

Producción de forraje, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala**

C. E. Saavedra*, N. M. Rodríguez** y N. M. de Sousa Costa**

Leucaena es un género de leguminosa tropical que ofrece varias alternativas de utilización en la industria maderera y en la nutrición animal. La producción anual de la especie *L. leucocephala* puede llegar a 20 t/ha de MS, con un contenido proteínico de 20 a 22%, dependiendo de las condiciones de clima y suelo donde se cultive (Mendoza et al., 1976).

El consumo y digestibilidad de un forraje está determinado, entre otros factores, por la relación hoja/tallo. Guevarra et al. (1978) encontraron diferencias entre ecotipos de *Leucaena* en el contenido de hojas aprovechables por los animales. Mendoza et al. (1980) encontraron en esta leguminosa una proporción hoja/tallo de 3.5/1.0, relación que es afectada por la edad de la planta, tendiendo a ser menor a medida que ésta madura (Osman, 1981).

Los resultados de los estudios sobre digestibilidad de *Leucaena* son variables. Upadhyay et al. (1974) encontraron una digestibilidad del 71% en esta leguminosa cuando la suministraron a carneros; Ahmad et al. (1984) encontraron una digestibilidad in vitro del 40%, lo cual se debió posiblemente a la inclusión de una mayor cantidad de tallos en el forraje. Silva et al. (1981), Hulman et al.

(1978) encontraron valores de digestibilidad in vitro para *Leucaena* entre 61 y 64%.

Cantidades apreciables de aminoácidos tóxicos y sustancias como taninos y saponinas ocurren frecuentemente en las leguminosas (D'Mello, 1982). La mimosina es posiblemente la sustancia tóxica más estudiada, siendo su concentración en hojas, tallos y semillas de *Leucaena* de 30 g/kg de MS, aproximadamente. Como resultado del metabolismo de la mimosina presente en *L. leucocephala*, se produce 3-4 dihidroxipiridina (DHP) que es tóxica para los rumiantes, ocasionando disminución en la síntesis de tiroxina, pérdida de apetito, caída del pelo y disminución en la ganancia de peso (Hegarty et al., 1976).

El presente ensayo se realizó entre noviembre de 1984 y abril de 1985 y su objetivo fue determinar la producción de MS, consumo y valor nutritivo de *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Perú.

Materiales y métodos

El cultivo de *Leucaena* utilizado se encuentra en el campo experimental Santa Rita de la Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG) en Prudente de Moraes, Minas Gerais, Brasil, a 19° 28' de latitud sur y 44° 15' de longitud oeste, a 732 m.s.n.m y 1400 mm de precipitación media anual. La región tiene características de Cerrado y los suelos se clasifican como Latosoles Vermelho Amarelo con pH de 6.2, 19.0 ppm de P, 32.0 ppm de K, 5.2 meq/100 g de Ca y 1.4 meq/100 de Mg.

* Resumen del trabajo de grado presentado por el autor principal para obtener el título de MSc en Zootecnia, Escuela de Veterinaria, Universidad Federal de Minas Gerais, Brasil. Dirección actual: 3 Calle, 14-22 Zona 15, Colonia Tecun Uman, Guatemala.

** Respectivamente: profesor de la Escuela de Veterinaria, Universidad Federal de Minas Gerais, e investigador de la Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, EPAMIG, Minas Gerais, Brasil.

Se utilizó el cultivar *L. leucocephala* (Lam) de Wit cv. Perú, procedente del CSIRO, Australia, el cual se sembró en 1978 en un área de 0.5 ha. En 1984 se realizó un corte de uniformización y se aplicaron 2 t/ha de cal, 300 kg/ha de sulfato de calcio y magnesio, 35 kg/ha de P y 100 kg/ha de K. Después de 98 y 143 días de rebrote se cortó el área correspondiente a los tratamientos para determinar la producción de MS y su valor nutritivo; para el efecto, las plantas de *Leucaena* se cortaron a 30 cm sobre el suelo y después de pesadas y secadas para determinar la producción de MS, se conservaron como heno para ser suministrado a carneros. Además, se escogió al azar una planta para determinar la cantidad de folíolos, vainas y tallos menores de 1 cm, los cuales se consideraron aprovechables por los animales, y los tallos gruesos mayores de 1 cm que se consideraron no aprovechables.

Para la determinación del consumo y digestibilidad aparente del forraje, se utilizaron en cada edad de corte cinco carneros de 36 ± 5 kg de peso, los cuales permanecieron en jaulas metabólicas durante 12 días de acostumbamiento y 7 días de mediciones. La cantidad de forraje ofrecido se ajustó diariamente en tal forma que los animales dejaron un 20% de rechazo. El forraje se suministró en dos porciones diarias a las 7:00 y 14:00 horas.

Además de la recolección de heces y orina de los carneros, se tomaron muestras de forraje ofrecido y rechazado por los animales para determinar su composición química y el consumo voluntario de forraje. Los análisis de composición química fueron realizados en el laboratorio de nutrición animal de la Escuela de Veterinaria de la Universidad Federal de Minas Gerais e incluyeron: el contenido en el tejido de proteína cruda (PC) (AOAC, 1975), celulosa, hemicelulosa, lignina (Bayley, 1967), y mimosina (Hyli, 1980). Igualmente, se determinó al inicio y dos veces durante el ensayo la concentración sérica de tiroxina y triiodotiroxina en los animales. Por otra parte, se determinó la concentración de energía bruta en ambas edades de rebrote utilizando bomba calorimétrica y energía metabolizable a partir de la producción de metano (Blaxter et al., 1965), según la ecuación:

$$CM = 3.67 + 0.062 D$$

en donde:

CM = producción de metano en kcal/100 kcal de energía consumida

D = digestibilidad aparente de la energía bruta del alimento.

El diseño experimental utilizado en el campo para evaluar la producción de MS fue bloques al azar con dos tratamientos (edades de corte) y cuatro repeticiones. Para la evaluación del valor nutritivo se empleó un diseño completamente al azar con dos tratamientos (edades de corte) y cinco repeticiones (animales). Los resultados se analizaron por medio de análisis de varianza y comparación de medias, según la prueba de rangos múltiples de Duncan.

Resultados y discusión

Producción de MS. Los resultados del Cuadro 1 muestran que no existieron diferencias significativas ($P \leq 0.05$) en rendimientos de MS de la planta entera de *Leucaena* entre las edades de corte. Sin embargo, cuando se hizo la separación en forma manual de las partes de la planta se encontró una mayor producción ($P \leq 0.05$) de hojas a los 98 días y de tallos a los 143 días, lo cual determinó diferencias en la relación hoja/tallo. Estos resultados están de acuerdo con los publicados por Osman (1981) quien encontró en esta misma especie que esta relación inicialmente aumenta con la edad de la planta hasta un punto en el cual empieza a disminuir.

Cuadro 1. Producción de MS de planta entera, hojas y tallos, y relación hoja/tallo de *Leucaena leucocephala* cv. Perú en dos edades de corte.

Parte de la planta	Edad de corte (días)	
	98	143
	(t/ha)	
Planta entera	4.27	4.45
hojas*	3.02 ^{a**}	2.72 ^b
tallos	1.15 ^b	1.73 ^a
relación hoja/tallo	2.60/1.00	1.58/1.00

* Incluye folíolos, pecíolos, flores, vainas y tallos < 1 cm, que se consideran utilizables por los animales.

** Promedios en una misma línea con letras similares no difieren en forma significativa ($P \leq 0.05$), según la prueba de Duncan.

Composición bromatológica y energía bruta. El contenido de PC fue alto en ambas edades de corte y su disminución por efecto de la edad no fue significativa ($P \leq 0.05$) (Cuadro 2). Por el contrario, los contenidos de celulosa y lignina en la hoja aumentaron con la edad, siendo superiores al contenido de hemicelulosa en ambos tratamientos, característica común en leguminosas tropicales (Sullivan, 1966). El contenido de mimosina fue

Cuadro 2. Composición bromatológica y energía de partes de la planta de *Leucaena leucocephala* cv. Perú en dos edades de corte.

	Edad de corte (días)			
	98		143	
	Hoja	Tallo	Hoja	Tallo
Composición bromatológica (%)				
Materia seca	90.30	92.80	90.78	93.24
Proteína cruda	20.30	6.00	19.90	5.47
Hemicelulosa	5.94	-	5.57	-
Celulosa	11.36	-	13.03	-
Lignina	11.65	-	14.18	-
Mimosina	0.97	0.20	0.80	0.18
Sílica	0.07	-	0.13	-
Energía bruta				
(Mcal/kg MS)	4.33	4.12	4.30	4.17

20% mayor en las hojas a los 98 días que a los 143 días; en los tallos este contenido no varió entre edades de corte. La cantidad de energía bruta fue ligeramente superior en las hojas y no varió por efecto de la edad de corte.

Consumo y digestibilidad. No se encontraron diferencias en consumo de MS entre tratamientos (Cuadro 3), a pesar de que la digestibilidad aparente de la MS del forraje (64.4%) a los 98 días de edad fue mayor ($P \leq 0.05$) que la del forraje a los 143 días (55.2%). Sin embargo, cuando se consideró el consumo de MS digerible se encontró que éste varió entre tratamientos ($P \leq 0.05$) y estuvo relacionado con el coeficiente de digestibilidad aparente. La mayor digestibilidad del forraje a los 98 días se debió a su mayor contenido de hojas en relación a tallos y a su menor contenido de lignina. Los consumos diarios de MS (61.00 y 58.23 g/kg^{0.75} para 98 y 143 días de rebrote, respectivamente), fueron ligeramente superiores a los propuestos por el NRC (1975) para mantenimiento y a los mencionados por Franzolin et al. (1986), quienes encontraron un consumo de 52.3 g/kg^{0.75} de *Leucaena* por carneros.

Los consumos promedios diarios de PC fueron respectivamente de 12.36 y 11.59 g/kg^{0.75} para los cortes efectuados a 98 y 143 días. La ausencia de significancia entre estos valores se debió a que el contenido de PC en el forraje ofrecido fue similar en ambas edades de corte. La digestibilidad apa-

rente de la PC disminuyó diariamente a razón de 0.04% por efecto de la edad al corte. Este valor es inferior al encontrado por Mendoza (1983).

Cuadro 3. Consumo y digestibilidad in vivo de hojas de *Leucaena leucocephala* cv. Perú en dos edades de corte.

Medición	Edad de corte (días)		D.M.S. ($P \leq 0.05$)
	98	143	
Consumo diario			
MS (g/kg ^{0.75})	61.00	58.23	5.49
MS digerible (g/kg ^{0.75})	39.27	32.16	5.08*
Proteína cruda (g/kg ^{0.75})	12.36	11.59	1.11
E. bruta (Kcal/kg ^{0.75})	259.59	252.21	23.56
E. digerible (Kcal/kg ^{0.75})	160.15	136.58	21.60*
E. metabolizable (Kcal/kg ^{0.75})	133.67	106.84	19.93*
Consumo (g/día)			
Celulosa	95.95	96.02	14.36
Hemicelulosa	53.26	52.88	4.16
Lignina	104.46	114.55	16.20
Digestibilidad aparente (%)			
Materia seca	64.36	55.19	4.41*
Proteína cruda	61.76	58.59	4.16
E. bruta	61.40	54.11	4.48*
Celulosa	74.40	76.88	6.61
Hemicelulosa	65.96	58.27	9.30
Lignina	31.86	30.06	8.93

* Significativo ($P \leq 0.05$).

Como consecuencia del consumo similar de MS, el consumo de energía bruta no varió entre tratamientos. Por el contrario, los consumos promedio de energía digerible y metabolizable fueron mayores ($P \leq 0.05$) en el forraje cosechado a 98 días, lo cual se debió a la mayor digestibilidad de la MS en esta edad.

Los consumos y la digestibilidad de la celulosa y hemicelulosa fueron similares para *Leucaena* en las edades de corte. Los valores de digestibilidad de la hemicelulosa fueron menores ($P \leq 0.05$) que los de la celulosa, debido posiblemente a una mayor asociación de la primera fracción con la lignina (Van Soest, 1967; Waite et al., 1964).

En general, la mayor digestibilidad aparente del forraje a 98 días se debió a una mayor cantidad de hojas y menor contenido de lignina.

Consumo de mimosina y valores séricos de tiroxina y triiodotiroxina en carneros. Los niveles altos de *Leucaena* en la dieta de los animales pueden ocasionar disminución en la concentración de tiroxina y triiodotiroxina en la sangre de los animales, ocasionándoles trastornos metabólicos. El efecto del consumo de mimosina en los valores séricos de tiroxina y triiodotiroxina no fue significativo en este estudio (Cuadro 4). Resultados similares encontraron Jones et al. (1984) en Australia, quienes observaron que *Leucaena* disminuyó el contenido de tiroxina en el suero sanguíneo de carneros sin ocasionar pérdidas de peso.

Según Holmes (1981) y Guevarra et al. (1978) el contenido de mimosina varía con la edad y partes de la planta. En este caso los valores encontrados (Cuadro 2) fueron inferiores a los hallados por Brewbaker et al. (1981) en Hawaii y Mendoza

Cuadro 4. Consumo de mimosina y valores séricos de tiroxina y triiodotiroxina en carneros alimentados con *Leucaena leucocephala* cv. Perú.

Tiempo (días)*	Consumo de mimosina** (g/día)	Tiroxina (mcg/dl)	Triiodotiroxina (ng/dl)
0	0.00	9.6 ± 2.1	161.2 ± 33.7
12	8.09	7.5 ± 1.3	152.5 ± 41.9
20	10.19	7.9 ± 1.5	222.5 ± 51.2
33	6.45	9.8 ± 1.6	180.0 ± 29.4
41	6.59	9.3 ± 1.6	187.5 ± 51.8

* Días desde el inicio del suministro de *Leucaena* hasta la toma de sangre en los animales.

** Consumo promedio de cuatro animales.

(1983) en Filipinas. En la actualidad se sabe que la mimosina puede ser degradada por las bacterias del rumen a DHP, un compuesto de alto poder bociogénico pero menos tóxico que la mimosina. Así los animales que transforman mimosina a DHP pueden tolerar niveles más altos de *Leucaena* en la dieta (Holmes et al., 1981; Jones et al., 1984).

Conclusiones

De los resultados de este ensayo se puede concluir lo siguiente: 1) la edad de cosecha influyó en la proporción de hojas de *L. leucocephala* cv. Perú, siendo menor su contenido a medida que aumentó la edad; 2) la edad de la planta al momento del corte no afectó el consumo de MS de *L. leucocephala* por carneros, pero sí disminuyó la digestibilidad, lo cual provocó un menor consumo de energía bruta digerible y metabolizable; 3) el contenido de PC y hemicelulosa en las hojas de *L. leucocephala* no varió con la edad; por el contrario, la celulosa, la lignina y la sílice tendieron a aumentar; y 4) no se encontraron efectos tóxicos del forraje de *L. leucocephala* cv. Perú cuando se suministró durante 41 días a carneros en estabulación.

Summary

Dry matter (DM) production and the nutritive value of *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Peru, cut at 98 and 143 days, were determined at the Santa Rita experiment station of the Empresa de Pesquisa Agropecuaria de Minas Gerais (EPA-MIG), and in the animal-nutrition laboratory of the School of Veterinary Science at the Universidad Federal de Minas Gerais, Brazil.

Intake and apparent digestibility of the forage were determined in sheep fed in metabolic crates. Crude protein (CP), cellulose, hemicellulose, lignin, metabolized and raw energy, and mimosine content were determined in forage on offer. Animals were evaluated for toxic effects of mimosine by measuring the concentration of thyroxine and triiodothyroxine in their blood serum.

Significant differences were not found in DM production between the two cutting dates of the plant. Nevertheless, when plant parts were analyzed, higher DM production was found in leaves of plants cut at 98 days and in stems of plants cut at 143 days. Dry matter intake did not vary between cutting dates, although apparent DM digestibility was higher (64.4%) at 98 days than at 143 days

(55.2%). Alternatively, digestible DM intake was higher at 98 days. Crude protein contents were high (19%) at both cutting dates and did not vary between dates, as occurred with cellulose and lignin. Metabolized and digestible energy intake was highest in forages harvested at 98 days. Raw energy intake did not vary between cutting dates. Mimosine content in leaves was 20% higher at 98 days than at 143 days. The intake levels of this amino-acid did not significantly decrease the thyroxine and triiodothyroxine contents of blood serum.

Referencias

- Ahmad, I.; Chen, C. P.; Abdullah, H. H. 1984. The performance of five selected *Leucaena leucocephala* accessions on sandy soil in peninsular Malaysia. En: Asian pastures: recent advances in pasture research and development in Southeast Asia. Food and Fertilizer Technology Center for the Asian Pacific Region. Taipei. p. 135-149.
- Association of Official Analytical Chemists (AOAC). 1975. Official methods of analysis of the association of analytical chemists. 12 ed. Washington. 1094 p.
- Blaxter, K. L. y Clapperton, J. L. 1965. Prediction of the amount of methane produced by ruminants. Br. J. Nutr. 19(4):511-522.
- Bayley, R. W. 1967. Quantitative studies of ruminant digestion. II. Loss of ingested plant carbohydrates from the reticulo rumen. N. Z. J. Agric. Res. 10(1):15-32.
- Brewbaker, J. L. y Kaye, S. 1981. Mimosine variations in species of the genus *Leucaena*. *Leucaena Newsl.* 2:66-68.
- D'Mello, J. P. 1982. Toxic factors in tropical legumes. World. Rev. Anim. Prod. 18(4):41-46.
- Franzolin N. R. y Velloso, L. 1986. *Leucaena leucocephala* (Lam) De wit em rações para ovinos. 1. valor nutritivo. En: 23a. Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Campo Grande, Brasil. Sociedade Brasileira de Zootecnia. (Resumo). 110 p.
- Guevarra, A. B.; Whitney, A. J.; Thompson, J. R. 1978. Influence of intra row spacing and cutting regimes on the growth and yield of *Leucaena*. Agron. J. 70:1033-1037.
- Hegarty, M. P.; Court, R. D.; Christie, M. D.; Lee, C. P. 1976. Mimosina in *Leucaena leucocephala* is metabolized to a gastrogen in ruminants. Aust. Vet. J. 52(10):490.
- Holmes, J. H. 1981. Toxicity of *Leucaena leucocephala* for steers in the wet tropics. Trop. Anim. Health. Prod. 13(1):94-100.
- Hulman, B. y Owen, E. 1978. Determination of the apparent dry matter digestibility of acacia (*Leucaena leucocephala*) using goats. Revue Agricole et Sucriere de l'île Maurice. 57(3):111-114.
- Hyli, J. W. 1980. Rapid determination of mimosina in plant material. Separata S. L. 1 p.
- Jones, R. M. y Jones, R. J. 1984. The effect of *Leucaena leucocephala* on liveweight gain, thyroid size and thyroxine levels of steers in southeastern Queensland. Aust. J. Exp. Agric. Anim. Husb. 24(1):4-9.
- Mendoza, R. C.; Setamirano, T. P.; Javier, E. Q. 1976. Herbage crude protein and digestibility dry matter yields of ipil-ipil (*Leucaena letisiligna* cv. Perú) in hedgerows. Phil. J. Crop. Sci. 1:149-153.
- y Javier, E. Q. 1980. Herbage yield determination from four recommended ipil-ipil (*L. leucocephala*) cultivars. *Leucaena Newsl.* 1:26.
- . 1983. The use of *Leucaena* for livestock feed in Asia. A. Highlights of research into the use of *Leucaena* for forage in the Philippines. Ext. Bull. Food and Fertilizer Technology Center. Taipei. (198), 5-4.
- National Research Council (NRC). Committee on Animal Nutrition. 1975. Nutrient requirements of sheep. 5 ed., National Academy of Sciences, Washington, D.C. 72 p.
- Osman, A. M. 1981. Leaf:stem ratio in *Leucaena*. *Leucaena Newsl.* 2:35-36.
- Silva, D. H. y Haag, H. P. 1981. Nutrição mineral de leguminosas tropicais. III. Concentração e acúmulo de macronutrientes e determinação do coeficiente de digestibilidade in vivo da *Leucaena leucocephala* (Lam) de Wit cv. Perú em função da idade. An. Esc. Super. Agric. Luiz de Queiroz. Univ. São Paulo 39(1):501-38.
- Sullivan, J. T. 1966. Studies of the hemicelluloses of forage plants. J. Anim. Sci. 25(1):83-89.
- Upadhyay, Y. S.; Rekib, A.; Pathak, P. S. 1974. Nutritive value of *Leucaena leucocephala* (Lam) de wit. Indian Vet. J. 51(7):534-537.
- Van Soest, P. J. 1967. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forages. J. Anim. Sci. 26(1):119-128.
- Waite, R.; Johnston, M. J.; Armstrong, D. G. 1964. The evaluation of artificially dried grass as a source of energy for sheep. I. The effect of stage of maturity on the apparent digestibility of ryegrass cocksfoot and timothy. J. Agric. Sci. 62(3):391-399.