: large (crown > 2,34m), medium (crown 2,35 - 1,2m) and small (crown < 1,2m) and total biomass production, chemical composition and ruminal parameters were evaluated.

## **INTRODUCCIÓN**

Los sistemas de producción ganadera tanto de leche, carne como de doble propósito, son importantes para el país por el suministro de bienes de consumo humano (leche y carne principalmente), el empleo y los aportes a la economía. Sin embargo, la producción animal basada en el ganado bovino, ha sido fuertemente cuestionada desde el punto de vista ambiental, dada su asociación con la degradación de los ecosistemas causada por la deforestación para establecer pasturas. Debido a ello, existe la necesidad de desarrollar tecnologías ecológicamente sostenibles y que sean económicamente competitivas y atractivas para el productor, para prevenir el acelerado ritmo de la deforestación y para buscar disminuir las extensas áreas de pasturas degradadas, especialmente en las zonas de ladera.

Una alternativa, es la integración de árboles, pasturas y animales, en sistemas de producción, cuyo objetivo principal es desarrollar tecnologías que busquen compatibilizar la silvocultura y la ganadería en los sistemas de producción, orientadas a mejorar el nivel alimenticio y productivo de los animales, la utilización racional de los recursos y el desempeño económico y ambiental de la ganadería.

El uso de árboles tiene como objetivo principal la creación de un sistema multiestratificado que imite al bosque tropical y que ayude a asegurar el reciclaje de nutrimentos, así como el uso óptimo de la energía solar y otros, mientras proporciona productos y servicios múltiples. Se ha postulado que los sistemas silvopastoriles, en donde se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería.

Los sistemas silvopastoriles, son de mucha importancia, especialmente en América Latina, en donde la necesidad de la ganadería por pasturas, produce una enorme presión en las áreas de bosques tropicales (Sánchez, 1995). La introducción en fincas de leguminosas arbustivas y/o arbóreas que sean tolerantes al verano, se muestra como una alternativa para aliviar deficiencias nutricionales de bovinos en pastoreo, durante las épocas de sequía, en donde la cantidad de biomasa disponible para el consumo es escasa.

En los próximos años, se deben intensificar las investigaciones en sistemas silvopastoriles, tendientes a la utilización del follaje de las especies leñosas para la alimentación de rumiantes, a entender mejor las interacciones directas árboles/suelos, árboles/pastos y árboles/animales, así como aquellas medidas a través del reciclaje (Giraldo, 1996a).

#### **SILVOPASTOREO COMO ALTERNATIVA PARA LA GANADERÍA**

La creciente expansión de la ganadería en diversas zonas, se explica en gran medida, porque la tierra y los bosques, húmedos y de zonas Andinas y secas, han sido percibidos como recursos relativamente abundantes.

La baja productividad y la degradación del ambiente caracterizan las explotaciones pecuarias tradicionales de muchas regiones, en especial las zonas de ecosistemas de bosque húmedo y secos de suelos pobres. Se ha reconocido el fenómeno y se han descrito los procesos típicos de degradación de pasturas tropicales, cuando son utilizadas especies no adaptadas a las condiciones edafoclimáticas, bióticas y de sistemas de

producción de las diferentes zonas agroecológicas prevalentes en zonas ganaderas tropicales (Serraô, 1987; Salinas, 1987).

En países tropicales como el nuestro, las estrategias para el desarrollo de la producción animal del futuro, deberán basarse en mayor grado en los sistemas integrados. Para ello se deben adaptar, investigar y desarrollar los sistemas de producción animal, agrícola y forestal que sean compatibles, buscando minimizar la compra de insumos químicos, reducir la contaminación y la destrucción de los recursos naturales (Giraldo, 1996a).

Bajo la presión de producir alimentos en sistemas que mantengan estables su producción y rentabilidad a largo plazo, sin generar inequidad social y preservando todos los recursos naturales bajo el paradigma de la sostenibilidad, han cobrado especial importancia el uso de árboles forrajeros como fuente viable para la alimentación animal y más recientemente el manejo de sistemas silvopastoriles que integran el uso de pasturas, árboles y animales con diferentes objetivos y estrategias de producción (Giraldo, 1996a).

El gran reto de la ganadería moderna consiste en incrementar la producción de carne y leche en forma acelerada y sostenible, de tal manera que permita suplir la demanda de la población y que, además, garantice la conservación de los recursos naturales y del medio ambiente. Dentro del esfuerzo en la generación y aplicación de tecnologías apropiadas a las características de nuestro medio, se visualiza la actividad ganadera en sistemas silvopastoriles, que constituyen un enfoque válido, necesario y actual en la capacitación, investigación y transferencia para el desarrollo de la producción animal en nuestro país. Un sistema silvopastoril, es cualquier situación donde se desarrollen conjuntamente árboles o arbustos con pasturas y animales, en un manejo integral cuyo objetivo principal sea incrementar el beneficio neto por hectárea a largo plazo (Giraldo, 1996a).

Las principales características deseables de los árboles de uso múltiple, son: existencia de uno o más productos distintos de la madera; permitir el crecimiento de las plantas debajo del dosel; tener efectos favorables sobre la conservación de los suelos y capacidad para resistir podas repetidas y buena habilidad de rebrotes (Giraldo, 1996a).

Sin embargo, aún hace falta información y documentación bien caracterizada a largo plazo en nuestro medio, que permita aumentar los conocimientos sobre las interacciones entre árboles/pasturas y/o animales.

Se ha postulado que los sistemas silvopastoriles, en donde se combinan diversas formas de producción animal con árboles para diferentes propósitos, responden en parte a los problemas de la deforestación y degradación de los ecosistemas y a la sostenibilidad de la ganadería. Los árboles fijadores de nitrógeno aparecen como particularmente prometedores para reducir el proceso de degradación, e intensificar en forma sostenible la producción de proteína de origen animal (Borel, 1987).

Los sistemas silvopastoriles deberán incluir el uso de especies arbóreas, herbáceas y germoplasma animal, adaptados a las condiciones bióticas y abióticas prevalentes, en tal forma que permitan incrementar la productividad animal de una manera acelerada, sostenida y estable. De esta manera, los sistemas silvopastoriles representan una posibilidad de mejora de la productividad y la estabilidad de los sistemas de uso de la tierra en diferentes ecosistemas del país. Sin embargo, el aporte de los árboles al sistema no ha sido cuantificado en nuestro medio. En consecuencia parece necesario identificar y diseñar sistemas silvopastoriles y evaluarlos tanto en prototipos como en fincas de áreas representativas de diferentes ecosistemas.

El potencial de los sistemas silvopastoriles para la producción animal es alto, si se tiene en cuenta que las leñosas perennes, como componentes fundamentales de los sistemas, pueden estar constituidas por árboles forrajeros de gran diversidad biológica. El mayor potencial se encuentra en las especies de la familia leguminosa; sin embargo, casi cualquier especie de árbol es potencialmente apta dependiendo de las características ambientales y socioeconómicas locales, así como de las especies a asociar, del arreglo de componentes y de la función para la cual se incluye (Giraldo 1996b).

En los sistemas silvopastoriles, las interacciones entre los componentes son de mucha importancia, debido a que condicionan el éxito del sistema y proveen los principales puntos de intervención del hombre para su manejo (Borel, 1987).

#### **CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL GUÁCIMO**

El guácimo, es un árbol de la familia Sterculiaceae, de porte pequeño a mediano, que puede alcanzar hasta 15m de altura. De copa redonda y extendida. Su tronco es torcido y ramificado, con hojas simples, alternas, ovaladas a lanceoladas. Sus flores pequeñas y amarillas, se agrupan en

panículas en la base de las hojas. Sus frutos son cápsulas verrugosas y elípticas, negras cuando están maduras, con numerosas semillas pequeñas y duras. Crece bien en zonas cálidas con temperaturas promedios de 24°C, de 700 a 1 500 mm de precipitación/año y desde el nivel del mar a los 1 200 msnm. Se dá en suelos de texturas livianas y pesadas, con buen drenaje, no pedregosos y pH superior a 5,5 (Silvoenergía, 1986).

Se usa para leña, siendo fácil de rajar y secar, resiste la pudrición, tiene buena producción de brasas, calor y poco humo. Se ha empleado para la fabricación de carbón. Su madera se emplea para postes en cercas y varas para construcciones rurales. Sus rebrotes, se pueden usar para la producción de varas tutoras o de sostén de cultivos agrícolas. También se puede utilizar su madera en carpintería, ebanistería y en la fabricación de cajas de embalaje (Silvoenergía, 1986).

Sus hojas y frutos son palatables y comestibles para el ganado. Las hojas poseen cerca de un 17% de proteína bruta, con una digestibilidad *in vitro* de 40-60% (Silvoenergía, 1986).

#### **POTENCIAL FORRAJERO DEL GUÁCIMO**

En los sistemas silvopastoriles la producción total de biomasa es usualmente mayor que la de los monocultivos. Un monocultivo de gramíneas forrajeras se calcula que produce entre 10-12 ton/ha/año de materia seca (Gosz *et al.*, 1978; Pezo, 1982). Sin embargo, la producción total de biomasa comestible en los sistemas silvopastoriles es mayor que la encontrada en pastos solos, debido a un mejor aprovechamiento del espacio vertical, tanto aéreo como subterráneo, que supone una mayor captación de nutrientes y energía (Benavides, 1983).

En el cuadro 1 se puede apreciar como, la presencia de los árboles leguminosos en las pasturas incrementan la producción de materia seca disponible total (árboles + pastura), con respecto al tratamiento sin la presencia de árboles; así se manifiesta la ventaja de la presencia de los árboles dentro de las pasturas, sin que ello represente disminución de la productividad animal, como es la creencia común (Giraldo, 1996a).

Las interacciones entre los componentes de los sistemas silvopastoriles, dependerá de las especies seleccionadas, de la densidad

**Cuadro 1**  
**Efecto del asocio de árboles leguminosos sobre la disponibilidad de la materia seca.**

Tratamiento	Materia seca ofrecida (kg/ha/año)
Solo pasto	4 019 c
Pasto + árboles	4 160 ab
Pasto + ganado	4 240 b
Pasto + ganado + árboles	4 518 a

Valores con diferente letra son diferentes ( $P < 0,07$ ). Fuente: CATIE, 1991.

del componente arbóreo, del arreglo espacial y del manejo aplicado (Giraldo y Vélez, 1993).

**RECICLAJE DE NUTRIENTES EN SILVOPASTOREO BASADO EN GUÁCIMO**

Según la especie y el suelo, los árboles pueden llegar a horizontes más profundos del suelo, absorber nutrientes y retornarlos a la superficie con la caída natural del follaje, ramas y frutos (Budowski, 1981).

Rusco 1983, en Costa Rica, encontró un aporte de biomasa de 23 ton MS/ha/año, mediante una poda anual en plantaciones con 280 árboles/ha de *Erythrina poeppigiana*, que aportan 331kg de N, 32kg de P, 156kg de K, 319kg de Ca y 86kg de Mg.

Esto indica, el potencial económico en el uso de fertilizantes químicos. Si además, la especie arbórea es maderable, es muy importante el crecimiento del fuste, ya que retiene cantidades altas de nutrimentos que serán luego exportados del sistema con la cosecha.

Evaluaciones realizadas en sistemas silvopastoriles naturales (cuadro 2), con bovinos en Pinto (Magdalena), a 1 100 msnm, 28°C en zona de bs-T, en pasturas de *P. maximum*, asociado con una gran diversidad de árboles, entre los que sobresalen Guácimo, en diferentes densidades y área de cobertura de la sombra que proyecta la copa de los árboles, muestran aportes importantes de nutrientes como N, P y K.

Los valores de K, son más altos a los encontrados con el carbonero que es una leguminosa, siendo un nutrimento muy importante para la pastura de guinea (*P. maximum*), parte que puede ser reciclado por medio de los árboles de guácimo.

Se ha documentado, como el efecto de los árboles sobre los suelos en los diferentes sistemas silvopastoriles se traduce en un incremento de la

## Cuadro 2

**Aportes de elementos nutritivos de árboles de Guácimo (*G. ulmifolia*) al suelo, en un sistema silvopastoril natural, con tres densidades de árboles, Pinto (Magdalena)\*.**

Densidad de arboles	Nitrógeno	Fósforo (kg/ha)	Potasio
Alta	35,51a (69,21)a*	2,18a (3,27)a	2,91b (33,54)a
Medio	33,08a (62,77)a	2,04a (3,19)a	4,84a (32,53)a
Baja	10,30b (26,89)b	0,99a (1,66)a	2,03b (14,09)a

Valores con letras diferentes difieren ( $P < 0,05$ ). \*Entre paréntesis datos del invierno.

Fuente: Adaptado de Botero *et al.*, 1995.

fertilidad, este efecto es más marcado cuando los árboles alcanzan tamaños mayores (Isichei y Muoghalu, 1992).

## EL POTENCIAL DEL GUÁCIMO EN LA ALIMENTACIÓN ANIMAL

Se han identificado una gran diversidad de especies arbóreas y arbustivas, con alto potencial para alimentación animal en sistemas silvopastoriles, o como bancos de proteína en diferentes zonas y para diferentes condiciones edafoclimáticas. Se pueden mencionar *Acacia sp.* (*auriculiforme*, *albida*, *tortilis*, *mangium*), *Albizia falcataria*, *Alnus sp.* (especialmente *A. acuminata*), *Anacardium occidentale*, *Cajanus cajan*, *Calliandra spp.*, (principalmente *A. callothyrsus*), *Cassia spp.* (principalmente *C. siamea*), *Casuarina equisetifolia*, *Cordia alliodora*, *Enterolobium cyclocarpum*, *Erythrina spp.* (*Poeppigiana*, *fusca* etc.), *Gliricidia sepium*, *Inga spp.*, *Leucaena leucocephala*, *Mimosa scabrella*, *Parkia, spp.*, *Parkinsonia aculeata*, *Pithecellobium dulce*, *Samanea saman* y *Terminalia spp.* (Labelle, 1987; Young, 1989).

En la zona de Pinto (Magdalena), evaluaciones realizadas en varias fincas, muestran producciones de forraje de guácimo altas, dependiendo del número de árboles por hectárea (Cuadro 3). Sin embargo, esto puede

estar relacionado además, con el tamaño, edad y otras medidas dasométricas de los árboles.

Datos del CATIE (1986), indican que el Guácimo, es una especie que rebrota muy bien después de podarla y que produce buena cantidad de biomasa comestible para los animales.

### Cuadro 3

#### Densidad de árboles y producción de forraje de guácimo, en varias fincas de Pinto Magdalena\*.

Parámetro	Finca 1	Finca 2	Finca 3	Finca 4
# Árboles/ha	20	12	10	10
Forraje (kg MS/ha)**	1 224	734	612	536

\*20 Muestras, cada uno de 1 ha. \*\*Promedio de tres árboles.

En la costa Norte del país, a mayor tamaño del árbol de Guácimo, produce mayor biomasa comestible, en parte explicado por la alta concentración de materia seca en su follaje (Cuadro 4).

### Cuadro 4

#### Producción de biomasa de árboles de Guácimo, de distintos tamaños, Pinto, Magdalena.

Tamaño del árbol*	Materia verde	Materia seca	
	(kg/árbol)	(%)	(kg/árbol)
Grande (Fuste > 2,35m.)	169	44	74
Mediano (Fuste entre 1,2-2,35m.)	106	46	49
Pequeño (Fuste < 1,2m.)	4,5	38	1,7

\*Promedio de tres árboles.

En general, el mayor potencial entre las arbóreas, se encuentra en las especies leguminosas. Así por ejemplo, *Gliricidia sepium* tiene 35% de MS, 25% de proteína cruda y 2 Mcal de EM/kg de MS. *Erythrina poeppigiana* tiene valores similares (23% de MS, 25% de proteína y 2 Mcal de EM), en cambio el pasto guinea (*P. maximum*), tiene 19,5% de MS, 10,7% de proteína y 2 Mcal de EM (Giraldo, 1996a).

Se reconoce que los forrajes de los árboles y arbustos, muestran valores de proteína cruda relativamente altos, dependiendo de la especie y tipo de árbol, en Costa Rica se reportan contenidos de proteína cruda por

encima de 14% en varias especies consideradas como promisorias para incluirlas en sistemas silvopastoriles (Cuadro 5).

En Pinto, los valores de proteína cruda para guácimo en sistemas silvopastoriles, asociados con pasto guinea, muestran cifras modestas para el Guácimo, colocándolo como especie promisorio para sistemas silvopastoriles, cuando se trata de cubrir deficiencias en los aportes de nitrógeno aportadas por el pasto guinea en verano (3,8% PC), para la fermentación ruminal (Cuadro 6).

### Cuadro 5

#### Composición química, tipo de fibra y consumo de forrajes de tres árboles en sistemas silvopastoriles en Costa Rica.

Variable	Leucaena	Matarratón	Guácimo
Proteína Cruda (%)	25,0	25,8	14,7
FDN (%)	47,8	43,5	49,5
FDA (%)	28,5	26,2	31,4
Consumo MS (% peso vivo)	0,512b	0,868a	0,709a

Medias con letra distinta son diferentes ( $P < 0,05$ )

Fuente: Adaptado de Pezo *et al.*, 1990.

### Cuadro 6

#### Contenido de proteína cruda de árboles de guácimo en un sistema silvopastoril natural, con tres densidades de árboles, Pinto, Magdalena.

Densidad de árboles	Verano	Invierno
Alta	10,40a	18,30a
Media	8,45a	5,49a
Baja	9,78a	14,57

Letras iguales en la columna, no difieren ( $P < 0,05$ ).

Fuente: Adaptado de Botero *et al.*, 1995.

La fibra, representada en el grupo de carbohidratos como aquellos presentes en la estructura de las membranas celulares del forraje de guácimo (FD o fibra propiamente dicha), conocidos como carbohidratos estructuras, los que forman parte de la pared celular, tales como celulosa, hemicelulosa y lignina, muestra valores menores a los reportados para forrajes de gramíneas en climas cálidos (por encima de 65% de FDN) y los que se localizan en el protoplasma de la planta (FDA), nombrados

como carbohidratos solubles, presentes en el interior de la célula tales como almidones, azúcares y pectinas muestra valores relativamente adecuados en las tres densidades de árboles en sistemas silvopastoriles (Cuadro 7)

Sin embargo, el valor nutritivo de los árboles varía en los diferentes componentes de la biomasa arbórea, las hojas presentan mayores concentraciones de nutrientes que las ramas y los tallos. La variación también se ha relacionado con la edad y con la posición en el árbol, las

#### Cuadro 7

#### Contenido de fibras detergente ácido y detergente neutro del guácimo en un sistema silvopastoril natural, con tres densidades y áreas de copa de los árboles, Pinto, Magdalena

Densidad de árboles	Fibra detergente ácido		Fibra detergente neutro	
	Invierno	Verano	Invierno	Verano
Alta (3,667)	41,71a	48,84a	45,88a	42,98a
Testigo (2,795)	44,99a	41,96a	52,28a	44,68a
Baja (1,546)	45,94a	33,56a	9,62a	37,77a

Entre paréntesis área de la copa de los árboles (m<sup>2</sup>). Letras iguales no difieren (P<0,05).

Fuente: Adaptado de Botero *et al.*, 1995.

hojas jóvenes son más ricas en proteínas y más digestibles, debido a las concentraciones menores de lignina y posiblemente de taninos (Benavides, 1991). En Pinto, el tamaño del árbol, está muy relacionado con su composición química (Cuadro 8).

En nutrición animal de rumiantes, los estudios de degradación ruminal *in situ*, usando la técnica de la bolsa de nylon, permiten estimar la degradación de los forrajes a nivel ruminal, seleccionar forrajes que maximicen la síntesis de proteína microbiana en el ecosistema ruminal y utilizar la información en modelos dinámicos de digestión que permiten simular el consumo de forrajes por los animales.

La degradabilidad ruminal *in situ*, para el pasto guinea creciendo en sistemas silvopastoriles con Guácimo y otros, en Pinto durante el verano, es muy baja (alrededor del 40%) a las 96 horas de incubación intra ruminal, independientemente de la densidad de árboles en el sistema silvopastoril.

## Cuadro 8

**Composición química y degradabilidad ruminal del guácimo en función del tamaño del árbol.**

Tamaño árbol*	Proteína Cruda(%)	FDA(%)	DIVMS(%)**
Grande (Fuste mayor 2,35 m.)	15	46	69
Mediano (Fuste entre 1,2-2,35 m.)	14	45	94
Pequeño (Fuste menor 1,2 m.)	23	27	85

\*Tres árboles muestreados. \*\*Digestibilidad *in situ* a 48h de incubación intra ruminal.

En época de invierno, la degradabilidad de la MS es mayor respecto al verano (65% para densidad alta y baja, en cambio 57% para densidad media o testigo a las 96h de incubación ruminal). Adicionalmente, la velocidad de degradación es muy lenta, lo cual indica que la cantidad de energía que puede ser extraída del forraje durante el tiempo que permanece en el rumen es poca.

Para el forraje comestible del Guácimo en verano, es mayor la degradabilidad ruminal de los árboles en la densidad alta (80% a las 72 horas de incubación<sup>o</sup> intra ruminal) y más rápida (mayor pendiente), a pesar de tener menor fracción soluble (33% a las seis horas de incubación). La degradabilidad ruminal de la biomasa comestible del árbol de guácimo, varía dependiendo del tamaño del árbol y de la posición de las ramas dentro del árbol (Cuadro 9).

La degradabilidad inicial o solubilidad ruminal, es media en todos los casos. El potencial de aporte energético es menor en los árboles pequeños (con fuste menor de 1,2m), dado la baja tasa de degradación de la MS.

## Cuadro 9

**Parámetros de la dinámica digestiva ruminal, en tres tamaños de árboles de Guácimo, en Pinto, Magdalena.**

Parametro ruminal	Tamaño del árbol		
	Grande <sup>1</sup>	Mediano <sup>2</sup>	Pequeño <sup>3</sup>
Degradabilidad Ruminal(%)	69,3	94,3	85
Degradabilidad inicial (%)	15,3	16,4	13,6
Tasa de degradación(%/h)	0,182	0,125	0,066
Tiempo medio degradación(h)	3,8	5,5	10,5

<sup>1</sup> Fuste mayor 2,35m. <sup>2</sup> Fuste entre 1,2-2,35m. <sup>3</sup> Fuste menor 1,2m.

Los árboles de tamaño mediano (longitud de fuste entre 1,2 y 2,35m), muestran los mejores parámetros ruminales, lo que los mostraría con mayor potencial de uso en suplementación animal.

#### CARACTERÍSTICAS DASOMÉTRICAS DE LOS ÁRBOLES DE GUÁCIMO EN SISTEMAS SILVOPASTORILES

La producción de madera o leña son otros productos importantes que se puede obtener de los sistemas silvopastoriles. Se ha reportado como los árboles de guayaba producen hasta 69 m<sup>3</sup>/ha de leña o 148 esteros/ha (Somarriba, 1990). La materia verde gruesa (MVG), representa el potencial de leña de una arbórea en los sistemas silvopastoriles.

En Pinto (Cuadro 10), los resultados muestran como los árboles grandes llenan el requisito de tener un DAP superior a 35 centímetros, que es el mínimo para elaborar una troza. La madera del Guácimo, tiene un poder calórico de 18,400 kj/kg. La madera posee una gravedad específica de 0,45-0,65 g/c<sup>3</sup> (CATIE, 1986), lo que significa una madera de características duras y de fácil laboreo. Se han reportado en Guácimo, rendimientos entre 2-5 ton/ha/año de leña seca (Silvoenergía, 1986).

Se evidencia, como el guácimo es una alternativa para ser incorporada en los sistemas silvopastoriles, dado su producción de biomasa, su composición química y evaluación nutricional preliminar, sin embargo es indispensables intensificar su investigación en el país.

#### Cuadro 10

#### Algunas medidas dasométricas en dos tamaños de árboles de Guácimo, en Pinto, Magdalena.

Tamaño del árbol		Longitud del fuste	C.V.	DAP	C.V
	(#)	(m)	(%)	(m)	(%)
Grande	2,35	2,35	14,8	0,37	8,3
Mediano	1,21	1,21	7,4	0,16	15,4

#### AGRADECIMIENTOS

Al Comité de Investigaciones y Desarrollo Científico (CINDEC), de la Universidad Nacional de Colombia Sede Medellín, por el apoyo económico y logístico.

## BIBLIOGRAFÍA

- Benavides, J.E.** 1983. Investigación en árboles forrajeros. En: *Curso corto intensivo sobre técnicas agroforestales con énfasis en la medición de parámetros biológicos y socioeconómicos*. Contribuciones de los participantes. Comp. Babar. Turrialba, Costa Rica. CATIE. (Mimeogr). p. irr.
- Borel, R.** 1987. Sistemas silvopastoriles para la producción animal en el trópico y uso de árboles forrajeros en alimentación animal. En: *Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia*. Cali. Octubre 18-31/87. 24p.
- Botero, J.; David, P. y Saldarriaga, J.** 1995. *Efecto de Tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de Un Sistema Silvopastoril Situado en Bosque seco Tropical*. Tesis Zootecnia. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 105 p.
- Budowski, G.** 1981. *Algunas ventajas y desventajas de sistemas agroforestales (presencia simultánea o secuencias de árboles asociados con cultivos y/o plantas forrajeras) en comparación con cultivos no arbóreos*. Turrialba, Costa Rica. CATIE. 4 p.
- CATIE.** 1986. *Silvicultura de especies promisorias para producción de leña en América central: resultados de cinco años de investigación*. Informe Técnico ☐ ☑ 86.
- CATIE.** 1991 *Sistemas silvopastoriles para el trópico húmedo bajo*. Segundo Informe Anual. Turrialba, Costa Rica. CATIE/CIID. 170 p.
- Giraldo, L.A.** 1994. *Manejo y utilización sostenible de pasturas*. 2a Edición. Universidad Nacional de Colombia, sede Medellín. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 323 p.
- Giraldo, L.A. y Vélez, G.** 1993. El componente animal en los sistemas silvopastoriles. *Industria y Producción Agropecuaria*. AZOODEA. Medellín. 1(3):27-31
- Giraldo, L. A.** 1996A. Efecto de tres Densidades de Arboles en el Potencial Forrajero de un Sistema Silvopastoril Natural. En: *Memorias Seminario Internacional Sistemas Silvopastoriles: Casos Exitosos y su Potencial en Colombia*. Santafé de Bogotá, La Dorada, Santa Marta: Noviembre 27-29/Diciembre 1 de 1995. Ministerio de Agricultura y Desarrollo Rural. p 57-72.
- Giraldo, L. A.** 1996b. El papel de la Agroforestería en la Producción Animal y el Medio Ambiente. En: *Memorias Primer Seminario Nacional Agroambiental. El manejo ecológico de la producción y la sanidad agropecuaria*. Medellín, Agosto 21 al 23 de 1996. Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. p51-67.
- Gosz, J., Holmes, R., Likens, G. y Borman, F.** 1978. El flujo de energía en un ecosistema de bosque. *Investigación y Ciencia*. 20:46-57.
- Isichei, A. & Mudghalu, J.** 1992. The effects of tree canopy cover on soil fertility in a Nigeria Savanna. *J. of Tropical Ecology*. 8:329-338.
- Labelle, R.** 1987. *Agroforestry: General concepts, early work and current initiatives*. A review of the literature. ICRAF, Working paper N- 46 (Kenia). 53 p.
- Pezo, D.** 1982. El pasto base de la producción bovina. En: Aspectos nutricionales en los sistemas de producción bovina. Turrialba, Costa Rica. CATIE. *Serie materiales de enseñanza* 7: 87-109.
- Pezo, D., Kass, M., Benavides, J.E., Romero, F. & Chaves, C.** 1990. Potential of legume tree fodders as animal feed in Central America. In: *Shrubs and tree fodders for*

- farm animals*. (1989, Denpasar, Indonesia). Proceeding of a Workshop. Ed. por C. Devendra. Ottawa, Canadá. IDRC. p163-175.
- Russo, O.** 1983. Fijación de nitrógeno en sistemas agroforestales via árboles de uso múltiple. En: *Curso corto sobre metodologías de investigación Agroforestal en el trópico húmedo*. Cali, Colombia. Trabajos presentados. CATIE 11p.
- Salinas, J.** 1987. Experiencias sobre recuperación de áreas degradadas con pasturas en el Trópico Húmedo. En: *Curso-Taller sobre establecimiento, mantenimiento y producción de pasturas en la selva Peruana*. INIAA-IVITA-CIAT, Pucallpa. p161-186.
- Sánchez, P.** 1995. Hacia dónde va la Agroforestería ? *Agroforestería en las Américas*. 2(5):4-5. Turrialba, Costa Rica.
- Serraô, E.** 1987. Pasturas mejoradas en área de bosque en el trópico húmedo brasileño: Conocimientos actuales. En: *Memorias VI Encuentro Nacional de Zootecnia*. Cali, Colombia. 1987. 43p.
- Silvoenergía** 1986. *Silvicultura de especies promisorias para la producción de leña en América Central*. CATIE. Serie Técnica. Informe Técnico No 86. Turrialba. Costa Rica.
- Somarriba, E.** 1990. Pasture growth and floristic composition under the shade of guajava (*Psidium guajava*) trees in Costa Rica. *Agroforestry Systems* (Netherlands), 6:153-162.
- Young, A.** 1989. *Agroforestry for soil conservation*. Oxon. Reino Unido. CAB. 276 p.

## Comentarios

### Elizabeth Olivares

Me parecen muy interesantes los planteamientos sobre el guácimo expuestos por Giraldo, ya que se demuestra el potencial forrajero de esta especie. Sin embargo, en los párrafos anterior y posterior a el Cuadro 7, aparecen algunas aseveraciones en el aspecto bioquímico en las que no estoy de acuerdo por lo siguiente: (1) la fibra se encuentra en la pared celular y no en la membrana que está constituida en su mayor parte por lípidos y proteínas; (2) la lignina no es un carbohidrato. Se le considera un producto secundario, su formación sigue la ruta del ácido shiquímico, fenilalanina, ácido cinámico, precursores y lignina (Bennett y Wallsgrove, 1994; Grisebach, 1981). (3) la pectina es un componente de la pared celular y por lo tanto no pertenece al grupo de los carbohidratos no estructurales, que incluye los carbohidratos solubles (sacarosa, glucosa, fructosa, etc.) y los no solubles (almidón y algunos glucanos)(Aspinall, 1980). En algunos casos se ha visto que las hojas jóvenes poseen más lignina que viejas y esto les podría dar una mayor resistencia a hongos patógenos y a la herbivoría. Sin embargo esto no es una generalidad. Coley (1983) estudió 46 especies arbóreas en Panamá y 28 presentaban hojas adultas con mayor contenido de lignina que las hojas jóvenes. Una hoja joven es aquella que no ha terminado de expandirse y generalmente posee menos lignina (del latín leño) que una hoja adulta, y junto a la celulosa (componente de la pared celular) está asociada a la dureza de la hoja. Un índice de dureza, expresado en unidades de fuerza, se mide como la facilidad de atravesar la hoja con un cilindro de 5mm de diámetro. Se ha reportado que este índice es menor en hojas jóvenes que adultas, siendo bajo en las hojas que se expanden rápido y mediano en aquellas con expansión lenta (Coley y Kursar, 1996).

- Aspinall, G.O. 1980. Chemistry of cell wall polysaccharides. En: *The Biochemistry of Plants*. Vol 3: Carbohydrates: Structure and Function. Preiss J (ed.). p473- 500.
- Bennett, RN & Wallsgrove, RM. 1994. Secondary metabolites in plant defence mechanisms. *New Phytologist* 127:617-633.
- Coley, PD. 1983. Herbivory and defensive characteristics of tree species in a lowland tropical forest. *Ecological Monographs* 53(2):209-233.
- Coley, P.D. & Kursar, TA. 1996. Anti-herbivore defenses of young tropical leaves: physiological constraints and ecological trade-offs. In: Mulkey SS, Chazdon RL, Smith AP. *Tropical Forest Plant Ecophysiology*. Chapman & Hall. New York. p3005-336.

Grisebach, H. 1981. Lignins. En: The Biochemistry of Plants. Vol 7: Secondary Plant Products. Conn EE (ed.).p457-478.

**Roberto Sánchez, Jatnel Alonso, Tomas Ruiz y Gustavo Febles**

La *G. ulmifolia* es también un árbol muy conocido y ampliamente distribuido en Cuba. En algunas zonas de montaña es utilizado como sombra del cafeto. Además debe señalarse que su fruto, es muy apetecido por algunas especies de murciélagos también insectívoros, lo que contribuye a una equilibrada diversidad biológica del ecosistema. En otro orden de cosas nos gustaría que nos aclarara en que condiciones de manejo es que se logran los valores de producción de forraje que se señala el autor ya que en algunos casos solo señala la densidad de plantación o el número de árboles muestreados y da la impresión que se refiere a árboles a los cuales se les determina el volumen de follaje en un solo corte. ¿Existen experiencias para diferentes frecuencias de corte? En el cuadro 6 se muestran algunos datos adaptados de Botero *et al.*, 1995, referentes al contenido de proteína cruda (PC) del guácimo en un sistema silvopastoril natural con 3 densidades de árboles en Pinto (Magdalena). Suponemos que los valores estén expresados en porcentaje. Para el verano, este indicador no presenta gran variación, 8.5 a 10.4% para las tres densidades en estudio. Sin embargo en comparación con el periodo invernal sí se encuentra diferencia pues en la densidad más alta se alcanzan valores de hasta de 18.3% de PC. Sin embargo, en esta época del año la densidad media presenta un pobre 5.5% de PC, aunque no aparece especificado a que se llama densidad baja, media y alta al ver que la densidad menor para esa época alcanza 14.6% de PC no encontramos una explicación para esta situación y nos gustaría saber si ustedes tienen alguna. A continuación se reconoce que en estos sistemas el guácimo presenta valores de PC modestos y sin embargo catalogan a esta especie como promisoría cuando se trata de cubrir deficiencias en el aporte de nitrógeno. Es cierto que la PC del pasto base es muy baja (3.8%) así la superioridad del guácimo es evidente pero entonces sería necesario hacer otros análisis relativos al pasto. No obstante con base en los datos presentados coincidimos plenamente en considerar el Guácimo como una alternativa para ser incorporada en los sistemas silvopastoriles pero que es imprescindible intensificar la investigación relacionada con esta especie.

# ***Tithonia diversifolia*, una planta con potencial para la producción sostenible en el trópico**

**Clara I. Ríos Kato**

Fundación CIPAV, Cali, Colombia.

## **SUMMARY**

This article summarises the state of the art in a multipurpose species with forage potential: *Tithonia diversifolia* (Hemsl.) Gray, found in various tropical countries. The species has various important characteristics: capacity for adaptation, low demand for inputs and manual labour for its management, and many different uses. Information is given regarding its botanical description, origin, distribution, range of adaptation, ethnobotany, propagation, management, biomass production and nutritional characteristics. Finally a few suggestions are made for future research.

## **INTRODUCCIÓN**

*Tithonia diversifolia* es una planta herbácea de la familia Asteracea, originaria de Centro América (Nash, 1976). Tiene un amplio rango de adaptación, tolera condiciones de acidez y baja fertilidad en el suelo. Es además una especie con buena capacidad de producción de biomasa, rápido crecimiento y baja demanda de insumos y manejo para su cultivo. Presenta características nutricionales importantes para su consideración como especie con potencial en alimentación animal (Ríos, 1997).

En Colombia, se utiliza en apicultura y alimentación de vacas, conejos (Ríos, 1993), cuyes (Gálvez, 1995), ovejas (Vargas, 1992), y cerdos (Solarte, 1994). También se siembra como cerca viva para rodear sitios donde se ubican colmenas y áreas de bosque para protección de fuentes de agua (Ríos, 1997). Se utiliza también como especie ornamental

y en parcelas de producción agrícola con alta diversidad para atraer insectos benéficos.

En Costa Rica se está utilizando *T. diversifolia* a nivel experimental para incrementar la producción de frijol en barbechos mejorados. Se considera que esta especie aporta nutrientes en especial fósforo, para el desarrollo del frijol (Gloria Meléndez, Universidad de Costa Rica, comunicación personal). En Filipinas se utiliza como abono verde en cultivos de arroz (Cairns, 1996)

### **DESCRIPCIÓN BOTÁNICA Y CLASIFICACIÓN**

*T. diversifolia* es una planta herbácea de 1,5 a 4,0 m de altura, con ramas fuertes subtomentosas, a menudo glabras, hojas alternas, pecioladas de 7 a 20 cm de largo y 4 a 20 cm de ancho. Presenta 3 a 5 lóbulos profundos cuneados hasta subtruncados en la base, decurrentes en su mayoría en la base del pecíolo, bordes aserrados, pedúnculos de 4 a 20 cm de largo, lígulas amarillas a naranja de 3 a 6 cm de longitud y corolas amarillas de 8 mm de longitud (Nash, 1976)

### **Origen y distribución**

La familia Asteracea posee unas 15,000 especies distribuidas por todo el mundo (Gómez y Rivera, 1987). El género *Tithonia* comprende diez especies originarias de Centro América. *T. diversifolia* fue introducida a Filipinas (Cairns, 1997b) la India y Ceilán. También se registra en el Sur de México, Guatemala, Honduras, Salvador, Costa Rica, Panamá (Nash, 1976), Cuba (Roig y Mesa, 1974), Venezuela (Adolfo Cardozo, comunicación personal) y Colombia (Ríos, 1993).

### **Rango de adaptación**

En Guatemala se registra entre los 200 y los 2 300 msnm, en matorrales húmedos o secos (Nash, 1976).

En Venezuela se encuentra en los estados de Carabobo, Aragua, Portuguesa y Trujillo entre los 300 y 1,700 msnm (Adolfo Cardozo, comunicación personal).

En Colombia esta planta crece en diferentes condiciones agroecológicas, desde el nivel del mar hasta 2 700 m en La Cocha (Nariño) (Enrique Murgueitio, comunicación personal), con precipitaciones que fluctúan entre 800 a 5,000 mm y en diferentes tipos

de suelo, tolerando condiciones de acidez y baja fertilidad (Ríos, 1997). Se encuentra creciendo espontánea a orillas de caminos y ríos.

#### **Nombres comunes**

En Guatemala se conoce con los nombre de mirasol, k'onon, q'il, sun, quil, quil amargo y saján grande (Nash, 1976). En Venezuela como tara, taro (Estados Carabobo y Aragua), flor amarillo (Estado Portuguesa) y árnica (Estado Trujillo) (A. Cardozo, comunicación personal). En Colombia se denomina mirasol, botón dorado, girasola, gamboa (Navarro y Rodríguez, 1990), girasol (Patricia Navarrete, comunicación personal) y botón de oro (Ríos, 1993). En Cuba, margaritona o árnica de la tierra (Roig y Mesa, 1974). También se conoce como wild sunflower, o Mexican sun flower (Cairns, 1996).

#### **USOS**

##### **Alimentación animal**

*T. diversifolia* es apreciada por los apicultores como fuente de néctar en Luzon, Filipinas (Cairns, 1997a) y en zona cafetera de Colombia. El apiario se rodea con una franja ancha de *T. diversifolia*, sembrada a partir de estacas a 1 m de distancia. Se determinan tres anillos de corte, los cuales se cosechan en forma escalonada con un intervalo de 4 meses entre ellos, estableciendo una frecuencia anual de corte a las plantas. De esta manera hay disponibilidad de flores todo el año para la alimentación de las abejas y el cultivo cumple también con las funciones de rompevientos y protección del apiario. La biomasa producida por las plantas se deja en el sitio, para su descomposición e incorporación lenta al suelo. Es este cultivo el manejo es mínimo, no se aplican agroquímicos. En Restrepo, Valle del Cauca, Colombia, existe un cultivo con diez años de edad, en buen estado, bajo este sistema de mínimo manejo y sin aplicación de agroquímicos (Ríos y Salazar, 1995). En el Estado de Carabobo (Venezuela) la miel producida a partir de estas flores, alcanza un mayor precio (A. Cardozo comunicación personal).

Se utiliza para alimentación de cabras en un sistema de corte y acarreo en Mindanao, Filipinas. El estiércol de los animales se aplica en los callejones del cultivo. Este sistema combina los beneficios de la producción pecuaria, el ciclaje eficiente de nutrientes y la conservación de suelos. También se aprovecha para el ramoneo de ovejas y, en Luzón,

algunos agricultores esparcen hojas de *T. diversifolia* en los estanques para ser consumida por tilapias. Adicionalmente en Indonesia y Filipinas se han realizado ensayos con resultados promisorios, al incorporar hojas de esta especie en raciones para alimentación de gallinas (Cairns, 1997). Un sistema de producción en Venezuela utiliza *Tithonia* como forraje fresco sin picar. Este se ofrece colgado para el consumo de ovejas y cabras, como parte de una dieta con cogollo de caña y pasto elefante. En la tarde se ofrece a los animales, forrajes como nacedero (*Trichanthera gigantea*), matarratón (*Gliricidia sepium*) y cañafistola (*Cassia moschata*) (A. Cardozo, comunicación personal).

En Colombia, se ha observado un excelente consumo por vacas Holstein en ramoneo a 2 400 msnm (E. Murgueitio, comunicación personal). Campesinos de Dagua y El Dovio ofrecen *T. diversifolia* picada en mezcla con otros forrajes como nacedero (*Trichanthera gigantea*), chachafruto (*Erythrina edulis*), morera y cogollo de caña, para alimentación de las vacas.

Solarte (1994) registra también a *Tithonia* como parte de la dieta de cerdos en mezcla con otros forrajes como nacedero (*Trichanthera gigantea*), plátano (*Musa sp.*) cidra (*Chayota edulis*) y otros recursos locales.

También en Colombia, se ha observado en fincas campesinas como componente de la dieta de conejos, cuyes (*Cavia porcellus*) cerdos y vacas. También se ha suministrado a búfalos.

#### **Atracción de insectos**

En una parcela de alta diversidad (cultivos de 10 o más especies en asociación), en Buga (Colombia) donde se establecieron plantas alimenticias (fríjol de diferentes variedades, yuca, maíz, plátano, papaya y hortalizas); forrajeras como caña, nacedero (*Trichanthera gigantea*), pinocho (*Malvaviscus penduliflorus*), cidra, batata; medicinales (anamú, poleo, hinojo, sávila) y aromáticas (albahacas, limoncillo, citronella). En este arreglo, *T. diversifolia* cumplía funciones de atracción y fuente de alimento para insectos, entre ellos polinizadores, productores de miel y controladores biológicos. Estas funciones son vitales para la producción sin agroquímicos, pues permite que el sistema alcance un equilibrio entre poblaciones de insectos y otros artrópodos, para producir con un mínimo impacto ambiental (Ríos, 1994).

También se establece en policultivo asociada con maíz, yuca (*Manihot sculenta*), canavalia (*Canavalia ensiformis*), y crotalaria (*Crotalaria juncea*); en este caso *T. diversifolia* se siembra alrededor de la parcela, con el propósito de atraer insectos benéficos dejando florecer algunas plantas y, producir forraje cortando las otras antes de floración (Ríos, 1997).

### Medicina

En Cobán, Alta Verapaz (Guatemala), se registra el uso de las hojas en cocción como remedio para la malaria y en el tratamiento de eczema y lastimaduras de la piel de animales domésticos (Nash, 1976).

En Cuba se utilizan las hojas en maceración con alcohol como si fuera árnica (Roig y Mesa, 1974).

En Colombia, en la zona del Pacífico (Valle del Cauca), se utilizan las hojas en cocción para el pasmo o frío y como medicina para problemas del hígado (P. Navarrete, comunicación personal).

En Venezuela, se utiliza en salud animal para disminuir los abortos y canibalismo en conejos. También para depurar y arrojar la placenta, se suministra a las conejas 2 o 3 días antes del parto y 5 a 8 días después del parto. Los productores dicen que además se mejora la lactancia. (A. Cardozo, comunicación personal).

### Cerca viva y rompe vientos

En Colombia (Rio Frío, Valle del Cauca) en el aislamiento de fragmentos de bosque que cumplen funciones de protección y conservación de fuentes de agua, se establece *T. diversifolia* como cerca viva (Ríos, 1997), en reemplazo de cercas con alambre de púas.

En fincas campesinas en zona de ladera del Valle del Cauca, se siembra *T. diversifolia*, asociada con otras especies forrajeras como *Trichanthera gigantea* sembrando franjas de cada especie, también alrededor de parcelas de policultivo o en las cercas. Se cosecha antes de floración para alimentar animales y se fertiliza con estiércol fresco de bovino o con lombricompost. El manejo de las parcelas es orgánico.

También se siembra como rompevientos alrededor de apiarios en la zona cafetera colombiana.

### **Abono verde y mejorador de suelos**

En Luzón, algunos agricultores consideran las parcelas con *T. diversifolia* como bancos de fertilizante. En la provincia de Mountain, esta especie es cosechada e incorporada como abono verde en campos de cultivo de arroz con inundación. Debido a su rápido crecimiento, eficiente depuración de nutrientes, abundante producción de hojas y rápida descomposición, esta especie parece acelerar el ciclaje de nutrientes y permite la rehabilitación del suelo en un período corto de barbecho (Cairns, 1996).

En Costa Rica, al evaluar especies identificadas por agricultores como favorables para la producción de frijol bajo el sistema «tapado», se encontró que éstas tenían altos contenidos foliares de fósforo, calcio y potasio (más de 2 500 ppm). De las especies identificadas, se encontró que *T. diversifolia* presenta los mayores contenidos de fósforo. Al comparar la producción de frijol en barbechos mejorados con diferentes especies se obtuvieron los siguientes resultados : en barbecho natural, 628 kg/ha; en barbecho con *T. diversifolia*, 749 kg/ha y mayor producción de biomasa y fósforo; barbecho con mucuna, se perdió por ataque de babosas y hormigas, barbecho con canavalia, 573 kg/ha (Gloria Meléndez, comunicación personal).

*T. diversifolia* puede estar jugando un papel muy importante en la depuración de nutrientes lábiles del suelo que de otra forma se perderían por lixiviación. En el caso del fósforo, la asociación con micorrizas puede estar cumpliendo un rol importante en su movilización. Este hecho además de la baja o nula demanda de capital o laboreo, es interesante en especial cuando estos recursos son escasos. Es así como se puede cambiar el concepto de barbechos con malezas al de abono verde o cultivo de cobertura (Cairns, 1997b).

En la provincia de Bukidnon, Filipinas, *T. diversifolia* es utilizada para recuperar y mejorar de áreas invadidas por el pasto *Imperata cylindrica*. La sombra de *T. diversifolia* controla el pasto en un año. Al final del segundo año, se cortan las plantas de *Tithonia* y se siembra un nuevo cultivo sin necesidad de aplicar fertilizantes ni arar, porque se mejoran las propiedades físicas del suelo (Cairns, 1997a)

### **Otros usos**

En Venezuela se encontró *T. diversifolia* protegiendo unos taludes resultantes del corte de un tramo en montaña, para la construcción de una carretera.

En el Estado de Chabasquén (Venezuela), se observó sembrada alrededor de un huerto con el fin de «*correr los bachacos*», nombre que se le da a la hormiga arriera (*Atta* sp) (A. Cardozo, comunicación personal).

### PROPAGACIÓN

La propagación de la especie se realiza a partir de material vegetativo. No se conocen cultivos establecidos a partir de semilla sexual. En un ensayo en el cual se evaluó el número de raíces y porcentaje de prendimiento 15d después de la siembra, de estacas procedentes de diferentes partes del tallo, se encontró un 94% de prendimiento en estacas tomadas de la parte más leñosa y 58% en las procedentes de la parte media. El número de raíces fue de 4,25 y 3,5 respectivamente (Salazar, 1992).

### PRODUCCIÓN DE BIOMASA

Se evaluó la producción de biomasa de *Tithonia diversifolia*, en Buga (Colombia), a 1,000 msnm con una precipitación bimodal de 1,200 mm/año, en suelos de textura arcillosa y con pH de 6,5.

El cultivo se estableció a partir de estacas tomadas del primero (parte más leñosa) y segundo tercio del tallo. Se aplicó riego después de la siembra y luego se colocó cobertura de bagazo de caña, hojarasca y pasto seco con el fin de conservar la humedad del suelo y evitar la competencia con otras especies de plantas. No se realizó ninguna labor de limpieza del cultivo y los riegos fueron escasos. Tampoco se aplicó ningún tipo de fertilizante. No se presentaron problemas fitosanitarios que afectaran las plantas.

Los tratamientos consistieron en tres densidades de siembra: 2,66, 1,77 y 1,33 plantas/m<sup>2</sup>, evaluadas en dos alturas de corte.

Se utilizó un diseño de bloques completos al azar con tres repeticiones por tratamiento. Las parcelas experimentales eran de 60 m<sup>2</sup>. El cultivo se encontraba en floración cuando se realizó el corte y contaba con 110 días de edad (ver Cuadros 1 y 2)

En este primer corte realizado al cultivo, no se evidenció un efecto marcado de la densidad de siembra ni la altura de corte sobre la mayoría de las variables evaluadas. Solo se encontraron diferencias significativas para la variable número de tallos/planta entre las densidades de siembra. Este incremento puede deberse a la disponibilidad de más espacio por

planta, lo que permitió el desarrollo de una mayor cantidad de yemas. Sin embargo este hecho no se vio reflejado en la producción de biomasa, debido a que los tallos eran más delgados. La planta parece guardar las proporciones entre sus diferentes componentes. La relación tallo: hoja: flor de 5:3:2 se conservó en las tres densidades de siembra evaluadas. La producción potencial de biomasa en el primer corte bajo las condiciones y densidades de siembra evaluadas (2,66, 1,77 y 1,33 plantas/m<sup>2</sup>), sería de 82, 57 y 46 ton/ha (Ríos, 1995; Ríos y Salazar, 1995).

**Cuadro 1**  
**Efecto de la densidad de siembra**

	Plantas / m <sup>2</sup>			ES/P
	2,66	1,77	1,33	
Biomasa fresca				
(kg/planta)	3,08	3,22	3,41	0,45/0,875
peso tallos (kg)	1,8	1,4	2,2	0,24/0,322
peso hojas (kg)	1,1	0,7	1,2	0,34/0,703
peso flores (kg)	0,72	0,49	1,14	0,34/0,703
No. de flores	132	81	194	25,0/0,224
No. de tallos	8,3	7,8	17,8	0,85/0,033
Altura de planta (cm)				
21 días	6,8	6,2	5,9	0,42/0,43
35 días	25	19	21	2,0/0,2
49 días	48,5	44	45	2,0/0,365
110 días	190	180	176	7,0/0,425
Incremento diario				
(cm/día)	2,1	2,0	1,97	0,08/0,514

Fuente : Ríos y Salazar, 1995.

**Cuadro 2**  
**Efecto de la altura de corte**

	Altura		
	10	50	ES/P
Biomasa fresca (kg/planta)	3,37	3,11	0,36/0,628
potencial (ton/ha)	60	63	8/0,802

Fuente : Ríos y Salazar 1995.

Posteriormente en el mismo cultivo, se evaluó la producción de biomasa comestible (hojas, peciolo y tallos hasta de 2,0 cm de diámetro) en cortes sucesivos cada siete semanas. Se realizaron tres cosechas (Cuadro 3).

**Cuadro 3**  
**Efecto de la densidad de siembra sobre la producción de biomasa comestible de *T. diversifolia* con cortes cada siete semanas.**

Densidad (plantas/m <sup>2</sup> )	Peso por planta (kg/planta)	Producción potencial (kg/ha)
2,66	1,3 a	37,922
1,77	1,8 b	31,463
1,33	2,0 b	27,106

Fuente: Ríos, 1997.

Al someter el cultivo a cortes frecuentes se encontró una mayor producción de biomasa comestible por planta en las densidades menores (1,33 y 1,77 plantas/m<sup>2</sup>), debido probablemente a la menor competencia por recursos. Sin embargo si se establece la especie en monocultivo, es posible obtener mayor rendimiento por unidad de área en la densidad de 2,66 plantas/ha, aunque se podrían correr los riesgos fitosanitarios inherentes a esta forma de cultivo.

La altura de corte solo afectó la variable altura de plantas a las siete semanas, obteniendo valores de 135 cm en promedio, al realizar los cortes a 10 cm sobre el nivel del suelo y, 109 cm al cortar a 50 cm sobre el suelo.

#### **CARACTERÍSTICAS NUTRITIVAS**

Navarro y Rodríguez (1990), realizaron análisis bromatológicos de *T. diversifolia* en cinco estados de desarrollo, después de un corte de

uniformización a nivel del suelo: 1. crecimiento avanzado (30 días después del corte ), 2. prefloración (50 días), 3. floración media (60 días), 4. floración completa (74 días) y 5. pasada la floración (89 días)

Se tomaron muestras de hojas, peciolo, flores y tallos hasta 1,5 cm de diámetro. Los resultados obtenidos se pueden ver en el Cuadro 4.

Se encontraron diferencias altamente significativas para el porcentaje de proteína en los diferentes estados de desarrollo de la planta. Esta información junto con la de producción de biomasa comestible y capacidad de recuperación de la planta en cortes sucesivos, es importante para determinar frecuencias de corte más adecuadas si el propósito es obtener forraje con nivel de proteína entre 18 y más del 20%.

Otros resultados de análisis de la composición química de las hojas sugieren un buen valor nutricional de esta especie (Cuadro 5).

#### Cuadro 4

**Análisis proximal, nutrientes digestibles totales y minerales de la materia seca de *T. diversifolia*, de acuerdo a su estado vegetativo (%).**

	Estados vegetativos				
	1	2	3	4	5
Materia seca	14,1	17,22	17,25	17,75	23,25
Proteína cruda	28,51	27,48	22	20,2	14,84
Fibra cruda	3,83	2,5	1,63	3,3	2,7
Extracto etéreo	1,93	2,27	2,39	2,26	2,43
Cenizas	15,66	15,05	12,72	12,7	9,42
Extracto no nitrogenado	50	52,7	61,4	61,5	65,6
NDT	48	46,8	46	46,	45
Minerales					
Calcio	2,3	2,14	2,47	2,4	1,96
Fósforo	0,38	0,35	0,36	0,36	0,32
Magnesio	0,05	0,05	0,07	0,06	0,06

Fuente: Navarro y Rodríguez 1990.

## Cuadro 5

**Composición química (g/kg) del follaje de *T. diversifolia*.**

Proteína cruda	242,0
Proteína soluble	40,2
Carbohidratos solubles en agua	7,6
Almidón	172,7
Azúcares totales	39,8
Azúcares reductores	35,0
Pared celular (FDN)	353,3
Lignocelulosa (FDA)	304,8
Extracto etéreo	14,0
Materia orgánica	785,9

Fuente: Rosales, 1996.

**Factores antinutricionales**

En análisis cualitativos realizados para determinar la presencia de metabolitos secundarios en el follaje, no se encontraron ni taninos ni fenoles (Rosales, 1992). En otro trabajo se encontró bajo contenido de fenoles y no se encontraron taninos condensados ni actividad de precipitación de proteína (Rosales, 1996). Otros análisis muestran un bajo contenido de fenoles y ausencia de saponinas (Vargas, 1996).

**Consumo**

En Colombia, Vargas (1992), evaluó una dieta para ovinos de pelo con 50 y 100% de *T. diversifolia* fresca, bloque multinutricional (10% de urea) a voluntad y follaje de matarratón (*Gliricidia sepium*) al 3% del peso vivo en base fresca, complementando la dieta de 50% con cogollo de caña de azúcar. En la dieta de 50% los animales consumieron 868 g/día en base fresca, lo que equivale a 369 g/día en base seca. En la de 100% el consumo fresco fue de 1 668 g/día, correspondiente a 712 g/día en base seca.

**Degradabilidad**

*T. diversifolia* se identificó como un material con una alta degradación de la materia seca a nivel ruminal en 24 horas, 149% con relación a un patrón de cascarilla de soya y, un contenido de proteína entre el 21 y 25%. Por estas razones se considera que puede ser una especie con potencial para alimentación de animales monogástricos (Vargas, 1996). En otro trabajo se encontró una alta degradabilidad de la materia seca, especialmente a las 24 horas. La degradabilidad fue de 33, 50, 83 y 90% a las 0, 12, 24 y 48 horas respectivamente (Rosales, 1996).

**Pruebas biológicas**

En pruebas biológicas de crecimiento de pollitos a partir de siete días de edad, alimentados durante siete días con una dieta en la cual se sustituyó el 20% de concentrado comercial por follaje seco y molido de *T. diversifolia*, se obtuvo un alto consumo y ganancia de peso (75-99% con relación a un testigo de torta de soya). De igual manera, la conversión fue eficiente, 125-150% frente al testigo. Estos resultados se explican por el buen contenido de proteína de la especie, su alta digestibilidad de la materia seca y bajo o nulo contenido de fenoles y saponinas (Vargas 1996).

**NECESIDADES DE INVESTIGACIÓN**

Algunas de las necesidades de investigación identificadas para *T. diversifolia* son:

**Sistemas de producción agropecuaria**

- Formas de manejo de la especie en cultivos asociados para usos múltiples, forraje, abono verde, atracción y alimento de insectos y otros.
- Ensayos de alimentación animal con mezclas de forrajes que incluyan *T. diversifolia*.
- Comportamiento de la especie en ramoneo por bovinos (persistencia, rebrote, cantidad de forraje).
- Avance en el conocimiento del valor nutricional.
- Uso en otras especies

**Ecología**

- Asociación de la especie con micorrizas para conocer si este es el mecanismo de acceso a nutrientes como fósforo.
- Relaciones con otros elementos bióticos y abióticos del suelo.
- Especies asociadas y polinizadores.
- Reproducción sexual.

**AGRADECIMIENTOS**

A Enrique Murgueitio por su colaboración en la revisión del texto y sugerencias para mejorarlo. A PRONATTA por facilitar recursos para avanzar en el trabajo con esta especie.

## BIBLIOGRAFÍA

- Cairns, M. F. 1996. *Study on Farmer Management of Wild Sunflowers (Tithonia diversifolia)*. Short communication. ICRAF S.E. Asian Regional Research Programme.
- Cairns, M. F. 1997A. "Fallows, fodder and fences the critical elements of integrating livestock into swidden systems" Paper prepared for the workshop on "Upland farming in the Lao P.D.R.; Problems and Opportunities for Livestock" held in Vientiane, Lao P.D.R. on May 19-23 1997.
- Cairns, M. F. 1997B. "Property Rights Dimensions of Indigenous Fallow Management (IFM): Summary of Ten Intersecting Issues" document prepared for the Asia-Pacific Resource Tenure Network (ARTN) Indonesia.
- Galvez, A. L. 1995. Cuyes, lombrices, forrajes y manejo de microcuencas en Matituy, Nariño. En: *Memorias IV Seminario Internacional sobre Sistemas Pecuarios Sostenibles para las montañas tropicales*. CIPAV/CENDI. Cali, Colombia.
- Gómez, A. y Rivera, H. 1987. *Descripción de malezas en cultivos de café*. Centro Nacional de Investigación. en *Café*, Chinchiná, Caldas. 490p.
- Nash, D. 1976 Flora de Guatemala En: *Fieldiana: Botany* Vol 24, Part XII, p.323-325. Field Museum of Natural History.
- Navarro, F. y Rodríguez, E. F. 1990 *Estudio de algunos aspectos bromatológicos del Mirasol (Tithonia diversifolia Hemsl y Gray) como posible alternativa de alimentación animal*. Tesis Universidad del Tolima. Ibagué, Tolima.
- Pérez Arbelaez, E. 1990 *Plantas útiles de Colombia* 14a edición. Medellín 832 p.
- Ríos, Clara I. 1993 *Efecto de la densidad de siembra y altura de corte sobre la producción de biomasa del botón de oro Tithonia diversifolia (Hemsl) Gray, evaluada en cortes sucesivos. Investigación, validación y capacitación en Sistemas Agropecuarios Sostenibles*. Convenio CETEC/IMCA/CIPAV. Informe de avance. Cali p 81 -83.
- Ríos, Clara I. 1994 *La Huerta Orgánica*. Cartilla. Convenio IMCA/CIPAV/CETEC. Cali 17 p.
- Ríos, Clara I. y Salazar, A. 1995 *Tithonia diversifolia (Hemsl) Gray, una fuente proteica alternativa para el trópico*. *Livestock Research for Rural Development* 6(3):75-87.
- Ríos, Clara I. 1997 «Botón de oro *Tithonia diversifolia (Hemsl.) Gray*. En *Arboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica*. 2da edición. Colciencias - CIPAV. Cali, Colombia p115-126.
- Roig, J. T. y Mesa, A. 1974 *Plantas medicinales, aromáticas o venenosas de Cuba*. La Habana p 709.
- Rosales, M. 1992 *Nutritional value of colombian fodder trees*. Internal report: Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria and Natural Resources Institute. United Kingdom 50 p.
- Rosales, M. 1996. *In vitro assessment of the nutritive value of mixtures of leaves from tropical fodder trees*. PhD thesis. Department of Plant Sciences, Oxford University, Oxford, UK. 214p.
- Salazar, A. 1992 *Evaluación agronómica del botón de oro (Tithonia diversifolia - familia compuesta) y el pinocho (Malvaviscus penduliflorus - familia malvaceae)*. Informe de

becarios de la Fundación Centro para la Investigación en Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria. Cali p27-31.

**Solarte, A.** 1994 Experiencias de investigación participativa en sistemas de Producción Animal en dos zonas del Valle del Cauca. En: *Memorias III Seminario Internacional Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios*. Cali p49-72

**Vargas, J. E.** 1992 *Evaluación de la aceptación del botón de oro en la dieta de las ovejas de pelo*. Documento sin publicar.

**Vargas, J. E.** 1996 *Caracterización de recursos forrajeros disponibles en tres agroecosistemas del Valle del Cauca*. Tesis Maestría en Desarrollo Sostenible de Sistemas Agrarios. Universidad Javeriana - IMCA - CIPAV. Cali 104p.

