

Composição química, digestibilidade e fracionamento do nitrogênio e dos carboidratos de algumas espécies forrageiras

L. J. Magalhães*, J. da Costa Carneiro*, D. S. Campos**, R. M. Maurício***, M. J. Alvim* e D. F. Xavier*

Introdução

A baixa produtividade das forrageiras usadas para pastejo constitui uma das principais limitações à produção de bovinos. Uma opção viável para superar o problema, consiste no oferecimento de leguminosas herbáceas, arbustivas e arbóreas que podem constituir fonte de alimento de boa qualidade contribuindo para o incremento da produção animal nos trópicos (Carvalho, 2001). Sugere-se a implantação de sistemas silvipastoris com leguminosas fixadoras de nitrogênio, que possam se associar com forrageiras ou serem mantidas alternadamente com pastejos e cultivos, assim como bancos de proteínas ou cercas vivas. Além disso, a inclusão de árvores em pastagens de gramíneas pode trazer consequências positivas para o ecossistema dessas áreas, entre elas, controle da erosão, melhoramento no aproveitamento da água das chuvas, maior disponibilidade de proteína bruta (PB) e conforto térmico para os animais (Carvalho, 2001).

As leguminosas *Cratylia argentea*, *Leucaena leucocephala* e *Glyricidia sepium* são forrageiras tropicais utilizadas na alimentação animal, principalmente na época seca do ano (Xavier et al., 1990; Lascano et al., 1995; Murgueitio, 2000). *Morus alba* (amoreira) é uma espécie que também apresenta comprovado valor forrageiro (Benavides, 2000).

Atualmente, os sistemas de avaliação de alimentos exigem que os componentes nitrogenados e de

carboidratos dos alimentos utilizados pelos ruminantes sejam fracionados no sentido de melhor caracterizá-los (Sniffen et al., 1992).

O objetivo deste trabalho foi caracterizar a composição química, a digestibilidade in vitro e o fracionamento dos componentes nitrogenados e dos carboidratos de algumas espécies de leguminosas, de gramíneas e da amoreira.

Materiais e métodos

As avaliações foram desenvolvidas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (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 pastejo. Os estudos foram realizados com as leguminosas gliricídia (*G. sepium*), cratília (*C. argentea*), leucena (*L. leucocephala*) e estilosantes (*Stylosanthes guianensis*); e com as gramíneas *Cynodon* sp. cv. Tifton 85 e braquiária (*Brachiaria decumbens*) e com amoreira (*M. alba*).

As amostras das árvores e arbustos foram obtidas manualmente, usando-se como critério para colheita partes das plantas potencialmente consumidas pelo animal. Assim, foram coletadas folhas e ramos com menos de 1 cm de diâmetro. No momento da colheita estas espécies estavam na fase vegetativa e apresentavam pelo menos 4 anos de idade. As amostras das espécies herbáceas (estilosantes, cv. Tifton 85 e braquiária) foram obtidas pela técnica do pastejo simulado, quando estas apresentavam 40 dias de rebrota pós-pastejo. As amostras foram 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

* 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

analisados segundo metodologia 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 A, constituído de compostos nitrogenados não-proteicos (NNP), 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 subsequente adição de 10 ml de ácido tricloroacético (TCA) a 10%, durante 30 min (Krishnamoorthy et al., 1982). Após a filtragem em papel 'Whatman' foi determinado o resíduo de nitrogênio. A fração de NNP (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 proteína solúvel (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 frações seguintes: $A + B_1$ (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 as procedimentos descritos por Sniffen et al. (1992).

A fração C foi obtida pela equação:

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

em que CHT corresponde aos carboidratos totais.

A fração B_2 foi determinada por meio da fórmula:

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

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

As leguminosas apresentaram valores de DIVMS variáveis, sendo 60.5% para gliricídia, 56.2% para leucena, 52.5% para estilosantes e 48.3% para cratília (Tabela 1). Os valores encontrados estão próximos da média de DIVMS (54.4%) citados por Saavedra et al. (1987) para leguminosas tropicais.

Estilosantes apresentou teores de 54% de FDN, 38.4% de FDA, 10.8% de lignina e 11.8% de PB. Estes resultados foram relativamente próximos aos observados por Jingura et al. (2001), no Zimbábue, numa média de 77 amostras colhidas em quatro tipos diferentes de solo.

Dentre as leguminosas arbóreas e arbustivas, observou-se que gliricídia apresentou 19.6% de PB, já leucena e cratília apresentaram 28.9% e 21.4%, respectivamente. Médias de PB de 24.3% e de DIVMS de 67.3% foram relatados por Mochiutti e Kass (2000) para folhas de gliricídia. A presença de caule nas amostras de gliricídia pode justificar os menores valores encontrados neste trabalho, em relação a aqueles citados na literatura.

Apesar do alto teor de PB da cratília, a mesma apresentou o baixo valor de DIVMS, provavelmente, devido ao seu elevado teor de lignina (16.7%). Resultados semelhantes foram relatados por Kexian et al. (1998), que encontraram teores de PB de 19.5% e DIVMS de 48.4%. Contudo, estes autores concluíram que a baixa DIVMS não limitou o consumo de MS pelos animais que receberam a leguminosa.

Amoreira apresentou valores de FDN, FDA e DIVMS comparáveis aos encontrados na gliricídia, embora seus teores de PB e lignina tenham sido 25% e 90% menores do que os observados para a leguminosa. Teores de PB de 20% e 8.3% e de

Tabela 1. Teores médios (%) de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), lignina, cinzas, celulose, proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e digestibilidade in vitro da matéria seca (DIVMS) de diferentes espécies forrageiras. Sudeste do Brasil.

Espécie	MS	FDN	FDA	Celulose	Lignina	DIVMS	Cinza	PB	EE
<i>Stylosanthes guianensis</i>	33.3	54.0	38.4	27.0	10.8	52.5	5.0	11.8	3.9
<i>Glyricidia sepium</i>	24.8	44.8	27.9	16.1	12.2	60.5	7.5	19.6	3.9
<i>Leucaena leucocephala</i>	24.3	42.6	28.3	16.2	12.7	56.2	9.5	28.9	2.1
<i>Cratylia argentea</i>	45.5	59.0	36.6	18.1	16.7	48.3	7.8	21.4	1.7
<i>Morus alba</i>	43.6	45.3	29.6	20.5	6.4	60.0	12.8	14.8	2.0
<i>Cynodon</i> sp. cv. Tifton 85	24.4	71.6	39.6	31.2	5.3	55.7	10.2	12.3	1.3
<i>Brachiaria decumbens</i>	34.9	63.5	34.7	30.9	4.5	52.7	7.7	8.6	1.5

DIVMS de 77.1% e 56.1% foram reportados, respectivamente, para as folhas e caules tenros de amoreira (Benavides et al., 1994). Os resultados de composição química e DIVMS da amoreira, demonstram seu potencial forrageiro, sendo entre as espécies arbóreas, uma das que apresenta melhores características nutricionais para uso na alimentação de ruminantes (Benavides, 2000).

O capim cv. Tifton 85 apresentou maiores teores de FDN, FDA e PB que o capim-braquiária. Entretanto, comparando os teores de lignina e celulose e os valores de DIVMS observa-se que os mesmos foram semelhantes (Tabela 1). Ao contrário do esperado, o alto teor de FDN no capim cv. Tifton 85, não está associado ao valores de DIVMS. Esta aparente contradição, já relatada na literatura (Hill et al., 1998) parece ser explicada pela menor ocorrência de ligações tipo éter envolvendo o ácido ferúlico (Hill et al., 1998). Consequentemente, a digestibilidade da fibra em capim cv. Tifton 85 parece ser favorecida,

devido a menores impedimentos físicos à ação microbiana.

Estilosantes apresentou soma das frações nitrogenadas $A + B_1 + B_2$, de mais rápida degradação ruminal, de 85%, ao passo que a soma das frações $B_3 + C$, de lenta degradabilidade, foi de 14.8% (Tabela 2). Quanto às frações de carboidratos observou-se, para o estilosantes, valor de 33.7% para a soma das frações $A + B_1$, e de 32.7% para a fração C.

Dentre as leguminosas arbóreas e arbustivas, foram observadas soma das frações dos compostos nitrogenados $A + B_1$ de 35% para leucena, 29.3% para gliricídia e 19.1% para cratília. Além da maior soma dessas frações, leucena apresentou alto teor de PB (Tabela 1) o que pode proporcionar aos animais maior quantidade de nitrogênio prontamente disponível no rúmen. A fração de nitrogênio de baixa digestão ruminal (B_3) da cratília foi 60% e 36% maior que as estimadas para a leucena e gliricídia, respectivamente.

Tabela 2. Fracionamento dos componentes nitrogenados (N) e dos carboidratos (CHT) de diferentes espécies forrageiras. Sudeste do Brasil.

Espécie	Fracionamento do N (% , PB)					Fracionamento de carboidratos (% , CHT)		
	A	B_1	B_2	B_3	C	$A + B_1$	B_2	C
<i>Stylosanthes guianensis</i>	3.4	10.8	71.0	9.8	5.0	33.7	33.7	32.7
<i>Glyricidia sepium</i>	20.6	8.7	57.0	6.4	7.3	38.2	19.4	42.5
<i>Leucaena leucocephala</i>	28.6	6.9	50.3	5.4	8.8	33.9	14.9	51.3
<i>Cratylia argentea</i>	13.4	5.7	62.9	8.7	9.3	19.0	23.0	58.1
<i>Morus alba</i>	23.7	11.5	45.8	11.3	7.8	38.9	39.3	21.8
<i>Cynodon</i> sp. cv. Tifton 85	27.8	13.3	47.0	6.3	5.3	7.7	75.6	16.7
<i>Brachiaria decumbens</i>	34.1	11.3	49.6	1.7	3.3	25.4	64.7	11.9

A = Compostos nitrogenados não-protéicos

B_1 = Fração de proteínas solúveis e rapidamente degradadas no rúmen

B_2 = Frações de proteínas insolúveis com taxas de degradação intermediária

B_3 = Frações de proteínas insolúveis com taxas de degradação lenta.

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

Com relação à fração C, indigestível, a cratília apresentou maior teor do que as demais.

Nessas leguminosas (gliricídia, leucena e cratília) foram observados valores para a fração C dos carboidratos entre 42.5% e 58.1%. Essa variação confere diferenças importantes entre as espécies, uma vez que resulta em maior ou menor digestibilidade dos carboidratos. Mesmo apresentando baixos valores de FDN, as leguminosas arbóreas e arbustivas apresentaram elevados valores para a fração C. Provavelmente, isso está relacionado aos altos teores de lignina na parede celular dessas espécies. Esta observação se confirma com os resultados observados para cratília, que apresentou maior teor de lignina e fração C, e menor digestibilidade que as demais forrageiras.

Quando se compararam as gramíneas, observaram-se que as somas das frações nitrogenadas A + B₁ do capim cv. Tifton 85 e do capim-braquiária foram de 41.1% e 45.4%, respectivamente. Estes valores foram maiores do que os determinados por Malafaia (1997). Este autor relata valores de 20% e 36.8%, respectivamente, para o capim cv. Tifton 85 e capim-braquiária. Esta diferença deve-se, provavelmente, à diferença de idade das gramíneas no momento da colheita. No presente estudo, as gramíneas foram amostradas com 40 dias pós-pastejo, enquanto no trabalho de Malafaia (1997) as mesmas apresentavam 60 dias de idade de rebrota. O efeito da idade é realçado quando se observa os valores da fração C. Neste estudo (Tabela 2), esta fração correspondeu a 5.3% e 3.3%, respectivamente para capim cv. Tifton 85 e capim-braquiária, enquanto que Malafaia (1997) reportou valores de 16.9% e 11.7% para a fração indigestível para as duas gramíneas, respectivamente.

O capim cv. Tifton 85 apresentou soma das frações de carboidratos A + B₁ de 7.7% e teor da fração C de 16.7%, enquanto os valores obtidos para o capim-braquiária foram de 23.4% e 11.9%, respectivamente. Entretanto, a DIVMS foi semelhante entre as gramíneas.

Amoreira apresentou soma das frações nitrogenadas A + B₁ de 35.2% (Tabela 2), semelhante aos resultados observados para a leucena. Entretanto, sua fração C (7.8%) foi menor que a observada para as leguminosas. Referente à fração de carboidratos, a soma das frações A + B₁ (38.9%) foi semelhante à observada para a gliricídia (38.2%), enquanto que a fração C (21.8%) foi menor que de todas as leguminosas. Estes resultados confirmam o alto potencial forrageiro da *M. Alba* (Morácea).

Conclusões

Gliricídia e amoreira apresentam os melhores resultados em quanto ao valor nutritivo da forragem, leucena apresentou valores intermediários e cratília valores mais baixos.

As gramíneas capim cv. Tifton 85 (*Cynodon* sp.) e capim-braquiária (*B. decumbens*), apesar de apresentarem diferenças na composição química e nas frações nitrogenadas e carboidratos, apresentam DIVMS semelhantes.

Resumen

Se determinó el valor nutritivo (composición química, DIVMS y fraccionamientos de nitrógeno y carboidratos) de muestras aprovechables (<1 cm de diámetro) de las leguminosas cratília (*Cratylia argentea*), estilosantes (*Stylosanthes guianensis*), leucena (*Leucaena leucocephala*) y gliricídia (*Gliricidia sepium*); de las gramíneas *Brachiaria decumbens* y *Cynodon* sp. cv. Tifton 85; y de *Morus alba* (Moraceae) recolectadas durante la época seca en el sudeste de Brasil. Las especies de leguminosas arbóreas y arbustivas tenían por lo menos 4 años de edad y las herbáceas 40 días de rebrote. La DIVMS fue mayor en gliricídia (60.5%) y en *M. alba* (60%), seguidas por leucena (56.2%), *Cynodon* sp. cv. Tifton 85 (55.7%), braquiaria (52.7%), estilosantes (52.5%) y cratília (48.3%). La suma de las fracciones A + B₁ (rápidamente disponibles) variaron entre 14.2% y 45.4% para nitrógeno y entre 7.7% y 39% para los carboidratos totales. La fracción C no digerible varió entre 3.3% y 9.3% (nitrógeno) y entre 11.9% y 58.1% (carboidratos totales). Se concluye que las especies evaluadas, especialmente *gliricidia* y *M. alba*, son alternativas posibles para mejorar la dieta animal en sistemas silvopastoriles.

Summary

Usable samples (< 1 cm in diameter) of the legumes *Cratylia argentea*, *Stylosanthes guianensis*, *Leucaena leucocephala*, and *Gliricidia sepium*; the grasses *Brachiaria decumbens* and *Cynodon* sp. cv. Tifton 85; and *Morus alba* (Moraceae) were collected during the dry season in southeastern Brazil, and their nutritive value (chemical composition, DIVMS, and nitrogen and carbohydrate fractions) determined. Tree and shrub legume species were at least 4 years old and grasses had 40 days of regrowth. The IVDMD was higher in *G. sepium* (60.5%) and *M. alba* (60%), followed by *L. leucocephala* (56.2%), *Cynodon* sp. cv. Tifton 85 (55.7%), *B. decumbens* (52.7%), *S. guianensis* (52.5%), and *C. argentea* (48.3%). The total of the

A + B₁ (easily available) fractions ranged between 14.2% and 45.4% for nitrogen and between 7.7% and 39% for total carbohydrates. The undigestible C fraction varied between 3.3% and 9.3% for nitrogen and between 11.9% and 58.1% for total carbohydrates. The evaluated species, especially *G. sepium* and *M. alba*, are possible alternatives to improve the animal diet in silvopastoral systems.

Referências

- AOAC (Official methods of analysis). 15 ed. Richmond. 1298 p.
- Benavides, J. E. 2000. La morera un forraje de alto valor nutricional para la alimentación animal en el trópico. Pastos y Forajes 23(1):1-14.
- Carvalho, M. M. 2001. Contribuição dos sistemas silvipastoris para a sustentabilidade da atividade leiteira. En: Simpósio sobre sustentabilidade de sistemas de produção de leite a pasto e em confinamento. Juiz de Fora, Anais. Juiz de Fora. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa-Gado de Leite). p. 85-108.
- Hill, G. M.; Gates, R. N.; e West, J. W. 1998. Pesquisa com capim bermuda cv. Tifton 85 em ensaios de pastejo e de digestibilidade de feno com bovinos. En: Simpósio sobre Manejo de Pastagem. 15. Anais. Piracicaba, Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz (FEALQ). p. 7-22.
- Jingura, R. M.; Sibanda, S.; e Hamudikuwanda, H. 2001. Yield and nutritive value of tropical forage legumes grown in semi-arid parts of Zimbabwe. Trop. Grassl. 35:168-174.
- Kexian, Y.; Lascano, C. E.; Kerridge, P. C.; e Avila, P. 1998. The effect of three tropical shrubs legumes on intake rate and acceptability by small ruminants. Pasturas Tropicales 20(3):31-35.
- 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.
- Lascano, C. E.; Maass, B.; e Keller-Grein, G. 1995. Forage quality of shrub legumes evaluated in acid soils. En: Workshop Nitrogen Fixing Trees for Acid Soils. 1995, Turrialba. Proceedings. Turrialba, Costa Rica, Centro Agronómico Tropical de Investigación y Enseñanza (CATIE). p. 228-236.
- Licitra, G.; Hernández, T. M.; e Van Soest, P. J. 1996. Standardization of procedures for nitrogen fraction of ruminants feeds. Anim. Feed Sci. Techn. 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. Viçosa, Tese de Doutorado, Universidade Federal de Viçosa (UFV). 85 p..
- Mochiutti, S. e Kass, M. 2000. Composição química e degradabilidade da forragem de seis genótipos de *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. En: 37 Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2000, Viçosa. Anais. Sociedade Brasileira de Zootecnia (SBZ). CD-ROM. Forragicultura.
- Murgueitio, E. 2000. Sistemas agroflorestales para la producción ganadera en Colombia. En: Pomareda C. y Steinfeld, H. (eds.). Intensificación de la ganadería en Centroamérica, Beneficios económicos y ambientales. San José, Costa Rica: CATIE/FAO/SIDE. p. 219-242.
- Saavedra, C. E.; Rodrigues, N. M.; e Sousa Costa, N. M. 1987. Producción de forraje, valor nutritivo y consumo de *Leucaena leucocephala*. Pasturas Tropicales 9(2):6-10.
- 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. Two stage technique for the in vitro digestion of forage crops. J. British Grassl. Soc. 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.
- Xavier, D. F.; Carvalho, M. M.; e Botrel, M. A. 1990. Curva de crescimento e acumulação de proteína bruta da leguminosa *Cratylia floribunda*. Pasturas Tropicales 12(1). 35-39.