



Evaluación de la producción y la calidad nutricional de cinco especies forrajeras (arbustivas y arbóreas) para corte en condiciones de bosque seco tropical*

Julio Ernesto Vargas-Sánchez¹, Julián Estrada-Álvarez²

ARTÍCULO DE INVESTIGACIÓN

¹Departamento de Sistemas de Producción, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia.

²Instituto de Biotecnología Agropecuaria, Universidad de Caldas, Manizales, Colombia..

jestrada@ucaldas.edu.co

(Recibido: septiembre 18, 2010; aprobado: noviembre 3, 2010)

RESUMEN: Sobre las márgenes del río Cauca en el departamento de Caldas, la ganadería es la principal actividad agropecuaria ocupando cerca de 48.828 ha. Los sistemas predominantes son ceba y doble propósito, basados en el monocultivo de gramíneas, mientras la vocación del suelo es el sistema silvopastoril. Adicionalmente, las pasturas son de baja calidad y durante el periodo de verano sufren deterioro en su calidad y escasean. Los árboles y arbustos forrajeros son una alternativa para esta zona, sin embargo, se requiere conocer el desempeño de especies en las condiciones de la zona. El objetivo del trabajo fue evaluar el desempeño productivo de cinco especies arbustivas forrajeras de corte, en zona de ladera y explorar su aceptación por parte de los animales. Las especies evaluadas fueron: *Leucaena leucocephala*, *Matarratón (Gliricidia sepium)*, *Morera (Morus alba)*, *Nacedero (Trichanthera gigantea)* y *Sanjoaquin (Malvaviscus arboreus)*. Se usó un diseño de bloques completos al azar. La unidad experimental la constituyó una parcela de 5m x 10m con 50 plantas. Adicionalmente, se determinó contenido de proteína cruda y fibra detergente neutro. Los datos analizados correspondieron al promedio de las observaciones realizadas durante tres días consecutivos. Se usaron 5 terneros lactantes. El mejor desempeño productivo se obtuvo con la morera, seguido por matarratón, nacedero y sanjoaquin, respectivamente. Por tanto, en esta zona, morera y matarratón son las especies más apropiadas para los bancos de proteína. *Leucaena* fue la especie que tuvo la menor producción. Sin embargo, se adapta bien al medio ambiente propio de la zona de estudio, fija nitrógeno y estas características hacen de la *leucaena* una especie apropiada para integrar sistemas silvopastoriles.

Palabras clave: alimentación, bovinos, ganadería, leucaena, morera

Evaluation Of Production And Nutritional Quality For Five Cut Forage Species (Shrubby And Arboreal) In Dry Tropical Forest Conditions.

ABSTRACT: On the margins of the Cauca River in the department of Caldas, livestock husbandry is the main agricultural activity which occupies almost 48,828 has of the productive territory. The dominant systems are fattening, and dual purpose, based on grass monoculture, while the soil purpose is more directed to silvopastoral systems. In addition, the pastures are low quality and during the summer period they suffer deterioration in the quality and are scarce. The forage trees and shrubs are an alternative for this area; however, it is required to know the performance of species under the conditions of the area. The objective of this work was to evaluate the productive performance of five cut shrub forage species, in hillside zones and explore their acceptance by the animals. The evaluated species were: *leucaena (Leucaena leucocephala)*, *Matarratón (Gliricidia sepium)*, *mulberry (Morus alba)*, *Nacedero (Trichanthera gigantea)* and *Sanjoaquin (Malvaviscus arboreus)*. A complete blocks at random design was used. The experimental unit was a 5m x 10m with 50 plants plot. Additionally, crude protein and neutral detergent fiber were determined. The analyzed data corresponded to the average of the observations made during three consecutive days. We used 5 unweaned calves. The best productive performance was obtained with mulberry, followed by *matarratón*, *nacedero* and *sanjoaquin*, respectively. Therefore, in this area, mulberry and *matarratón* species are more appropriate for the protein banks. *Leucaena* was the species which had the lowest production. However, it is well suited to the environment of the area of study, it fixes nitrogen and these features make *leucaena* an appropriate species to integrate silvopastoral systems.

Key words: bovine, feed, leucaena, livestock, morera

* Financiado por la Vicerrectoría de Investigaciones y Postgrados de la Universidad de Caldas.

Introducción

En las márgenes del río Cauca, en lo correspondiente al departamento de Caldas, la ganadería es la principal actividad agropecuaria que se desarrolla actualmente y ocupa cerca de 48.828 ha. Los sistemas que predominan son la ceiba y el doble propósito, los cuales están generando problemas de tipo ambiental como la erosión y el deterioro de las fuentes de agua. En buena parte, estos problemas son causados por la acción directa de los animales sobre el suelo y su cobertura, máxime cuando la ganadería se realiza utilizando como principal tecnología el pastoreo, con potreros limpios, mientras que de acuerdo a la zonificación de URPA (1985) el potencial de uso del suelo es el sistema silvopastoril. Este conflicto se manifiesta en el suelo con la presentación de procesos como la erosión pata de vaca, surcos, cárcavas y deslizamientos, a los cuales el suelo de la zona es susceptible.

En esta región los pastos predominantes son, en orden de importancia: puntero (*Hyparrhenia rufa*), gramas (*Paspalum* sp.) e india (*Panicum maximum*). Los dos primeros caracterizados por un bajo valor nutricional, baja resistencia a las sequías (por consiguiente, baja producción de biomasa), rápida pérdida del valor nutricional con la edad, y en el caso del puntero y la india, pobre cobertura del suelo que favorece los procesos erosivos. Lo cual es de importancia, ya que los suelos son superficiales a muy superficiales y bajos a medios en materia orgánica. Por tanto, concomitante al deterioro ambiental existe un problema de baja producción, cuya solución apunta en dirección a la suplementación de los animales de acuerdo a sus necesidades y especialmente durante las épocas de sequía.

En este escenario, los árboles forrajeros aparecen como una alternativa tecnológica que puede contribuir a la solución de los dos problemas planteados. Hoy es ampliamente aceptada la necesidad de desarrollar sistemas silvopastoriles. Lo que responde al hecho de que: amplias zonas del trópico americano tienen vocación silvopastoril; hoy se valora más la diversidad de árboles y de

especies asociadas a los mismos; numerosas especies de árboles tienen alta productividad en términos de proteína por hectárea, su valor nutritivo es superior al de las gramíneas y es más estable; son más resistentes a las épocas de sequía que las gramíneas; pueden servir para múltiples propósitos (ej. forraje, cercas, leña, madera, conservación) y tienen capacidad para fijar nitrógeno en el caso de las leguminosas (Preston & Murgueitio, 1994).

Sin embargo, esta alternativa tecnológica aún está en desarrollo y requiere ajustes que den cuenta de las condiciones bio-físicas propias del lugar en el cual se desea implementar. A pesar de que la lista de árboles y arbustos con potencial forrajero abarca más de 300 especies, el énfasis se ha dado a muy pocas de ellas. Por eso existe la urgente necesidad de estudiar y recomendar especies potenciales para entornos agroecológicos específicos en función de su producción de biomasa y valor nutritivo (Rosales, 1998). Dentro de las especies más estudiadas se destacan por disponibilidad de información: *Leucaena leucocephala*, considerada por Geilfus (1989) como la leguminosa forrajera más utilizada y experimentada en los trópicos; *Gliricidia sepium* y *Trichantera gigantea*, de las cuales Gómez et al. (1995) han recopilado experiencias desarrolladas en Colombia; *Morus* spp. (Uribe, 1996; Benavides, 1998) y *Malvaviscus arboreus*, que ha sido usada exitosamente en Centroamérica para alimentación de rumiantes (Benavides, 1994).

En el cañón del río Cauca no se ha realizado la evaluación del comportamiento agronómico de las especies forrajeras más comúnmente utilizadas en el trópico medio y bajo; situación que es indeseable y que dificulta el tránsito de los sistemas de producción ganaderos hacia lo deseable. La finalidad del proyecto fue contribuir al desarrollo de sistemas ganaderos sostenibles en las márgenes del río Cauca caldense. El objetivo fue evaluar el desempeño productivo de cinco especies arbustivas forrajeras de corte, en zona de ladera del bosque seco tropical, y explorar su aceptación por parte de los animales.

Materiales y Métodos

El proyecto estuvo conformado por dos ensayos. El ensayo #1 se encaminó a determinar la producción de biomasa total, hojas, pecíolos y tallos, así como la calidad nutricional. El ensayo #2 se orientó a la exploración de la aceptación por parte de terneros lactantes.

Ubicación. El proyecto se desarrolló en la finca La Cruz (Universidad de Caldas). La cual está ubicada en la zona de vida del bosque seco tropical en inmediaciones del municipio de Anserma (Caldas), vereda Cambía, a una altura de 1050 msnm. Se registra una precipitación promedio de 1700 mm anuales y una temperatura promedio de 24°C.

Ensayo 1: producción de biomasa y calidad nutricional

Tratamientos. Se tuvieron cinco tratamientos constituidos por las siguientes especies:

- T1: *Leucaena leucocephala*.
- T2: Matarratón (*Gliricidia sepium*).
- T3: Morera (*Morus alba*).
- T4: Quiebrabarrigo (*Trichanthera gigantea*).
- T5: Sanjoaquín (*Malvaviscus arboreus*).

Prácticas culturales

La siembra de *Leucaena leucocephala* y *Gliricidia sepium* se hizo utilizando semillas sexuales escarificadas e inoculadas (*rhizobium*), las cuales se sembraron inicialmente en bolsas (23 cm x 17 cm); después de una etapa en

vivero de 45 días se transplantaron a las parcelas definitivas. Para la siembra de las especies *Morus alba* y *Malvaviscus arboreus* se usaron estacas tratadas con hormona enraizadora, las cuales se sembraron inicialmente en bolsas (23 cm x 17 cm); y luego de pasar en vivero un periodo de 45 días se transplantaron a las parcelas definitivas. Para *Trichanthera gigantea* también se usaron estacas tratadas con hormona enraizadora, pero a diferencia de las anteriores se sembraron directamente en las parcelas, lo cual se hizo en forma simultánea con el trasplante de las otras especies. Al momento de la siembra se aplicó gallinaza (500 g/árbol), micorriza 30 g/árbol y roca fosfórica (30 g/árbol).

Hasta el primer corte, que en todas las especies se realizó 255 días después de la siembra en campo, se realizaron dos controles de malezas: el día 71 se hizo un control químico (Fluazifop) y el día 143 uno mecánico (guadaña). En este mismo periodo se hicieron dos fertilizaciones teniendo en cuenta el análisis de suelos (Tabla 1): el día 99 se aplicó DAP (10 g/árbol) y urea (20 g/árbol) a todas las parcelas menos a las de leucaena y matarratón que solo recibieron DAP.

Después de cada corte se controlaron las malezas (glifosato 200 ml/20l). Además, entre el segundo y tercer corte fue necesario hacer un ploteo alrededor de los árboles. También se fertilizó después de los cortes, para ellos se usó DAP (10 g/árbol), KCl (10 g/árbol) y urea (10 g/árbol) para todas las parcelas, excepto leucaena y matarratón que no recibieron urea. Además, se fertilizó con gallinaza (250 kg/parcela).

Tabla 1. Análisis de suelos.

pH (%)	5,7	Aluminio (meq/100)	-
Nitrógeno (%)	0,26	Materia orgánica (%)	5,17
Fósforo (ppm)	79	Potasio (meq/100)	0,26
Calcio (meq/100)	6,9	Magnesio (meq/100)	2,5
Hierro (ppm)	337,0	Manganeso (ppm)	87
Zinc (ppm)	10,200	Cobre (ppm)	2,5
Arena (%)	60	Limo (%)	19
Arcilla (%)	21	Textura	Fra-Arc-Are

Diseño experimental y análisis estadístico

Se usó un diseño de bloques completos al azar. La variable que se bloqueó fue la posición de las parcelas a lo largo de la pendiente, así: parte alta, media y baja correspondiente a los bloques I, II y III, respectivamente. La unidad experimental la constituyó una parcela de 5 m x 10 m con 50 plantas (1 m de distancia entre plantas). Entre las parcelas corrían callejones de 2 m. Para evitar el efecto de borde se descartaron del análisis las plantas ubicadas en el perímetro de las parcelas, por tanto, las mediciones se hicieron con base en 24 plantas/parcela.

A los datos se les practicó un análisis de variancia, en el cual las fuentes de variación que se controlaron fueron tratamientos y bloques. Este análisis se realizó tanto para la producción acumulada a lo largo de los cuatro cortes, como para la producción en cada uno de los cortes.

Variables: producción total, hojas, pecíolos y tallos

La producción total se determinó mediante la cosecha de todos los árboles presentes en las parcelas. Inmediatamente después de la cosecha, se realizó el pesaje del material (producción base fresca) y se apartó una muestra (200 g) por parcela para determinar el contenido de materia seca, valor que se utilizó para calcular la producción total en base seca.

Para determinar la producción de hojas, pecíolos y tallos (material leñoso), se escogieron y marcaron cinco árboles dentro de cada parcela. Estos árboles fueron fraccionados en hojas, pecíolos y tallos cuyo peso se registró y se usó para establecer la proporción de cada uno. En la fracción de pecíolo se incluyeron los tallos tiernos. Con el valor de las proporciones se calculó la producción por parcela de cada una de las fracciones (producción base fresca). Al igual que en el caso anterior, se apartó una muestra (200 g) de cada una de las fracciones para establecer el contenido de humedad y calcular la producción en base seca.

La cosecha de los árboles fue completa y se realizó a una altura de 60 cm. A lo largo del trabajo se realizaron cuatro cortes (255, 345, 442 y 520 días después de la siembra en campo).

Calidad nutricional

Como indicador de la calidad nutricional se utilizó el contenido de fibra detergente neutro (FDN) y el contenido de proteína cruda (PC) en la fracción de hojas. Este análisis se hizo en una sola muestra por parcela, pero constituida por partes iguales de las muestras obtenidas en cada uno de los cuatro cortes.

La determinación de FDN se realizó utilizando la tecnología de microfiltrado desarrollada por ANKOM™, la cual utiliza los mismos reactivos de la metodología tradicional, pero no los mismos materiales y equipos, sino que estos son: unidad de digestión Ankom, bolsas filtros, balanza analítica, balanza para medir materia seca, máquina selladora de bolsas y desecador. El procedimiento se describe a continuación:

En primer lugar se debe realizar una serie de pesajes: de la bolsa filtro (W1); 0,5 g de la muestra molida (W2); de una bolsa en blanco para incluirla en la digestión (C1). Luego, mediante la aplicación de calor, se sella la bolsa a unos 0,5 cm del borde; se reparte la muestra de forma uniforme dentro de la bolsa filtro; y se elimina el aire contenido en su interior así como los grumos.

Luego de preparadas las bolsas se colocan en la unidad de digestión un total de 24 bolsas por bache. Para la digestión de las 24 muestras, se agregan entre 1.900 y 2.000 ml de solución detergente neutro, en la cual deben quedar completamente sumergidas las bolsas. Posteriormente se cierra la unidad de digestión y se inicia su trabajo, que garantiza la agitación y el calentamiento de las bolsas, proceso que se lleva a cabo entre 60 y 75 min. Después de este tiempo se apaga la unidad de digestión y se abre su válvula de drenaje para que salga el contenido. Después de que la solución ha sido evacuada, se cierra la válvula y se abre la tapa, y se adiciona 2.000 ml de agua

entre 90 y 100°C. Entonces la unidad se cierra nuevamente y se inicia un nuevo ciclo de trabajo pero solo de agitación. Este proceso se repite un total de tres veces.

En este punto las bolsas filtro se retiran de la gradilla y se presionan cuidadosamente para que eliminen el exceso de agua. Luego se coloca en un beaker alcohol o acetona y se introducen las bolsas durante tres minutos, tiempo después del cual se sacan las bolsas y se vuelven a presionar suavemente para eliminar la acetona o alcohol. Luego las bolsas se dejan al aire libre para permitir que se evapore la acetona y posteriormente se completa el secado en una estufa a 105°C durante 2 h.

Finalmente, se retiran las bolsas de la estufa y se colocan en un desecador o un recipiente con tapa que las mantenga libres de humedad y a temperatura ambiente las muestras (W3).

Cálculo de porcentaje

$$\text{FDN (en base seca)} = [(W3 - (W1 * C1)) * 100] / (W2 * MS)$$

Donde:

W1 = peso de la bolsa.

W2 = peso de la muestra.

W3 = peso después del proceso de la extracción.

MS: materia seca.

C1 = bolsa de corrección en blanco (peso de la bolsa al finalizar el secado en la estufa / peso original de bolsa en blanco).

Ensayo 2: aceptación por parte de los animales

Tratamientos y diseño experimental

Como en el ensayo anterior, los tratamientos estaban constituidos por las cinco especies en estudio. El diseño que se usó fue un doble cuadrado latino 5x5, cinco forrajes y cinco periodos de medición, cada uno con una duración de 10 min. Los datos analizados correspondieron al promedio de las observaciones realizadas durante tres días consecutivos en cada una de las dos ocasiones en las cuales se realizó la prueba de

consumo, para las cuales se aprovechó el follaje cosechado en el segundo y el tercer corte.

Por cada cuadrado latino, la determinación del consumo se hizo utilizando cinco terneros lactantes (peso 86±11,5 kg), los cuales se ubicaron frente a un comedero individualizado al cual se ataron durante 90 min/d por espacio de 3 d consecutivos. Para estimular el consumo, a excepción de la leche residual, los terneros solamente recibieron alimento a partir de las 15:00 h en la cual se iniciaba el suministro de los forrajes en evaluación. El manejo de los animales durante los cuatro días previos a la determinación de consumo simuló las condiciones del mismo.

Variable: consumo de alimento

La determinación del consumo se hizo mediante la diferencia entre la cantidad de alimento suministrado (2 a 3 kg FV) y la cantidad rechazada, a partir de este valor se determinó el consumo en base seca.

Resultados y Discusión

Producción de los cultivos

En el análisis de la producción acumulada en cuatro cortes (realizados a lo largo de 255 d), se observó efecto de la variable bloqueada (ubicación de la parcela con respecto a la pendiente). En el bloque ubicado en la parte inferior de la pendiente (Bloque III) la producción total de materia seca fue mayor y alcanzó 56 kg/parcela, mientras que en los bloques superior (Bloque I) y medio (Bloque II) la producción fue solo de 38 y 41 kg/parcela, respectivamente ($P < 0,026$). Igual efecto se encontró con relación a las producciones acumuladas de materia verde y materia seca de todas las variables excepto la producción seca de tallos, en la cual solo se observó una tendencia ($P < 0,178$) en la misma dirección.

En la Tabla 2 se presentan los resultados de la producción acumulada de las especies estudiadas. Morera y matarratón fueron las especies con mayor

producción total de materia verde. En contraste, la especie con menor producción fue la leucaena, cuya producción comparada con la morera fue 2,4 veces menor (202 vs 82 kg/parcela). También en base seca, morera y leucaena fueron las

especies con mayor y menor producción total (71 y 28 kg/parcela, respectivamente). Sin embargo, el matarratón produjo menos que la morera; y no se encontraron diferencias significativas entre la producción de éste, el nacedero y el sanjoaquín.

Tabla 2. Producción acumulada (kg/parcela) - cuatro cortes en 265 días.

Especie	Peso fresco				Peso seco			
	Total	Hojas	Pecíolos	Tallos	Total	Hojas	Pecíolos	Tallos
Leucaena*	82 c	36 c	10	32 c	28 c	11 c	2,8	11 c
Matarratón	183 a	90 ab	27	66 ab	51 b	26 b	6,2	20 b
Morera	203 a	98 a	21	84 a	71 a	35 a	5,9	31 a
Nacedero	155 ab	81 ab	25	49 bc	37 bc	21 b	4,7	11 c
Sanjoaquín	122 bc	70 b	25	27 c	38 bc	22 b	6,4	10 c
P≤	0,006	0,004	0,280	0,001	0,003	0,003	0,296	0,001
±ES	16,6	8,0	5,6	6,4	5,2	2,7	1,2	2,2

* El total incluye 4 y 3,2 kg de semillas para base fresca y seca, respectivamente.

Letras diferentes en la misma columna indican diferencias significativas en la prueba de Duncan (P<0,05).

En peso fresco, la producción de hojas fue menor (P<0,05) en el caso de la leucaena (36 kg/parcela). Entre las cuatro especies restantes solo se observaron diferencias estadísticas entre morera y sanjoaquín (98 y 70 kg/parcela). Para la fracción de tallos, la menor producción se presentó en el nacedero, la leucaena y el sanjoaquín (49, 32 y 27 kg/parcela, respectivamente). En el último, la baja producción de tallos estuvo determinada por su hábito de crecimiento, que es muy ramificado, y por la altura de corte (60 cm); por tanto, no se cosechó una parte importante de la fracción de tallos producida por la planta. Bajo estas condiciones las prácticas culturales del cultivo se hacen dispendiosas. La mayor producción de tallos también se observó en la morera (84 g/parcela), siendo estadísticamente similar a la del matarratón (66 kg/parcela), que a su vez fue similar a la del nacedero. No se detectaron diferencias significativas entre especies para la fracción de pecíolos.

En relación con la producción de hojas en peso seco, las especies matarratón, nacedero y sanjoaquín tuvieron una producción similar (26, 21 y 22 kg/parcela, respectivamente), y se ubicaron en un valor intermedio entre la producción de

hojas de morera y leucaena (35 y 11 kg/parcela, respectivamente). Sin embargo, el agrupamiento de las especies con relación a la producción de tallos secos fue diferente. Leucaena, nacedero y sanjoaquín se agruparon estrechamente (entre 10 y 11 kg/parcela) como las especies de menor producción de tallos secos, lo cual fue similar a lo que ocurrió con respecto a la fracción de tallos frescos. La mayor producción de tallos la presentó la morera, que estuvo seguida por el matarratón, los cuales alcanzaron 31 y 20 kg de materia seca por parcela, respectivamente.

A pesar de no encontrar diferencias estadísticas en producción de pecíolos tanto en base seca como en base fresca, se presenta tendencia del matarratón a presentar la mayor producción, y de la leucaena a presentar la menor producción (P<0,28 y P<0,296 para base fresca y seca, respectivamente).

En relación con la morera, en un ensayo diseñado para evaluar el efecto de la distancia de siembra, la altura y la frecuencia de corte, Boschini (2000) registró producciones anuales de morera desde 10,2 hasta 40,6 toneladas de materia seca de planta entera por hectárea. La

mayor producción se alcanzó con una distancia de siembra de 60 cm, la altura y la frecuencia de corte, 30 cm y 112 d, respectivamente; sin embargo, la relación hoja:tallo fue pobre (0,88). Donde las condiciones fueron más afines a las del presente trabajo la producción fue menor; con 90 cm de distancia de siembra y una altura de corte de 60 cm la producción anual de materia seca de la planta entera fue 21,5 y 20,8 toneladas por hectárea para frecuencias de corte de 84 y 112 d, respectivamente, pero con una mejor relación hoja:tallo (1,32 y 1,0, respectivamente); al expresar la producción de materia seca de planta entera de morera, presentada en la Tabla 2, a las unidades ha/año resultan 19,7 ton (con una relación hoja:tallo de 1,3) que es superior a la producción obtenida por dicho autor y que indica una buena adaptación de la especie a las condiciones ambientales y de suelo que prevalecen en la zona.

Con respecto a la producción total en base seca de esta misma especie, se puede establecer que corresponde a 36% de la producción en base fresca. Este valor es superior a los valores de 24 a 25% registrados por Schmidek & Takahashi (2000). Sin embargo, Benavides (2000) encontró que el contenido de materia seca de la morera variaba de acuerdo con las condiciones ecológicas del sitio de cultivo; él registra contenidos de MS de hasta 36% para las hojas y de 48% para los tallos en algunas localidades de Costa Rica.

Para el matarratón, Gómez et al. (1995) registran una producción de forraje verde desde 14,6 hasta 16,5 ton/corte/ha, para alturas de corte de 0,4 y 1,2 m, respectivamente. Con los datos de la Tabla 2 se puede calcular una producción de forraje verde (hojas y pecíolos) de 13,4 ton/corte/ha. Se pone de manifiesto que la producción fue solo ligeramente inferior a la registrada en la literatura.

Para el nacedero, a partir de los datos presentados en la Tabla 2, se puede calcular una producción total (hojas, tallos, pecíolos) de forraje verde de 64,61 ton/ha/año; para esta especie Gómez et al. (1995) registran una producción de 53 ton/ha/año. Parte de la diferencia en producción puede

ser atribuida a las frecuencias de corte que en el primer caso fue en promedio de 88 d, mientras en el segundo fue de 105 d. La producción del sanjoaquín también fue superior a la registrada en la literatura. Con base en los datos de la Tabla 2 se puede calcular que la producción de hojas (peso seco) de esta especie, expresada en ton/ha/año, es equivalente a 9,2, valor que es mayor comparado con la producción de 7,4 ton/ha/año registrada por López et al. (1994a) con una frecuencia de corte de 90 d, similar a la de este estudio, pero con una densidad mayor (22.727 plantas/ha).

La producción de leucaena fue similar a la obtenida en otros trabajos. Ramírez (1996), registra una producción de forraje verde de 22,1 ton/ha/año, en condiciones de silvopastoreo, una densidad de 10.000 arbustos/ha y asociada con 10 árboles de *P. juliflora*. El contenido de materia seca fue de 25,6%, la producción de materia seca comestible fue de 5,6 ton/ha/año. A partir de los datos de la Tabla 2 se puede calcular que la producción de forraje verde (material comestible o suma de las fracciones hojas y pecíolos) es equivalente a 19,2 y 5,8 ton/ha/año en base fresca y seca, respectivamente. Sin embargo, la frecuencia de cosecha fue diferente entre los dos trabajos, en el primero fue cada 42 d, mientras en el segundo se cosechó en promedio cada 88 d. Existe evidencia de que la frecuencia de corte influye sobre la producción, Saavedra (1984 *apud* Arcos, 1998) encontró diferencias en producción de materia seca en la fracción de hojas y tallos cuando comparó 98 contra 143 d para la edad de corte, con el aumento en edad disminuyó la producción de hojas desde 3,02 hasta 2,72 ton/ha y aumentó la de tallos desde 1,15 hasta 1,73 ton/ha (no registra el tiempo que duró la evaluación).

La producción obtenida es muy inferior a los valores que citan Bernal (1994), quien registra 100 ton de forraje verde/ha/año, y Cardona (1996), quien afirma que la leucaena produce entre 12 y 20 ton de materia seca por hectárea (no menciona la unidad de tiempo). Este último autor, también advierte que la leucaena es una planta que no tolera la acidez y ofrece un rango de adaptación al pH entre 5 y 8. Sin embargo, el

pH basado en el análisis del suelo no fue un factor que influyó sobre los resultados presentados en la Tabla 2, ya que este fue 5,7 (Tabla 1).

En la Tabla 3 se aprecia que la producción de las especies varió a lo largo de los cuatro cortes. Sin embargo, al primero y segundo corte no se observaron diferencias estadísticas a pesar de la amplia diferencia entre los promedios; esto indica la presencia de factores de variación

no controlados. No obstante, en el corte #1 existe tendencia ($P < 0,141$) a menor producción en el caso de la leucaena (8 kg BS/parcela) y mayor producción en el caso del nacedero (16 kg/parcela BS). En el corte #2 la tendencia a menor producción también es de la leucaena (9 kg/parcela BS); mientras que la morera (21 kg/parcela BS) muestra tendencia a mayor producción ($P < 0,066$).

Tabla 3. Producción total por corte.

Especie	Producción total en base fresca				Producción total en base seca			
	Corte				Corte			
	#1	#2	#3	#4	#1	#2	#3	#4
Leucaena	19	27	15 b	22 b	8	9	5 b	6 b
Matarratón	53	52	32 b	46 a	15	17	9 b	10 ab
Morera	43	46	63 a	51 a	15	21	21 a	14 a
Nacedero	57	48	26 b	24 b	16	11	5 b	5 b
Sanjoaquín	28	59	21 b	14 b	7	21	5 b	4 b
P≤	0,058	0,363	0,002	0,000	0,141	0,066	0,002	0,000
±ES	8,5	10,7	5,5	3,8	2,7	3,2	2,0	1,0

En los cortes #3 y #4 sí se encuentran diferencias estadísticas en producción. Estas indican que la mayor producción se obtiene con la morera y la menor producción con leucaena, nacedero y sanjoaquín. La baja producción del nacedero en estos cortes puede estar relacionada con las condiciones ambientales. Gómez et al. (1995), manifiestan que en condiciones del bosque seco tropical es necesario modificar el sistema de cultivo para que la especie desarrolle al máximo su potencial, utilizando un substrato alto que le proporcione sombra. Los mismos autores evaluaron frecuencias de cortes de 3, 4, 5 y 6 meses y concluyeron que la precipitación tuvo mayor efecto sobre la producción que el efecto de la frecuencia de corte. Sin embargo, Ríos (2002) manifiesta que la frecuencia de corte varía entre 3 y 6 meses y depende de la capacidad de producción del material seleccionado, densidad de siembra y condiciones de humedad y fertilidad. En las condiciones del presente estudio, la frecuencia de corte de 3 meses parece no permitir una adecuada recuperación del nacedero.

En el caso del sanjoaquín, además de la disminución en la producción que se observa en los cortes #3 y #4, se apreció que su hábito de crecimiento, que es muy ramificado, dificultaba la cosecha y el mantenimiento del banco de proteína.

Análisis de calidad

En relación con el análisis de calidad, en la Tabla 4 se aprecia que para el caso de la proteína cruda, las dos especies leguminosas: matarratón y leucaena, son las que tienen el mayor contenido (28,4 y 26,7%, respectivamente) y desde este punto de vista son los forrajes de mejor calidad. En contraste, la morera tiene el menor contenido de proteína cruda (16,8%), mientras nacedero y sanjoaquín tienen valores intermedios. Sin embargo, la calidad nutricional de la morera se ve ampliamente favorecida por el bajo contenido de FDN que fue de solo 38,6%. El mayor contenido de FDN lo tuvieron el sanjoaquín y el matarratón

(53,4 y 51,7%). El nacedero y la leucaena tuvieron un contenido intermedio (44,8 y 43,6%). No se observó efecto de bloque sobre el contenido de FDN ($P < 0,824$), pero sí de la proteína ($P < 0,376$), el bloque I (superior) tuvo una proteína cruda de 20,7%, el bloque II (intermedio) de 21,1% y el bloque III (inferior) de 22,6%.

Tabla 4. Contenido de FDN y proteína cruda en la fracción de hojas.

	Leucaena	Matarratón	Morera	Nacedero	Sanjoaquín	P \leq	\pm ES
FDN (%)	43,6 bc	51,7 a	38,6 c	44,8 b	53,4 a	0,002	1,7
PC (%)	26,7 b	28,4 a	16,8 c	17,9 c	17,5 c	0,001	0,18

En el caso del matarratón el valor de FDN presentado en la Tabla 4 es mucho mayor que el registrado en la literatura, particularmente alto cuando se considera que el follaje se cosechaba cada 90 días. Wood et al. (1998) encontraron valores de FDN comprendidos en un rango entre 29,1 y 46,6% para muestras provenientes de cinco países, pero en hojas jóvenes el rango solo fue de 31,1 a 39,1%. En cuanto a la proteína cruda, los valores sí están comprendidos en los rangos registrados por los autores precedentes (22,4 a 35,5%).

El contenido de proteína cruda de la leucaena corresponde a valores registrados por Bo Göhl (1993) para la fracción de hojas (26,8 a 30%), pero el contenido de FDN es superior comparado con el rango de 35,5 a 39% registrado por Stewart & Dunsdon (1997). En relación con el sanjoaquín, López et al. (1994b) registraron un valor de PC de 24,1%, que es superior al registrado en la Tabla 4.

Ospina et al. (2002) analizaron 22 procedencias de *Trichanthera* y encontraron valores promedio de PC y FDN de 16 y 35%, respectivamente. De igual forma Rosales (1997) informa que el follaje de nacedero tiene 17,9% de PC, 29,4% de FDN y 24,8% de almidones. El contenido de proteína cruda fue similar al registrado en la Tabla 2 pero el valor de FDN fue considerablemente menor. La diferencia en concentración de FDN puede radicar en la falta de aplicación de amilasa durante la ejecución de la prueba para determinar FDN (Cherney, 2000)

La proteína cruda de morera es inferior al valor registrado por González & Milera (2000) que está comprendido entre 20 y 24%, sin embargo, dado que es una planta no leguminosa altamente demandante en nutrientes, su contenido de proteína está influido por las condiciones medioambientales de sitio de cultivo y el nivel de fertilización. Espinosa & Benavides (1998) encontraron que el contenido de proteína cruda en las hojas fue similar entre las variedades Criolla, Indonesia y Tigriada con valores de 19,9, 20,4 y 20,7%, respectivamente. Pero encontraron importantes diferencias entre sitios que variaron entre 15,1% y 24,8%. Además, observaron un ligero incremento en PC al aumentar la dosis de la fertilización con nitrógeno. La FDN de la morera está dentro del rango de 34 a 47% hallado por Liu et al. (2000), quienes demostraron un aumento de la FDN con la edad de las hojas.

Ensayo 3 consumo en corto tiempo

El mayor consumo se presentó con los follajes de morera y leucaena (238,6 y 225,8 g, respectivamente) y el menor consumo con el follaje de nacedero (105,9 g). El consumo de matarratón y de sanjoaquín tuvo un valor intermedio. (Tabla 5).

En otros ensayos con rumiantes también se han presentado bajos consumos de nacedero. Duyen et al. (1996) usaron cabras en producción para evaluar la suplementación de la dieta con follaje de *Trichanthera gigantea*, *Artocarpus*

heterophyllus, *Musa* sp. y *Acacia mangium* y encontraron que el consumo de follaje fresco fue 998, 1.640, 1.100 y 710 g/día, respectivamente, en lo cual se muestra que el nacedero solo superó el consumo de *A. mangium*. Kier et al. (1997) también encontraron bajo consumo de nacedero en cabras en crecimiento, en una dieta compuesta solamente de bloque multinutricional y nacedero, el consumo diario de materia seca del follaje fue

de 123 g. Rosales (1997) sugiere que en el ensayo realizado por Kier et al. (1997), la falta de un adecuado periodo de adaptación pudo explicar el bajo consumo. Apoyados en los registros de Rosales (1997) sobre un bajo contenido de factores antinutricionales en el nacedero, Kier et al. (1997) consideran que el bajo consumo no es ocasionado por factores antinutricionales.

Tabla 5. Consumo de materia seca en corto periodo (10 minutos).

Especie	Leucaena	Matarratón	Morera	Nacedero	Sanjoaquín	P≤	±ES
Consumo (g/animal)	225,8 a	150,0 ab	238,6 a	105,9 b	178,7 ab	0,042	33

Con relación al consumo de matarratón, en un ensayo de cafetería con ovejas de pelo en el cual se estudió el consumo de tres forrajeras, se encontró que el consumo relativo fue de 67%, 26% y 7% para matarratón, nacedero y leucaena, respectivamente (Mejía & Vargas, 1993). En dicho ensayo se plantea que el factor determinante del consumo fue el acostumbramiento previo de los animales al consumo de matarratón, que formaba parte regular de la dieta antes de comenzar el trabajo. En contraste, los follajes de nacedero y leucaena nunca habían sido consumidos por los animales. El efecto del acostumbramiento quedó bien demostrado en el artículo de Stewart et al. (1998), quienes compararon los resultados de trabajos realizados en Costa Rica y en Colombia, diseñados para evaluar la preferencia de ovejas de pelo por varios ecotipos de matarratón, y encontraron que en los dos casos las ovejas prefirieron el ecotipo local.

Sin embargo, Rosales (1997) plantea que no todos los follajes arbóreos necesitan de un periodo de adaptación. Este parece el caso de la morera y de la leucaena, que no ocasionan bajos consumos. Experimentos con bovinos (Benavides, 2000; Uribe, 2000) y ovinos (Liu et al., 2000), no registran problemas o dificultades de consumo de morera. Por el contrario, Bo Göhl (1993) registra que el forraje es palatable para

el ganado. Esto corresponde con su alto valor nutricional. De acuerdo con Benavides (1994), el follaje presenta una energía metabolizable de 2,44 Mcal/kg MS, digestibilidad de la MS entre 75 y 90% y proteína bruta entre 20 y 25%, de la cual el 90% es digestible. En relación con la leucaena Bo Göhl (1993), señala que las hojas jóvenes son muy palatables para el ganado. Ello a pesar de la presencia de mimosina.

A diferencia de los otros forrajes, el consumo de sanjoaquín no coincide con los registrados de la literatura. López et al. (1994b) hallaron un consumo de sanjoaquín en cabras en producción lechera de hasta 1,41 kg diarios cuando se les suministró como suplemento del pasto King grass (*Pennisetum purpureum* x *P. typhoides*).

El consumo de alimento está determinado por múltiples factores. Forbes (1999) plantea una cascada de la "saciedad" con un flujo de información hacia el sistema nervioso central que incluye en su orden la participación de los sentidos de la vista, olfato y gusto, receptores químicos y mecánicos del tracto digestivo, el hígado mediante su sensibilidad al suministro de substratos oxidables y el efecto de la concentración de nutrientes en la sangre sobre el sistema nervioso central en sí mismo. Adicionalmente, demuestra cómo los animales son capaces de

aprender a asociar las propiedades sensoriales de los alimentos y su valor nutricional. En el ensayo de consumo voluntario en corto periodo, es de esperarse que los resultados estén más asociados a la información procedente de los sentidos de la vista, olfato y gusto.

Se puede pensar que en los forrajes menos consumidos existen sustancias que estimulan receptores del olfato y el gusto, y que exacerbaban la neofobia planteada por Forbes (1999), mecanismo mediante el cual los animales son renuentes a consumir más que una pequeña cantidad del alimento nuevo y luego esperan hasta que haya pasado suficiente tiempo para que se desarrolle cualquier consecuencia desagradable. Baumont et al. (1999) coinciden con esta apreciación, al afirmar que la preferencia de los animales por un forraje sobre otro depende no solo de las propiedades sensoriales del alimento, sino de la estructura física que influye sobre la facilidad para aprehenderlo y los efectos pos-ingestivos que son aprendidos por el animal.

Forbes (1999) indica que los mamíferos en general prefieren los sabores dulces y evitan los amargos, también que sustancias tóxicas que ocurren naturalmente en los alimentos llevan a que se les evite (ej. óxido oxálico). Incluso químicos que no son absorbidos desde el trato digestivo, pero que se combinan con nutrientes para hacerlos indisponibles (como los taninos), pueden llevar a la aversión. En este sentido, Rosales (1997) registra la presencia de taninos hidrolizables en las hojas de nacedero. De igual forma, en el matarratón se ha registrado la presencia de taninos (Bo Göhl, 1993) y de cumarinas (Stewart et al., 1998).

Conclusiones

El mejor desempeño productivo se obtuvo con la morera (*Morus* sp.), que también tuvo el menor contenido de fibra detergente neutro. También fue una de las dos especies mejor aceptadas por los animales. Sin embargo, su contenido de proteína cruda fue el menor (16,8%),

explicado por el hecho de que no es una especie fijadora de nitrógeno por lo cual su cultivo es particularmente exigente en fertilización. Estas características hacen de la morera una planta apta para ser utilizada en bancos de proteína en la zona de estudio, y especialmente para ser utilizada en la suplementación de animales en etapas nutricionales de alta exigencia.

Después de la morera, el mejor desempeño productivo lo mostraron las especies matarratón, nacedero y sanjoaquín, que tuvieron una producción similar de hojas. De este grupo se destaca el matarratón, porque entre todas las especies fue la que alcanzó el mayor contenido de proteína cruda (28,4%). Esto hace que en términos de proteína por hectáreas, el matarratón tenga una mayor producción que la morera (2066 y 1633 kg/ha/año, respectivamente); por tanto, en esta zona, morera y matarratón son las especies más apropiadas para los bancos de proteína.

El contenido de proteína del nacedero y el sanjoaquín fue de solo 17,9 y 17,5%, respectivamente; el contenido de FDN fue alto para el sanjoaquín e intermedio para el nacedero. Estas especies tuvieron un bajo nivel de producción en el tercero y cuarto cortes. En el caso del nacedero, la literatura indica que en condiciones del bosque seco tropical es deseable ampliar el intervalo entre cortes o incluir un estrato arbóreo que le provea sombrío. Se apreció que el menor se presentó con este forraje. En cuanto al sanjoaquín, su hábito de crecimiento, muy ramificado, y la altura de corte (0,6 m) dificultaron ostensiblemente las prácticas culturales en este cultivo.

Leucaena fue la especie que tuvo la menor producción (total, hojas, pecíolos y tallos), por este hecho su utilización para bancos de proteína no es recomendada; bajo condiciones comerciales tendrá los mayores costos unitarios por mano de obra, especialmente por concepto de cosecha. Sin embargo, se adapta bien al medio ambiente propio de la zona de estudio, fija nitrógeno, su contenido de proteína en las hojas alcanzó 26,7% y su forraje fue bien aceptado por los animales.

Estas características hacen de la leucaena una especie apropiada para integrar sistemas silvopastoriles. Sin embargo, exige que el pH del suelo sea mayor a 5.

Referencias Bibliográficas

- Arcos, J.C. **Recursos arbóreos**. En: Chamorro, D.R.; Gallo, J.E.; Arcos, J.C. et al. Gramíneas y leguminosas: Consideraciones agrozoóticas para ganaderías del Trópico Bajo. El Espinal, Tolima: CORPOICA, SENA, C. I. Nataima, 1988. p.139-154.
- Baumont, R.; Grasland, A.; Détour, A. **Short-Term Preferences in Sheep Fed Rye-Grass as Fresh Forage, Silage or Hay**. In: D. Van der Heide, E.A. Huisman, E. Kanis, J.W.M. Osse and M.W.A. Verstegen (Eds.). Regulation of Feed Intake. Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing, 1999.
- Benavides, J.E. **La investigación en árboles forrajeros**. En: Benavides, Jorge Evelio (Ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Vol. 1. Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza CATIE, Turrialba, Costa Rica, 1994.
- _____. **Utilización de la morera en sistemas de alimentación animal**. En: Conferencia Electrónica de la FAO "Agroforestería para América Latina", 1998. Disponible en: <http://www.cipav.org.co>
- _____. **Utilisation of mulberry in animal production systems (part 1/3)**. In: FAO Electronic Conference on Mulberry for Animal Production, 1 May to 31 July, 2000. Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/mulberry/default.htm>
- Bernal, J. **Pastos y forrajes tropicales**. 3ª edición. Bogotá, Colombia: Banco Ganadero, 1994. p.410.
- Bo Göhl. **Tropical Feeds**. FAO Data base. Versión 4, 1993.
- Boschini, C. **Establishment and management of mulberry for intensive forage production**. In: FAO Electronic Conference on Mulberry for Animal Production, 1 May to 31 July, 2000. Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/mulberry/default.htm>
- Cardona, M.C.; Suárez, S. **La Leucaena leucocephala en bancos de proteína y asociada con gramíneas**. En: Uribe, A.F. (comp.). Sistemas Silvopastoriles: Alternativa para una ganadería moderna y competitiva. Santafé de Bogotá: Minagricultura - CONIF, 1996. p.58-72.
- Cherney, J.R. **Characterization of forages by chemical analysis**. In: Givens, D.I.; Owen, E.; Axford, R.F.E. et al. (Eds.). Forage Evaluation in Ruminant Nutrition. Wallingford, UK: CABI Publishing, CAB International, 2000.
- Duyen, N.T.; Bien, L.T.; Mui, N.T. et al. Foliage of *Trichanthera gigantea*, Jack fruit (*Artocarpus heterophyllus*), banana (*Musa sp.*) and *Acacia mangium* as protein sources for lactating goats fed a basal diet of rice straw and sugarcane tops. **Livestock Research for Rural Development**, v.8, n.3, 1996.
- Espinosa, E.; Benavides, J.E. Efecto de sitio y fertilización nitrogenada sobre la producción y calidad de la Morera (*Morus alba L.*). **Livestock Research for Rural Development**, v.10, n.2, 1998.
- Forbes, J.M. **Natural feeding behaviour and feed selection**. In: D. Van der Heide, E.A. Huisman, E. Kanis, J.W.M. Osse and M.W.A. Verstegen (Eds.). Regulation of Feed Intake. Wallingford, Oxon, UK: CABI Publishing, 1999.
- Geilfus, F. **El árbol al servicio del agricultor: manual de agroforestería para el desarrollo rural. Guía de especies**. Santo Domingo: CATIE, 1989.
- Gómez, M.E.; Ríos, C.I.; Murgueitio, E. **Nacedero *Trichanthera gigantea* (H. et B.) Nees**. En: Gómez, M.E. et al. Árboles y arbustos forrajeros utilizados en alimentación animal como fuente proteica: Matarratón (*Gliricidia sepium*), Nacedero (*Trichanthera gigantea*), Pízamo (*Erythrina fusca*) y Botón de oro (*Tithonia diversifolia*). Cali: CIPAV, 1995. p.67-88.
- González, E.; Milera, M. **Mulberry in livestock feeding systems in Cuba: forage quality and goat growth**. In: FAO Electronic Conference on Mulberry for Animal Production, 1 May to 31 July, 2000. Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/mulberry/default.htm>
- Keir, B.; Bien, D.; Preston, T.R.; Ørskov, E.R. Nutritive value of leaves from tropical trees and shrubs: 2. Intake, growth and digestibility studies with goats. **Livestock Research for Rural Development**, v.9, n.4, 1997.

- Liu, J.X.; Jun, Y.; Yan, B.; et al. **The nutritional value of mulberry leaves and their use as supplement to growing sheep fed ammoniated rice straw.** In: FAO Electronic Conference on Mulberry for Animal Production, 1 May to 31 July, 2000. Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/mulberry/default.htm>
- López, G.Z.; Benavides, J.; Kass, M. et al. **Efecto de la frecuencia de poda y la aplicación de estiércol sobre la producción de biomasa de Amapola (*Malvaviscus arboreus*).** En: Benavides, J.E. (comp. y ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Agricultura Sostenible. v.1, p.531-544, 1994a.
- López, G.Z.; Benavides, J.E.; Kass, M. et al. **Efecto de la suplementación con follaje de amapola (*Malvaviscus arboreus*) sobre la producción de leche en cabras estabuladas.** En: Benavides, J.E. (comp. y ed.). Árboles y arbustos forrajeros en América Central. Turrialba, Costa Rica, CATIE, Programa de Agricultura Sostenible. v.1, p.420, 1994b.
- Mejía, C.E.; Vargas, J.E. Análisis de selectividad de ovejas africanas con cuatro tipos de forrajes. **Livestock Research for Rural Development**, v.5, n.3, 1993.
- Ospina, S.D.; Ararat, J.E.; Rosales, M. Variación genotípica en la calidad nutricional de veintidós procedencias de *Trichanthera gigantea* (H & B) Nees. **Livestock Research for Rural Development**, v.14, n.3, 2002. Disponible en: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd14/3/osp143.htm>
- Preston, T.R.; Murgueitio, E. **Strategy for sustainable livestock production in the tropics.** Second Edition. Cali, Colombia: CONDRIT, 1994.
- Ramírez, H. **Evaluación de dos sistemas silvopastoriles integrados por *Cynodon plectostachyus*, *Leucaena leucocephala* y *Prosopis juliflora*.** Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 1996. Tesis (Ingeniero Agrónomo).
- Ríos, C.I. **Usos, manejo y producción de nacedero, *Trichanthera gigantea* H&B (Nees).** En: Seminario taller Tres Especies Vegetales Promisorias para Sistemas Sostenibles de Producción Agropecuaria: Nacedero *Trichanthera gigantea*, Botón de oro *Tithonia diversifolia* y Bore *Alocasia macrorrhiza*. Cali: CIPAV, 2002. p.76.
- Rosales, M. *Trichanthera gigantea* (Humboldt & Bonpland.) Nees: A review. **Livestock Research for Rural Development**, v.9, n.4, 1997.
- _____. **Mezcla de forrajes: uso de la diversidad forrajera tropical en sistemas agroforestales.** En: Conferencia electrónica de la FAO: Agroforestería para América Latina, 1998. Disponible en: <http://www.cipav.org.co>
- Schmidek, A.; Takahashi, R. **Bromatological composition and degradation rate of mulberry in goats.** In: FAO Electronic Conference on Mulberry for Animal Production, 1 May to 31 July, 2000. Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/mulberry/default.htm>
- Stewart, J.L.; Dunsdon, A.J. **Preliminary evaluation of pontetial fodder quality in a range of *Leucaena* species.** In: Fodder quality studies in *Gliricidia sepium* and other tropical multipurpose trees. Oxford Forestry Institute, University of Oxford, 1997.
- Stewart, J.L.; Dunsdon, A.J.; Kass, M. et al. Genetic variation in the nutritive value of *Gliricidia sepium*. 1. Acceptability, intake, digestibility and live weight gain in small ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.75, p.111-124, 1998.
- Unidad Regional de Planeación Agropecuaria (URPA). **Atlas Agroecológica del Departamento de Caldas.** Manizales: IGAC (Instituto Geográfico Agustín Codazzi), 1985.
- Uribe, J.F. La morera como fuente de proteína en la alimentación de rumiantes. En: **Memorias del curso: Plantas Forrajeras no tradicionales para la Zona Cafetera.** Manizales: Universidad de Caldas, 1996.
- Uribe, F. **Mulberry for rearing dairy heifers.** In: FAO Electronic Conference on Mulberry for Animal Production, 1 May to 31 July, 2000. Disponible en: <http://www.fao.org/waicent/faoinfo/agricult/aga/agap/frg/mulberry/default.htm>
- Wood, C.D.; Stewart, J.L.; Vargas, J.E. Genetic variation in the nutritive value of *Gliricidia sepium*. 2. Leaf chemical composition and fermentability by an in vitro gas production technique. **Animal Feed Science and Technology**, v.75, p.125-143, 1998.