

# Composição química, digestibilidade e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos de leguminosas arbóreas

J. da C. Carneiro\*, L. J. Magalhães Aroeira\*, D. S. Campos Paciuolo\*\*, D. F. Xavier\*, M. J. Alvim\* e R. M. Maurício\*\*\*

## Introdução

A baixa produtividade das forrageiras usadas para pastejo no Brasil constitui uma das principais limitações à produção de bovinos. Uma opção viável para superar o problema, principalmente em áreas declivosas e solos de baixa fertilidade consiste na integração de pastagens com árvores, denominados sistemas silvipastoris.

A inclusão de árvores em pastagens de gramíneas pode trazer conseqüências positivas para o ecossistema dessas pastagens, entre elas, controle da erosão, melhoramento no aproveitamento da água das chuvas e maior disponibilidade de proteína bruta (PB). Além disso, algumas espécies arbóreas podem ter participação significativa na dieta dos animais, podendo aumentar a oferta de forragem ao longo do ano (Carvalho, 2001). Outra vantagem dessas espécies é a menor variação estacional no seu valor nutritivo, em comparação com as gramíneas forrageiras (Klusmann, 1988).

Trabalhos desenvolvidos pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Gado de Leite) têm indicado as espécies de leguminosas arbóreas *Acacia angustissima*, *A. auriculiformis*, *A. mangium* e *Mimosa arthemisia* com potencial para sistemas silvipastoris nas áreas montanhosas da região sudeste do Brasil (Carvalho, 2001).

O conhecimento do valor nutritivo de espécies arbóreas ainda é restrito. Por essa razão, fazem-se necessários estudos detalhados sobre a cinética de fermentação das forrageiras empregadas na alimentação de ruminantes e sua aplicabilidade em sistemas nutricionais dinâmicos (Sniffen et al., 1992). É condição indispensável o conhecimento do fracionamento dos componentes nitrogenados, bem como o de carboidratos para a operação desses sistemas (Malafaia, 1997).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição química, a digestibilidade *in vitro* e o fracionamento dos componentes nitrogenados e dos carboidratos das leguminosas exóticas arbóreas *A. mangium*, *A. angustissima*, *A. auriculiformis* e a leguminosa arbórea nativa *M. arthemisia*.

## Materiais e métodos

As avaliações foram desenvolvidas na Embrapa-Gado de Leite com amostras colhidas em maio de 2000, início da época seca na região sudeste do Brasil, caracterizado como o período de escassez de alimentos para os animais mantidos em regime de pasto. As amostras das espécies foram obtidas manualmente, usando-se como critério para colheita partes das plantas potencialmente consumidas pelo animal: folhas e ramos com menos de 1 cm de diâmetro. No momento da colheita estas espécies apresentavam pelo menos 4 anos de idade. Quanto à fase fenológica, as plantas *A. mangium* e *A. angustissima* estavam em frutificação, já *A. auriculiformis* e *M. artemisia* na fase vegetativa.

Após da colheita foram secas (55 °C por 72 h), moídas e analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas (AOAC, 1990). Os teores de fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), celulose e lignina foram analisados segundo metodologia

\* Pesquisador da Embrapa Gado de Leite – Rua Eugênio do Nascimento, 610, Juiz de Fora – MG – 36038-330.

laroeira@cnppl.embrapa.br, jailton@cnppl.embrapa.br, alvim@cnppl.embrapa.br, dfxavier@cnppl.embrapa.br

\*\* Bolsista Recém-doutor do CNPq – Embrapa Gado de Leite – dscp@terra.com.br

\*\*\* Pesquisador da Fundação Ezequiel Dias – FUNED – Rua Conde Pereira Carneiro, 80 – Belo Horizonte – 30510-010 – rmmfuned@funed.mg.gov.br

proposta por Van Soest et al. (1991) e a digestibilidade in vitro da MS (DIVMS) de acordo com Tilley e Terry (1963).

O componente nitrogenado foi subdividido em fração, constituído de compostos nitrogenados não-protéicos (A), fração de proteínas solúveis e rapidamente degradadas no rúmen ( $B_1$ ), frações de proteínas insolúveis com taxas de degradação intermediária ( $B_2$ ) e lenta ( $B_3$ ), e fração de proteínas insolúveis e não-digeríveis no rúmen e no intestino (C).

A fração A foi obtida pelo tratamento da amostra (0.5 g) com 50 ml de água destilada por 30 min e subsequente adição de 10 ml de ácido tricloracético (TCA) a 10%, durante 30 min (Krishnamoorthy et al., 1982). Após a filtragem em papel Whatman, o resíduo de nitrogênio foi determinado. A fração de nitrogênio não protéico (A) foi calculada subtraindo o nitrogênio residual do nitrogênio total. O nitrogênio solúvel total foi determinado após 3 h de incubação da amostra (0.5 g) em 50 ml de solução tampão borato-fosfato com 1 ml de solução azida sódica. Após a filtragem em papel Whatman no. 54 foi determinado o nitrogênio no resíduo. A fração  $B_1$  foi determinada pela diferença entre a proteína insolúvel após o tratamento com TCA e o nitrogênio residual insolúvel no tampão borato-fosfato. A fração  $B_3$  foi determinada pela diferença entre o nitrogênio insolúvel em detergente neutro (NIDN) e o insolúvel em detergente ácido (NIDA). A fração C representa o nitrogênio insolúvel em detergente ácido. A fração  $B_2$  foi determinada pela diferença entre o nitrogênio total e a soma das frações  $A + B_1 + B_3 + C$  (Licitra et al., 1996).

Os carboidratos foram subdivididos nas seguintes frações: A +  $B_1$  (açúcares simples de rápida degradação ruminal + amido e pectina),  $B_2$  (taxa de degradação lenta, correspondendo à porção digestível da parede celular) e C (porção não-digerida no trato gastrointestinal). Para as determinações deste fracionamento, adotaram-se os procedimentos descritos por Sniffen et al. (1992).

A fração C foi obtida pela equação:

$$100 * \text{FDN} (\% \text{MS}) * 0.01 * \text{lignina} (\% \text{FDN}) * 2.4 / \text{CHT} (\% \text{MS})$$

em que, CHT corresponde aos carboidratos totais.

A fração  $B_2$  foi determinada por meio da fórmula:

$$100 * [(\text{FDN} (\% \text{MS}) - \text{PIDN} (\% \text{PB}) * 0.01 * \text{PB} (\% \text{MS})) - (\text{FDN} (\% \text{MS}) * 0.01 * \text{lignina} (\% \text{FDN}) * 2.4)] / \text{CHT} (\% \text{MS})$$

em que, PIDN corresponde à proteína insolúvel em detergente neutro.

As frações de carboidratos com elevadas taxas de degradação ruminal (fração A +  $B_1$ ) foram determinadas pela diferença entre  $100 - (\text{fração C} + B_2)$ .

A fração A +  $B_1$ , considerada como carboidratos não-estruturais (CNE), foi obtida pela fórmula:

$$\text{CNE} = \text{MO} - (\text{PB} + \text{EE} + \text{FDNcp})$$

em que, FDNcp constitui a parede celular vegetal isenta de cinzas e de proteínas.

## Resultados e discussão

Os dados de composição química e digestibilidade in vitro são apresentados na Tabela 1. Os teores de FDN variaram de 45.4% a 57.7% e os de FDA de 30% a 42.5%. *Acacia mangium* e *A. auriculiformis* apresentaram valores maiores e semelhantes de FDA e FDN, enquanto *A. angustissima* apresentou os menores valores. Estes valores são semelhantes aos obtidos por Jiménez Ferrer et al. (2001). O teor de lignina de *A. angustissima* foi, aproximadamente, 40% menor que os da *A. mangium* e *A. Auriculiformis*, e 25% menor que o da *M. arthemisia*. Isto poderia ser indicativo de maior digestibilidade desta espécie em relação às demais, considerando a relação negativa entre lignificação e digestibilidade (Paciullo et al., 2001). Entretanto, o teor de lignina da *Angustissima* (13.9%) pode ser considerado elevado, podendo limitar a DIVMS dessa espécie. Isto foi confirmado pelo baixo coeficiente de DIVMS de *A. angustissima*, que foi semelhante aos das demais espécies. Os teores de PB variaram de 16.2% a 23.6%, sendo considerados elevados quando comparados aos valores observados para a maioria das espécies forrageiras.

*Acacia angustissima* apresentou os maiores valores dos componentes nitrogenados A +  $B_1$  (21.8% de PB) quando comparados com os das demais espécies (4.6%, 10.6% e 10.1% para *A. mangium*, *A. auriculiformis* e *M. Arthemisia*, respectivamente). Entretanto observa-se que a fração C (nitrogênio indigestível) foi semelhante para as espécies avaliadas (Tabela 2).

Quanto ao fracionamento de carboidratos, observa-se que *A. angustissima* apresentou maiores valores das frações A +  $B_1$ , quando comparada com as demais, entretanto o valor de C foi inferior. Porém, ao comparar os valores de DIVMS, não foram observadas diferenças entre as espécies. Provavelmente, isto se deve ao efeito tóxico sobre as bactérias celulolíticas causado pelo aminoácido diaminobutanóico, presente em *A. angustissima* e ou pelo efeito dos taninos (Odenyo et al., 1997).

Tabela 1. Composição química (%) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS, %) de leguminosas arbóreas. Região sudeste do Brasil

Espécie	MS	FDN	FDA	Celulose	Lignina	DIVMS	PB	EE
<i>A. mangium</i>	32.2	54.8	42.5	15.7	24.9	21.1	16.6	3.9
<i>A. angustissima</i>	36.4	45.4	30.0	13.2	13.9	22.0	23.6	1.6
<i>A. auriculiformis</i>	36.0	57.7	42.3	17.6	23.7	21.0	16.2	3.1
<i>M. arthemisiana</i>	43.7	52.1	34.4	16.1	18.6	14.6	20.6	1.4

MS = Matéria seca, FDN = Fibra em detergente neutro, FDA = Fibra em detergente ácido; PB = Proteína bruta, EE = extrato etéreo.

Tabela 2. Fracionamento dos componentes nitrogenados e dos carboidratos de leguminosas arbóreas em um sistema silvopastoril. Região sudeste do Brasil.

Espécie	Fracionamento (% da PB)					Fracionamento carboidratos (% carboidratos totais)		
	A	B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	B <sub>3</sub>	C	A + B <sub>1</sub>	B <sub>2</sub>	C
<i>A. mangium</i>	4.5	0.1	73.8	6.0	15.6	31.53	-10.3	78.80
<i>A. angustissima</i>	17.5	4.3	58.8	7.8	11.6	40.04	12.0	47.94
<i>A. auriculiformis</i>	7.1	3.5	69.7	4.9	14.8	28.15	-2.3	74.12
<i>M. arthemisiana</i>	8.0	2.1	69.8	7.0	13.1	34.72	11.6	53.63

A = Compostos nitrogenados não-protéicos

B<sub>1</sub> = Fração de proteínas solúveis e rapidamente degradadas no rúmen

B<sub>2</sub> = Frações de proteínas insolúveis com taxas de degradação intermediária

B<sub>3</sub> = Frações de proteínas insolúveis com taxas de degradação lenta.

C = Fração de proteínas insolúveis e não-digeríveis no rúmen e no intestino.

Os baixos valores de DIVMS estão relacionados aos altos teores da fração C determinada em todas as espécies estudadas (47.9% a 78.8%) quando comparadas com gramíneas e leguminosas forrageiras determinadas por Malafaia (1997).

Embora os resultados indiquem o baixo valor nutricional destas espécies, deve-se considerar a importância do estrato arbóreo para o ecossistema (ciclagem de nutrientes, melhor aproveitamento da água das chuvas e controle de erosão) e conforto dos animais (Carvalho, 2001).

## Conclusões

As leguminosas *A. angustissima*, *A. auriculiformis*, *A. mangium* e *M. arthemisiana* apresentaram baixa qualidade nutricional, caracterizada pelos altos teores de proteína e carboidratos não-digestíveis.

## Resumen

En la estación experimental de la Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Gado de Leite), Brasil, se hizo la caracterización de la calidad nutritiva de las leguminosas arbustivas: *Acacia mangium*, *A.*

*angustissima*, *A. auriculiformis* y *Mimosa arthemisiana* recolectadas durante el inicio de la época seca (mayo-2000) en el sudeste de Brasil. Los análisis de composición química, DIVMS y fraccionamientos de nitrógeno y carboidratos fueron hechos en tejidos aprovechables (< 1 cm de diámetro) en plantas con 4 años de edad. Los valores más altos de fibra en detergente neutro fueron observados para *A. mangium* y *A. auriculiformis*, y los menores para *A. angustissima*. El contenido de lignina de *A. angustissima* (14%) fue aproximadamente 40% menor que el observado para *A. mangium* (25%) y *A. auriculiformis* (24%), y 25% menor que en *M. Arthemisiana* (19%). La DIVMS de *A. angustissima* (22%) fue similar a la de *A. mangium* y *A. auriculiformis* y superior que la de *M. arthemisiana* (15%). Los contenidos de PC variaron entre 16% y 24%. *Acacia angustissima* mostró los valores más altos de la fracciones de nitrógeno A + B<sub>1</sub> (21.8% PC), mientras que los valores promedios de la fracción de nitrógeno no-digestible fueron semejantes entre las especies evaluadas (3.8%). Los valores más altos de las fracciones A + B<sub>1</sub> (carboidratos no-estructurales) y la fracción C más baja fueron encontrados en *A. angustissima*. Los bajos valores de digestibilidad estuvieron relacionados con los altos contenidos de la

fracción C (nitrógeno no-digestible). Los resultados indican un bajo valor nutritivo de los árboles estudiados.

## Summary

The nutritive quality of the tree legumes *Acacia mangium*, *A. angustissima*, *A. auriculiformis*, and *Mimosa arthemisiانا*, collected at the beginning of the dry season (May 2000) in southeastern Brazil was characterized at the Embrapa-Gado de Leite experiment station. Usable tissues (< 1 cm in diameter) of 4-year-old plants were analyzed regarding chemical composition, IVDMD, and nitrogen and carbohydrate fractions. The highest NDF values were observed in *A. mangium* and *A. auriculiformis*, and the lowest in *A. angustissima*. Lignin content in *A. angustissima* (14%) was approximately 40% lower than that observed for *A. mangium* (25%) and *A. auriculiformis* (24%), and 25% less than that of *M. arthemisiانا* (19%). The IVDMD of *A. angustissima* (22%) was similar to that of *A. mangium* and *A. auriculiformis* and higher than that of *M. arthemisiانا* (15%). CP contents ranged between 16% and 24%. *Acacia angustissima* showed the highest A + B<sub>1</sub> nitrogen fractions (21.8% crude protein), whereas the average values of undigestible nitrogen fraction was similar for all species evaluated (3.8%). The highest values of A + B<sub>1</sub> fractions (nonstructural carbohydrates) and the lowest C fraction were found in *A. angustissima*. Low digestibility values were related to high C fraction contents (undigestible nitrogen). Results indicate that the trees included in this study had a low nutritive value.

## Referências

- AOAC. 1990. Official methods of analysis, 15 ed. Richmond, 1298 p.
- Carvalho, M. M. 2001. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. En: Anais do Simpósio sobre Sustentabilidade de Sistemas de Produção de Leite a Pasto e em Confinamento. Juiz de Fora, Embrapa-Gado de Leite. p. 85-108.
- Jiménez-Ferrer, G.; Ramirez-Aviles, L.; Kú-Vera, J.; et al. 2001. Nutritive value of fodder trees in the mountains of northern Chiapas, Mexico. En: Second Congress on Agroforestry and Livestock Production in Latin America. 2001. Anais. San José. CATIE/UFRO, 2001. p. 336-340.
- Klusmann, C. 1988. Trees and shrubs for animal production in tropical and subtropical areas. Plant Res. Develop. 27:92-104.
- Krishnamoorthy, U.; Muscato, T. V.; Sniffen, C. J.; e Van Soest, P. J. 1982. Nitrogen fraction in selected feedstuffs. J. Dairy Sci. 65:217-225.
- Licitra, G.; Hernández, T. M.; e Van Soest, P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminants feeds. Anim. Feed Sci. Technol. 57:347-358.
- Malafaia, P. A. 1997. Taxas de digestão das frações protéicas e de carboidratos de alimentos por técnicas in situ, in vitro e de produção de gases. Tese Doutorado em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa. Viçosa, MG. 85 p..
- Odenyo, A. A.; Osuji, P. O.; Karanfil, O. et al. 1997. Microbial evaluation of *Acacia angustissima* as a protein supplement for sheep. Anim. Feed Sci. Technol. 69:99-112.
- Paciullo, D. S.; Gomide, J. A.; Queiroz, D. S. et al. 2001. Correlações entre componentes anatômicos, químicos e digestibilidade in vitro de gramíneas forrageiras. Rev. Brasil. Zoot. 30(3):955-963.
- Sniffen, C. J.; O'connor, J. D.; Van Soest, P. J.; et al. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: 2. Carbohydrate and protein availability. J. Anim. Sci. 70:3562-3577.
- Tilley, J. M. e Terry, R. A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. Brit. Grassl. Soci. 18:104-111.
- Van Soest, P. J.; Robertson, J. B.; e Lewis, B. A. 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. J. Dairy Sci. 74:3583-3597.