

# Producción de biomasa y valor nutritivo de bancos de proteína establecidos con especies forrajeras para corte y acarreo en el Piedemonte amazónico de Colombia\*

J. C. Suárez\*\*, Bertha L. Ramírez\*\*\* y J. E. Velásquez\*\*\*

## Introducción

La ganadería de doble propósito es un sistema de producción consolidado en el Piedemonte amazónico colombiano que depende casi exclusivamente del uso de pasturas introducidas, principalmente del género *Brachiaria*. No obstante la producción animal en estas pasturas es afectada por la degradación ocasionada por el pisoteo animal y la ausencia de prácticas adecuadas de manejo. En estas condiciones la utilización de árboles y arbustos forrajeros en sistemas agroforestales o como bancos de proteína es una alternativa viable para mantener o mejorar la productividad animal (Ibrahim et al., 1999; Fujisaka et al., 2004) y garantizar la sostenibilidad (Roggero et al., 1996; Sánchez, 1999). Las leguminosas forrajeras *Cratylia argentea* (Lascano, 1995), *Clitoria fairchildiana* (Cipagauta et al., 2002), *Erithryna fusca* (Rodríguez y Cuellar, 1993), *Trichantera gigantea* (Ciapagauta y Velásquez, 2004) y *Gliricidia sepium* (Ibrahim et al., 1999; Navas et al., 2001) han mostrado excelente desempeño bajo diferentes condiciones de

manejo, según la región agroecológica, el tipo de suelo y los sistemas de manejo. El objetivo del presente estudio fue evaluar la producción de biomasa y la calidad forrajera de cinco especies arbóreas y arbustivas establecidas como banco mixto de proteína para corte y acarreo en dos suelos del Piedemonte amazónico colombiano.

## Materiales y métodos

**Localización.** El trabajo se realizó en el municipio de Florencia (Caquetá), en una zona clasificada como bosque húmedo tropical, entre 250 y 400 m.s.n.m., con una precipitación promedio anual de 3600 mm, una temperatura de 26 °C y una humedad relativa del 80%. Los suelos son arcillosos, ácidos (pH = 4.6), pobres en fósforo (< 1.7 ppm) y con altos contenidos de aluminio (> 3.2 meq/100 g) y hierro (> 72.2 meq/100 g). El ensayo se replicó en suelo con condiciones fisiográficas distintas: en un mesón en pendiente ubicado en la granja Balcanes de la Universidad de la Amazonía, que fue preparado manualmente mediante el uso de pala hasta una profundidad de 25 cm; y en una terraza localizada en la granja Santo Domingo de la misma Universidad, preparado mediante un pase de rastra y dos pases de arado-cinzel a 30 cm de profundidad. En cada sitio, el terreno se dividió en el sentido de la pendiente, en cuatro parcelas de 10 x 20 m (200 m<sup>2</sup>) y previo a la siembra se aplicaron 2.5 t/ha de cal dolomítica y 350 kg/ha de fosforita Huila (8% de P).

\* Resultados parciales de un proyecto CO- 010402 financiado por el gobierno de Holanda y por las entidades ejecutantes: CIPAV, Universidad de la Amazonia, CIAT, CATIE y la Universidad de Wageningen.

\*\* Ingeniero Agroecólogo de la Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia.

\*\*\* Profesores Asociados de la Universidad de la Amazonia, Florencia, Caquetá, Colombia. e-mail: [elerapa@hotmail.com](mailto:elerapa@hotmail.com); [jaimeverre@uniamazonia.edu.co](mailto:jaimeverre@uniamazonia.edu.co)

**Establecimiento y evaluación.** Para el establecimiento se utilizaron estacas de 50 cm de *Erythrina fusca* (pízamo) y *Trichantera gigantea* (nacedero), previamente sembradas en bolsas de 2 kg que contenían 2 partes de suelo, dos partes de gallinaza y una de arena, y plántulas de *Clitoria fairchildiana* (bohio), *Cratylia argentea* (cratilia) y *Gliricidia sepium* (matarratón) pregerminadas por semilla sexual en pelets de reforestación. Las plántulas fueron sembradas en surcos a 1 m de distancia, distribuyendo el matarratón en los dos surcos externos e intercalando tres surcos de nacedero entre tres surcos de bohio, uno de pízamo y uno de cratilia. La distancia entre plantas de la misma especie fue de 1 m en cada surco. Al momento de la siembra se aplicaron en el fondo del surco 50 kg/ha de D.A.P. (18% de N, 20% de P) y 50 kg/ha de urea.

La determinación de la producción de materia seca (MS) total por año se hizo mediante el corte cada 90 días de 7 plantas/surco en cada repetición por sitio, a 1 m de altura sobre el nivel del suelo. Las muestras se separaron en sus componentes de hojas y tallos y se tomaron submuestras de 200 g para determinar el peso seco en horno a 70 °C por 72 h. La calidad del forraje fue determinada en el Laboratorio la Universidad Nacional midiendo la digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS), la proteína cruda (PC) por el método de Kjeldhal (Licitra et al., 1996; A.O.A.C., 1984) la fibra en detergente neutra (FDN) y en detergente ácido (FDA) (Van Soest, et al., 1991), la materia orgánica y el fósforo (A.O.A.C, 1984) y el calcio (Stahr, 1991). Los tratamientos en cada sitio se dispusieron en bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los resultados fueron analizados por la prueba de 't' para determinar efecto de tipo de suelo en la producción de MS.

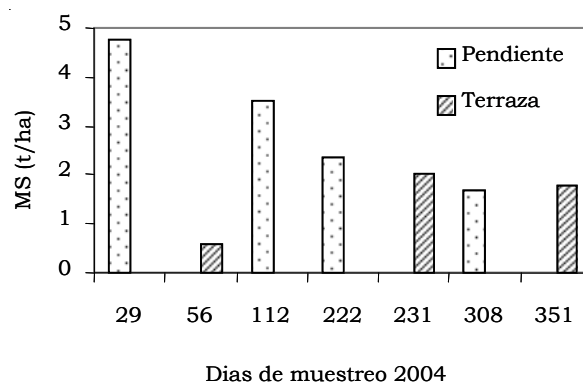
## Resultados y discusión

**Producción de materia seca.** Inicialmente la frecuencia programada de los muestreos fue de 90 días, sin embargo debido a la alta tasa de recuperación de las especies y su variación entre sitios, los cortes fueron

realizaron entre 84 y 174 días de rebrote. Para efectos de comparación de los resultados, la producción de MS/especie fue ajustada a 90 días de rebrote, asumiendo linealidad en el crecimiento.

La producción total anual de MS fue significativamente ( $P < 0.01$ ) más alta en los bancos de suelo pendiente que en los de terraza ( $12.3 \pm 1.51$  vs.  $4.3 \pm 0.41$  t/ha). Contrario a lo esperado, la mayor producción de MS total en el año se presentó en los bancos de suelo en pendiente. Esto se debió, en parte, a que en este tipo de suelos se realizaron cuatro cortes, mientras que en el de terraza únicamente se efectuaron tres cortes durante el 2004 (Figura 1). De igual manera, se observa que la producción por corte, en general, fue mayor en el suelo pendiente.

Como consecuencia de un menor desarrollo de las plantas, el número de cortes fue inferior en el suelo de terraza, a pesar de que en ambos sitios la siembra se realizó en forma simultánea en la misma época. Esto podría ser explicado por el estrés por falta de agua debido a la compactación superficial de los suelos de terraza, como producto del mayor uso histórico de estos suelos que se evidencia en una menor infiltración de agua (2 mm/h) en comparación con los suelos de pendiente (6 mm/h).



**Figura 1.** Promedio de producción de materia seca por corte de bancos de proteína de cinco especies arbóreas forrajeras en dos sitios del Piedemonte amazónico de Colombia, durante el 2004.

En general, *Cratylia* presentó la mayor producción de MS corregida a 90 días de edad del cultivo, superando tres veces la de nacedero (Cuadro 1). Sin embargo, la participación como componente del banco fue mayor con bohío (26.3 %), seguido por nacedero (22.1 %), *Cratylia* (20.95 %), matarratón (19.8 %) y pízamo (10.8 %). Es importante señalar que estos resultados son preliminares y los datos de producción corresponden a bancos con un poco más de 1 año de establecimiento y algunas especies como nacedero y pízamo requieren un periodo mayor para lograr estabilizar la producción. En el Piedemonte amazónico, Cipagauta y Orjuela (2003) encontraron mayores producciones de MS con *Cratylia* que con bohío, matarratón y nacedero. Pizarro et al. (1995) encontraron menores producciones de MS con *Cratylia* y matarratón que las encontradas en este estudio con estas mismas leguminosas. La mayor participación porcentual de bohío y nacedero como componentes del banco de proteína se explica por su mayor presencia en el arreglo espacial utilizado, 3:1 en relación con *Cratylia* y pízamo y 3:2 en relación con matarratón.

**Calidad de las especies.** La calidad de las especies no mostró diferencias significativas entre sitios (Cuadro 2). La relación hoja:tallo del forraje aprovechable de las especies en ambos sitios fue > 1 (Cuadro 1). En promedio, la mayor relación se observó en nacedero y pízamo, tanto para suelos de terraza como de mesón. Como era de esperar, en las hojas de todas las especies se encontró un mayor porcentaje de PC, DIVMS y Ca y una menor

concentración de fibras (FDN y FDA) que en los tallos. *Trichantera gigantea*, aunque no presentó el más alto contenido de PC, sí presentó la digestibilidad y los contenidos de calcio y fósforo más altos tanto en hojas como en tallos, lo que permite considerarla como una especie forrajera promisoriosa para dietas de vacas en sistemas doble propósito. Los valores más altos de proteína se encontraron en matarratón (19.6%) y los menores en bohío y *Cratylia* (15%). Cipagauta y Orjuela (2003) encontraron en el Piedemonte amazónico una mayor DIVMS para nacedero (86%), matarratón (67%), *Cratylia* (50) y bohío (37%) que los encontrados en este estudio para las mismas leguminosas. Igualmente, estos autores encontraron que la PC de *Cratylia* y bohío (18%) era más alta, aunque para nacedero (14%) es más baja. Es evidente que por la calidad media y sus relativas altas producciones de forraje encontradas en el presente trabajo, las especies arbóreas evaluadas presentan un alto potencial forrajero como complemento de las gramíneas de baja calidad que normalmente son utilizadas en la región del Piedemonte amazónico de Colombia.

## Conclusiones

Con este trabajo se contribuye al mejor entendimiento de los efectos de uso del suelo sobre la producción de biomasa de especies arbóreas forrajeras para el Piedemonte amazónico colombiano. La mayor producción de materia seca de los bancos mixtos de

**Cuadro 1.** Promedio de producción de materia seca anual por planta y porcentaje de participación en el banco de proteína de especies arbóreas forrajeras en sitios de mesón pendiente y terraza del Piedemonte amazónico colombiano.

Especie	Plantas/ha en banco	Producción MS (g/planta)		Porcentaje del banco		Relación hoja/tallo	
		mesón	terrazab	mesón	terrazab	mesón	terrazab
<i>Gliricidia sepium</i>	2000	1128	704	18.3	21.3	1.67	1.26
<i>Clitoria fairchildiana</i>	3000	1214	509	29.6	23.0	1.86	1.29
<i>Trichantera gigantea</i>	3000	843	525	20.5	23.8	2.38	2.69
<i>Erithryna fusca</i>	1000	906	940	7.4	14.2	2.00	1.81
<i>Cratylia argentea</i>	1000	2978	1170	24.2	17.7	1.60	1.43

a. Acumulado de cuatro cortes corregidos a cortes de 90 días de rebrote.

b. Acumulado de tres cortes corregidos a 90 días de rebrote.

**Cuadro 2.** Promedio de composición química y digestibilidad in vitro de la materia seca (DIVMS) de hojas y tallos de especies arbóreas forrajeras en el Piedemonte amazónico colombiano.

Especie	Componente	Composición química (%)							DIVMS (%)
		PC	FDN	FDA	Ceniza	M.O.	Ca	P	
<i>Clitoria fairchildiana</i>	Hoja	15.9	76.1	69.6	0.07	0.93	0.94	0.28	22.9
	Tallo	6.9	87.2	79.3	0.03	0.97	0.09	0.24	12.2
<i>Cratylia argentea</i>	Hoja	15.9	71.2	59.5	0.11	0.89	1.49	0.34	29.5
	Tallo	3.4	94.2	85.5	0.02	0.98	0.07	0.16	15.6
<i>Gliricidia sepium</i>	Hoja	19.6	58.1	45.8	0.08	0.93	1.31	0.26	44.5
	Tallo	7.0	62.3	73.5	0.04	0.97	0.10	0.28	32.1
<i>Trichantera gigantea</i>	Hoja	16.7	52.9	49.3	0.25	0.77	7.54	0.35	44.8
	Tallo	4.6	90.1	59.8	0.19	0.82	0.92	0.35	40.5
<i>Erythrina fusca</i>	Hoja	16.3	75.0	61.8	0.07	0.94	0.52	0.23	24.2

proteína con las especies evaluadas se encontró en suelos de mesón, debido a las diferencias históricas de uso de los suelos que condujeron a una mayor compactación en la terraza y por tanto a un posible estrés de sequía en los bancos sembrados en este suelo.

### Summary

A study to determine the dry matter production and the forage quality of five fodder trees planted as a protein bank was carried out at the Balcanes Farm (in a sloped soil), and at Santo Domingo Farm (flat soil) by the Universidad de la Amazonia in Florencia, (Caquetá -Colombia). Four 200-m<sup>2</sup> plots were used per site, and three furrows of *Clitoria fairchildiana*, three of *Trichantera gigantea*, two of *Gliricidia sepium* and one of *Erythrina fusca* and *Cratylia argentea* were planted spaced 1 m between furrows and plants. The cumulative total dry matter yield in one year was significantly higher ( $P < 0.01$ ) in the sloped area (12.3 t/ha) than in the flat area (4.3 t/ha). The percentage of leaves in the sloped banks was 64%, and 58% in the flat banks. Among species, *C. argentea* had the higher average production per plant (2074 g), followed by *E. fusca* (923 g), *G. sepium* (916 g), *C. fairchildiana* (861 g) and *T. gigantea* (684 g). In general, leaves had better quality than stems; the chemical analyses of crude protein, neutral detergent fiber, acid detergent fiber, ashes, organic matter, calcium phosphorus and *in vitro* dry matter digestibility are presented for each species component.

### Agradecimientos

Los autores agradecen, la ayuda económica y la colaboración del gobierno de Holanda; a Maria Cristina Amézquita, Directora Principal del Proyecto Captura de Carbono; a la Universidad de la Amazonia y a Juan Carulla de la Universidad Nacional.

### Referencias

- A.O.A.C. (Association of Official Analytical Chemists). 1984. Official methods of analysis of the Association of Analytical Chemists, 14<sup>th</sup> ed.. Washington.
- Cipagauta, M.; Trochez, J. y Zuluaga, J. J. 2002. Especies de árboles y arbustos de mayor utilización en sistemas silvopastoriles del piedemonte caqueteño. En: Los sistemas silvopastoriles de la ganadería bovina del trópico bajo colombiano. Plan Modernización Tecnológica de la Ganadería Bovina. Manual técnico. p. 9-28.
- \_\_\_\_\_ y Orjuela, J. 2003. Utilización de técnicas agrosilvopastoriles para contribuir a optimizar el uso de la tierra en el área intervenida de la amazonia. Corpoica – Fonade – Plan Colombia. Edit. Florencia. 58 p.
- Cipagauta, M. y Velásquez, J. 2004. Contenido de taninos de especies arbóreas nativas e introducidas con potencial forrajero en el piedemonte amazónico colombiano. En:

- Hess, H. y Gómez, J. (Eds.) Taninos en la Nutrición de Rumiantes en Colombia. Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT) – Instituto de Ciencia Animal (ETH). Cali, Colombia. 58 p.
- Fujisaka, S.; Lara, D.; Reategui, K.; Montenegro, J.; Ventura, R.; Díaz, R. y White, D. 2004. The need for forage technologies in the Alto Mayo regio of the peruvian amazon. En: Holmann, F. y Lascano, C. (eds.) 2004. Feeding systems with forage legumes to intensify dairy production in Latin America and the Caribbean: A project executed by the Tropileche Consortium. CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical), Tropileche Consortium, Cali, Colombia; SLP (System-wide Livestock Programme), Addis Ababa, Ethiopia; and ILRI (International Livestock Research Institute), Nairobi, Kenya. 172 p.
- Ibrahim, M.; Camero, A.; Camargo, J. C.; y Andrade, H. J. 1999. Sistemas silvopastoriles en América Central: Experiencias de CATIE. Turrialba, Costa Rica. En: Primer Congreso Latinoamericano de Agroforestería para la Producción Animal Sostenible. CIPAV. Cali, Colombia.
- Lascano, C. 1995. Calidad nutritiva y utilización de *Cratylia argentea*. En: Pizarro, E. A. y Coradin, L. (eds.) Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Embrapa, Cenargen, CPAC y CIAT. Memorias del Taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 de julio, Brasilia, Brasil. p 83-98.
- Licitra, G.; Hernández, T. M.; y Van Soest, P. J. 1996. Standardization of of procedures for nitrogen fraction of ruminant feeds. Anim. Sci. Tech. 57:347-348.
- Navas, A.; Pariño, H.; y Estrada, J. 2001. Producción de *Gliricidia sepium* (Matarratón) en bancos de alta densidad. Departamento de Sistemas de Producción. Universidad de Caldas, Manizales. 9 p.
- Pizarro, E. A.; Carvalho, M. A.; y Ramos A. K. B. 1995. Introducción y evaluación de leguminosas forrajeras arbustivas en el Cerrado brasileño. En: Pizarro, E. A. y Coradin, L (eds.). Potencial del género *Cratylia* como leguminosa forrajera. Embrapa, Cenargen, CPAC y CIAT, Memorias Taller sobre *Cratylia* realizado el 19 y 20 de julio, Brasilia, Brasil. p. 40-49.
- Rodríguez, L. y Cuellar, P. 1993. Evaluación de la Hacienda Arizona como un sistema integrado de producción animal sostenible. Documento interno (CIPAV). Cali, Colombia. 76 p.
- Roggero, P. P.; Bellón, S.; y Rosales, M. 1996. Sustainable feeding systems based on the use of local resources. En: Ruminant use of fodder resources in warm climate countries. IVth International Symposium on the Nutrition of Herbivores. Montpellier, France. Annales de Zootechnie, 45(1):105-118.
- Sánchez, D. 1999. Sistemas agroforestales para intensificar de manera sostenible la producción animal en Latinoamérica tropical. En: Agroforesteria para la producción y sanidad animal en América Latina. Estudio FAO producción y sanidad animal no. 143. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación Animal. Roma. p. 1-37.
- Stahr, H. M. 1991. Analytical methods in toxicology.
- Tilley, J. y Terry, K. 1963. A two stages technique for the *in vitro* digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soc. 18(2):131-136.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; y Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.