



Degradação ruminal e estimativa de consumo de genótipos de capim- elefante anão¹

Saulo Alberto do Carmo Araújo^{2*}, Hernán Maldonado Vásquez³, José Fernando Coelho da Silva³, Bruno Borges Deminici⁴, Patrícia Regina de Souza Siqueira Campos⁵, Fábio Nunes Lista⁵

¹ Trabalho financiado com recursos da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

² Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense.

³ Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, Setor de Forragicultura e Nutrição de Ruminantes, CCTA/UENF. Bolsistas de Produtividade em Pesquisa - CNPq.

⁴ Laboratório de Fitotecnia, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense.

⁵ Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense.

RESUMO - Os objetivos neste estudo foram avaliar a degradação ruminal *in situ* da matéria seca (MS) e da fibra em detergente neutro (FDN) e estimar o consumo de matéria seca de genótipos de capim-elefante anão em diferentes intervalos de corte. Os tempos de incubação no ambiente ruminal foram 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 144 horas. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições (animais), dois genótipos de capim-elefante anão (CNPGL 94-34-3, CNPGL 92-198-7) e a cultivar Mott, avaliados em intervalos de corte de 14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias, em esquema em parcelas subdivididas. Os parâmetros de degradação da MS e FDN e suas degradabilidades potencial e efetiva não apresentaram grande variação entre a cultivar Mott e os genótipos CNPGL 94-34-3 e CNPGL 92-198-7, mas reduziram substancialmente com o aumento da maturidade da planta em todos os genótipos. As estimativas de consumo geradas por duas equações são adequadas a esses alimentos.

Palavras-chave: degradabilidade, estimativa de consumo, forrageira, intervalo de corte, rúmen

Ruminal degradation and intake prediction of the dwarf elephant grass genotypes

ABSTRACT - The objectives of this study were to assess the *in situ* rumen degradation of dry matter (DM) and neutral detergent fiber (NDF) and the estimated DM intake of dwarf elephant grass genotypes in different cutting intervals. The incubation periods in the rumen environment were 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96 and 144 hours. A randomized block design was used with three replications (animals), two dwarf elephant grass genotypes (CNPGL 94-34-3 and CNPGL 92-198-7) and the cv. Mott, with cutting intervals of 14, 28, 42, 56, 70 and 84 days, in a split plot design. The parameters of DM and NDF degradation, and its potential and effective degradabilities did not vary greatly for cv. Mott and the CNPGL 94-34-3 and CNPGL 92-198-7 genotypes, but they decreased substantially with increased plant maturity for all the genotypes. Intake estimates generated by two equations are considered valid for these feeds.

Key Words: cutting intervals, degradability, estimated intake, forage, rumen

Introdução

O valor nutricional dos alimentos utilizados na alimentação dos ruminantes, além da avaliação da composição bromatológica, tem sido determinado em ensaios de digestibilidade. Os métodos para estudar a degradabilidade ruminal dos alimentos, apesar de serem utilizados há muitas décadas, têm se desenvolvido consideravelmente nos últimos anos. O interesse dos

pesquisadores da área tem sido direcionado ao aperfeiçoamento de técnicas laboratoriais existentes, bem como à produção de técnicas mais precisas.

A técnica *in situ* para avaliação e caracterização dos alimentos foi citada pela primeira vez no final dos anos de 1930 (Huntington & Givens, 1995) e tem sido amplamente difundida por sua simplicidade e seu baixo custo. A explicação para os benefícios do uso desta técnica está focalizada na habilidade de padronizar as variações associadas à sua condução entre

Recebido em 3/10/2008 e aprovado em 11/2/2009.

Correspondências devem ser enviadas para: araujosac@yahoo.com.br

* Endereço atual: Departamento de Zootecnia, Faculdade de Ciências Agrárias (FCA), Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri (UFVJM).

laboratórios (Soares, 2007). A cinética da degradação ruminal determinada pela técnica do saco de náilon (*in situ*) foi proposta por Mehrez et al. (1977) e tem sido amplamente utilizada na predição da digestão em vários sistemas de avaliação de alimentos.

De acordo com Nocek (1988), algumas adaptações deverão ser feitas às etapas envolvidas no procedimento da digestão ruminal *in situ*. Ao se interpretar o resultado, é necessária certa cautela, pois, com a técnica *in situ* de bolsas de náilon se mede o desaparecimento e supõe-se que esse desaparecimento de material seja a degradação (Soares, 2007). Entretanto, em razão das preocupações acerca de sua padronização, a técnica *in situ* tem sido, por fatores inerentes à simplicidade, amplamente usada para estimar parâmetros de degradação ruminal dos alimentos (Lopes et al., 2003).

O consumo de matéria seca é um dos fatores mais importantes para predição do desempenho animal, pois é o principal determinante do ingresso de nutrientes, sobretudo energia e proteína, necessários ao atendimento das exigências de manutenção e de produção do animal (Noller et al., 1996). No entanto, existe uma grande dificuldade de se avaliar esse consumo, em virtude de fatores relacionados ao animal, ao ambiente e ao alimento, difíceis de serem separados (Mertens, 1994).

Os objetivos neste estudo foram avaliar a degradação ruminal *in situ* da MS e FDN e estimar o consumo de MS por meio de equações de predição propostas na literatura para genótipos de capim-elefante anão submetidos a diferentes intervalos de corte.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido nas instalações do Setor de Forragicultura e Nutrição de Ruminantes do Laboratório de Zootecnia e Nutrição Animal, pertencentes ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro (UENF) no município de Campos dos Goytacazes, localizado a 21°44'47" de latitude sul, 41°18'24" de longitude oeste e 11 m do nível do mar da região fisiográfica do norte do estado do Rio de Janeiro/Brasil.

As forrageiras foram cortadas a 0,30 m do solo durante a estação das chuvas e amostras representativas foram pré-secas em estufa ventilada a 65 °C durante 72 horas. Posteriormente, foram moídas para atingirem a granulometria de 5 mm. As amostras das forrageiras em diferentes idades de corte foram incubadas em bovinos mestiços (Holandês × Zebu) machos-castrados com fístulas no rúmen, os quais

foram submetidos a uma dieta básica de capim-elefante picado e concentrado na proporção de 70:30 com base na matéria seca, balanceada para atender à exigência de manutenção dos animais. O método utilizado foi o descrito por Nocek (1988) com os seguintes tempos de incubação no ambiente ruminal: 0, 3, 6, 12, 24, 36, 48, 72, 96 e 144 horas.

Sacos de náilon (10 × 15 cm e porosidade de 50 µm) contendo aproximadamente 20 mg de amostras por cm² foram introduzidos no rúmen e, depois de cada tempo de incubação, foram retirados e imediatamente lavados e secos em estufa ventilada a 65 °C por 72 horas. Uma vez secos, foram pesados para determinação da degradabilidade da MS. Logo depois, uma fração de cada amostra do resíduo foi submetida à ação de detergente neutro para a determinação da FDN, de acordo com metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

A perda de peso observada em cada tempo de incubação foi considerada degradabilidade potencial (Dp). Os parâmetros de cinética de degradação ruminal da MS foram ajustados utilizando-se para descrição matemática o modelo de degradação percentual do alimento, sugerido por Orskov & McDonald (1979) e McDonald (1981), como segue:

$$Dp(t) = a + b(1 - e^{-ct})$$

em que: a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável; c = taxa constante de degradação da MS; e t = tempo de incubação.

Para o cálculo da degradabilidade efetiva da MS (De), foi utilizada a equação proposta por Orskov & McDonald (1979):

$$De = a + (bc)/(c+k)$$

em que: k = taxa de passagem, adotando-se as taxas de 0,02; 0,05 e 0,08/hora, referidos pelo AFRC (1993), correspondentes aos valores médios para animais em manutenção, médios e altos níveis de produção, respectivamente.

A degradabilidade da FDN foi calculada utilizando-se a equação proposta por Mertens & Loften (1980), como segue:

$$DFDN = b \times e^{-kd(t-L)} + I, t > L$$

em que: b = fração potencialmente degradável, kd = taxa constante de degradação da fração b ; L = tempo de latência (hora); e I = fração não-degradável da FDN.

Após o ajuste das equações para a degradação da FDN, procedeu-se à padronização de frações segundo a proposição de Waldo et al. (1972), conforme as equações:

$$bp = b/b + I \times 100$$

$$Ip = I/b + I \times 100$$

em que: bp = fração potencialmente degradável padronizada (%); e Ip = fração não-degradável padronizada (%) da FDN.

Para determinação do consumo estimado de MS, foi utilizada a equação proposta por Madsen et al. (1997), a qual utiliza os parâmetros de degradação da FDN e a taxa de passagem no rúmen para estimar o rúmen fill, como segue:

$$\text{Fill} = [(1-a-b)/k + b/(c+k)]/24$$

CFDN (kg/dia) = capacidade do rúmen (kg de FDN)/Fill (dias)

$$\text{CMS} = (1/\text{FDN} (\% \text{MS}) \times \text{CFDN})$$

em que: *a* = intercepto com o eixo Y; *b* = fração insolúvel, mas potencialmente degradável; *c* = taxa de degradação (% hora); *k* = taxa de passagem (% hora). Para o cálculo da capacidade do rúmen, utilizaram-se o teor de FDN da forrageira e o peso vivo do animal como 1,2% do peso vivo, adotando-se o peso vivo de 300 kg para essa estimativa.

Os parâmetros de degradação da MS foram utilizados nas equações sugeridas por Orskov et al. (1988) (1), Shem et al. (1995) (2) e Von Keyserlingk & Mathison (1989) (3), como segue:

$$1 - \text{CMS} = -0,822 + 0,0748(a+b) + 40,7c$$

$$2 - \text{CMS} = -8,286 + 0,266a + 0,102b + 17,96c$$

$$3 - \text{CMS} = -1,19 + 0,035(a+b) + 28,5c$$

em que: *a* = fração solúvel; *b* = fração potencialmente degradável; e *c* = taxa constante de degradação da MS.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados com três repetições (animais), dois genótipos de capim-elefante não (CNPGL 94-34-3, CNPGL 92-198-7)

e a cultivar Mott, avaliados em intervalos de corte de 14, 28, 42, 56, 70 e 84 dias, gerando um esquema de parcelas subdivididas.

Os valores não-lineares das equações foram obtidos por meio do algoritmo de Gauss-Newton usando-se o Sistema de Análise Estatística SAEG, versão 8.0 (UFV, 2000).

Os valores de degradabilidade potencial e efetiva e as estimativas de consumo foram submetidos à análise de variância e as médias dos genótipos foram comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Foi utilizada a análise de regressão para avaliar o efeito dos intervalos de corte e para o desdobramento da interação genótipo × intervalo de corte.

Resultados e Discussão

Não ocorreu diferença entre os genótipos avaliados, independentemente dos intervalos de corte, entretanto, a degradabilidade potencial da MS reduziu com o aumento da maturidade da planta para todas as forrageiras (Tabela 1). Essa redução deve-se ao aumento do conteúdo da parede celular e ao acúmulo de lignina indigerível na célula vegetal, comportamento já relatado por diversos autores com capim-elefante, como os trabalhos de Vieira et al. (1997) e Silva et al. (2007).

Morenz (2000), avaliando os capins canarana, acroceres, hemarthria e tifton 85 aos 14, 28 e 56 dias de rebrota,

Tabela 1 - Estimativa dos parâmetros de degradação da matéria seca da cv. Mott e de genótipos de capim-elefante não em diversos intervalos de corte

Idade de corte	Degradabilidade da MS (%)				Degradabilidade efetiva (%)		
	a	b	c	Dp	0,02	0,05	0,08
Capim-elefante não cv. Mott							
14	17,35	68,42	0,0477	85,70	65,57	50,77	42,92
28	16,09	66,94	0,0487	82,97	63,55	49,13	41,44
42	14,22	65,20	0,0416	79,07	57,60	43,29	36,13
56	16,27	63,85	0,0442	80,02	60,26	46,26	39,02
70	14,70	62,13	0,0420	76,67	56,76	43,05	36,08
84	16,71	59,73	0,0359	75,89	54,71	41,43	35,04
CNPGL 94-34-3							
14	16,75	69,17	0,0415	85,72	63,20	48,09	40,36
28	16,12	66,25	0,0488	82,32	61,80	48,85	41,23
42	13,30	65,34	0,0431	78,50	60,40	43,55	36,18
56	17,52	61,14	0,0463	78,56	59,00	46,78	39,83
70	14,26	62,26	0,0432	76,40	57,60	43,11	36,08
84	17,40	57,94	0,0429	75,22	56,20	44,16	37,63
CNPGL 92-198-7							
14	19,87	65,98	0,0459	85,71	65,66	51,33	43,84
28	18,32	65,93	0,0473	84,18	64,67	50,39	42,84
42	21,72	59,31	0,0412	80,84	61,56	48,46	41,85
56	16,89	63,81	0,0440	80,59	60,78	46,79	39,57
70	15,48	63,28	0,0472	78,65	59,76	46,07	38,86
84	17,71	52,82	0,0469	70,45	54,61	43,16	37,15

a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável; c = taxa de degradação da fração b; Dp = degradabilidade potencial.

observou redução de 15 a 20% na degradabilidade potencial entre a menor e maior idade de corte. Neste estudo a redução na degradabilidade potencial da matéria seca foi de 11,4; 12,2 e 17,8 % entre os intervalos de corte de 14 e 84 dias para a cv. Mott e os genótipos CNPGL 94,34-3 e CNPGL 92-198-7, respectivamente. A maior redução observada para o genótipo CNPGL 92-198-7 deve-se provavelmente ao fato de este genótipo apresentar maior proporção de colmo e, conseqüentemente, de FDN nos intervalos de corte mais avançados do que os demais genótipos. Silva et al. (2007) avaliaram o valor energético do capim-elefante e obtiveram valores de degradabilidade potencial que variaram de 79,9 a 64,7% para as idades de rebrota de 33 a 93 dias, respectivamente. Os dados deste estudo foram melhores, provavelmente pelo fato de esses autores terem trabalhado com cultivares de porte alto, onde a proporção de colmo é maior, levando à menores taxas de degradação da fibra e a maior redução com o aumento da maturidade da planta (19,0%).

Moore & Miller (1988) e Gaillard (1962) sugeriram que a diferença na composição da parede celular explica a menor digestibilidade do caule em relação à das folhas e que a proporção de carboidratos da parede celular e seu conteúdo de lignina são os fatores que mais afetam a redução da qualidade das gramíneas tropicais.

A taxa de degradação da MS mostrou pouca variação com o avanço da maturidade da planta. Entretanto, para todas as forrageiras e intervalos de corte, essa taxa foi

superior a 0,025/hora, o que beneficia seus valores de degradabilidade efetiva (Rodrigues et al., 2004).

A degradabilidade efetiva da MS diminuiu significativamente com o aumento da maturidade e com o aumento da taxa de passagem, mas não diferiu entre as forrageiras estudadas. Forrageiras mais novas apresentam maior teor proteico e menor teor de FDN em comparação àquelas em idades mais avançadas, o que permite ação mais eficiente dos microrganismos ruminais sobre o alimento. A redução do tempo de permanência do alimento no trato gastrointestinal com o aumento da taxa de passagem proporciona menor ação dos microrganismos ruminais e, com isso, maior escape de carboidratos e das proteínas da fermentação ruminal com o aumento do fluxo desses nutrientes para o intestino delgado (Pereira et al., 2005).

A fração não-degradável (I) aumentou 65,9; 73,3 e 62,4% entre o menor e o maior intervalo de corte para a cv. Mott e os genótipos CNPGL 94-34-3 e CNPGL 92-198-7, respectivamente (Tabela 2), o que influenciou negativamente, reduzindo a fração potencialmente degradável (b) das forrageiras. O genótipo que apresentou maior redução na fração b foi aquele que teve menor aumento na proporção do colmo com o aumento da maturidade da planta, o que não era esperado. Entretanto, em valores absolutos, aquele com maior fração I, genótipo CNPGL 92-198-7, corresponde ao genótipo com maiores teores de FDN e lignina dentre as forrageiras avaliadas.

Tabela 2 - Estimativa dos parâmetros de degradação da FDN da cv. Mott e de genótipos de capim-elefante anão em diversos intervalos de corte

Intervalo de corte	Parâmetro				R ²
	b (%)	Kd (%h ⁻¹)	I (%)	Latência (h)	
Capim-elefante anão cv. Mott					
14	85,45	0,0554	14,55	2,6630	0,99
28	80,39	0,0550	19,61	2,4518	0,99
42	80,36	0,0548	19,64	2,4702	0,99
56	79,32	0,0574	20,68	2,4067	0,99
70	76,65	0,0409	23,35	2,2577	0,99
84	75,85	0,0477	24,15	2,8109	0,98
CNPGL 94-34-3					
14	83,77	0,0453	16,23	2,8649	0,99
28	80,29	0,0566	19,71	2,5591	0,98
42	78,27	0,0508	21,73	2,1425	0,98
56	75,29	0,0508	24,71	2,0520	0,99
70	73,98	0,0547	26,02	2,6350	0,99
84	71,87	0,0498	28,13	1,7860	0,98
CNPGL 92-198-7					
14	81,90	0,0605	18,10	2,5906	0,99
28	80,43	0,0544	19,57	2,6594	0,99
42	80,22	0,0743	19,78	2,7225	0,98
56	78,60	0,0539	21,40	2,2527	0,99
70	77,37	0,0527	22,63	2,6270	0,99
84	70,60	0,0723	29,40	2,5742	0,98

b = fração potencialmente degradável da FDN; kd = taxa constante de degradação da fração b; I = fração não-degradável da FDN.

Silva et al. (2007), trabalhando com capim-elefante de porte alto, obtiveram aumento da fração I de aproximadamente 60% entre as idades de rebrota de 33 e 93 dias, com valores absolutos variando de 23,9 para 38,3%. Os dados deste estudo são inferiores aos de Campos et al. (2006), que compararam diferentes volumosos e espécies animais e obtiveram para na espécie bovina valores da fração I da FDN de 33,4%. Entretanto, esses autores trabalharam com silagem de capim-elefante.

A latência mostrou pouca variação entre as forrageiras avaliadas e em função do avanço da maturidade da planta. Vieira et al. (1997), avaliando o capim-elefante nas idades de corte de 61 e 82 dias, obtiveram valores de 74,4 e 58,8%; 22,0 e 41,2%; 4,7 e 4,6 (%hora⁻¹) e 3,1 e 2,9 (hora) para os parâmetros b, I, kd e latência da degradação da FDN, respectivamente. A variação constatada por esses autores é maior que a verificada neste estudo entre os intervalos de corte de 56 e 84 dias, provavelmente porque o capim-elefante é de porte alto, com maior participação de colmo que a cv. Mott e os genótipos CNPGL 94-34-3 e CNPGL 92-198-7 na composição da planta.

As estimativas de consumo com base nos parâmetros de degradação *in situ* da FDN (Madsen et al., 1997) e da MS (Orskov et al., 1988; Shem et al., 1995; Von Keyserlingk & Mathison, 1989) tiveram pouca variação entre a cv. Mott e os genótipos CNPGL 94-34-3 e CNPGL 92-198-7 e grande redução com o avanço da maturidade da planta (Tabela 3). A maior redução ocorreu quando utilizada a equação

sugerida por Madsen et al. (1997), que variou em 23,2; 27,9 e 28,6% para os genótipos CNPGL 94-34-3, CNPGL 92-198-7 e para a cv. Mott, respectivamente, comportamento relacionado ao aumento da fração I, a qual é um dos principais determinantes no efeito do enchimento e do consumo, aumentando-o à medida que se diminui a fração não-degradável.

As estimativas de consumo determinadas pelas equações sugeridas por Madsen et al. (1997) e Orskov et al. (1988) apresentaram valores semelhantes entre si e de acordo com o esperado, variando de 1,8 a 2,4% PV e 2,1 a 2,5% PV entre os intervalos de corte de 14 e 84 dias para as equações supracitadas, respectivamente.

Morenz (2000) observou menores estimativas de consumo de MS, tanto utilizando a equação proposta por Madsen et al. (1997) quanto aquela descrita por Orskov et al. (1988). Destacando-se o intervalo de corte de 28 dias, o consumo observado por Morenz (2000) foi de 5,33; 5,79; 6,01 e 6,30 kg.dia⁻¹ de MS para as forrageiras tifton-85, canarana, hematria e acroceres, respectivamente.

O consumo de FDN estimado pela equação de Madsen et al. (1997) com o intervalo de corte de 28 dias como referência foi de 1,4% PV para todas as forrageiras avaliadas neste estudo. Soares et al. (2008) trabalharam com capim-elefante aos 30 dias de idade e obtiveram valores estimados de consumo de FDN utilizando esta equação de 2,4% do PV. Entretanto, o valor de consumo de FDN determinado diretamente em comedouros automáticos (calan gates) foi de

Tabela 3 - Estimativa do consumo diário de MS (kg) de genótipos de capim-elefante anão em diferentes intervalos de corte quando utilizadas equações propostas por diversos autores

Intervalo de corte	Estimativa de consumo de MS (kg.dia ⁻¹)			
	Madsen et al. (1997)	Orskov et al. (1988)	Shem et al. (1995)	Von Keyserlingk & Mathison (1989)
	Capim-elefante anão cv. Mott			
14	7,27	7,54	4,17	3,17
28	6,43	7,37	3,70	3,11
42	6,66	6,81	2,90	2,78
56	6,10	6,97	3,35	2,88
70	5,08	6,64	2,72	2,70
84	5,19	6,36	2,90	2,51
	CNPGL 94-34-3			
14	6,79	7,30	3,97	3,00
28	6,59	7,33	3,64	3,08
42	5,95	6,82	2,69	2,79
56	5,97	6,95	3,44	2,88
70	5,60	6,66	2,64	2,72
84	5,21	6,56	3,02	2,67
	CNPGL 92-198-7			
14	7,30	7,47	4,55	3,13
28	6,80	7,41	4,16	3,11
42	6,96	6,92	4,28	2,82
56	5,83	7,01	3,51	2,89
70	5,36	6,99	3,13	2,91
84	5,26	6,37	2,66	2,62

1,02% PV. Esses mesmos autores concluíram que esta equação não foi adequada para prever os valores de consumo de FDN a partir dos parâmetros da degradação ruminal.

Lima et al. (2001) estimaram o consumo voluntário de capim-tanzânia com período de descanso da pastagem de 26 dias por vacas em lactação e observaram valores médios de ingestão de MS de 2,3% PV para animais sem suplementação de concentrado. Consumo bem próximo dos estimados neste experimento utilizando a equação proposta por Madsen et al. (1997) aos 28 dias de intervalo de corte para cv. Mott e os genótipos de capim-elefante anão.

Os valores estimados pelas equações propostas por Shem et al. (1995) e Von Keyserlingk & Mathison (1989) foram muito inferiores aos de Madsen et al. (1997) e Orskov et al. (1988), o que resultou na baixa adequação destas equações para as forrageiras estudadas.

Conclusões

Os parâmetros de degradação ruminal da matéria seca e da fibra em detergente neutro, bem como suas degradabilidades potencial e efetiva, não diferem entre as cultivares Mott e os genótipos CNPGL 94-34-3 e CNPGL 92-198-7, mas reduzem substancialmente com o aumento da maturidade da planta. As equações mais adequadas são as sugeridas por Madsen et al. (1997) e Orskov et al. (1988) por determinarem valores coerentes com os dados da literatura.

Referências

- AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical committee on responses to nutrients: energy and protein requirements of ruminants**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.
- CAMPOS, P.R.S.S.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R. et al. Estudo comparativo da cinética de degradação ruminal de forragens tropicais em bovinos e ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.6, p.1181-1191, 2006.
- GAILLARD, B.D.E. The relationship between cell wall constituents of roughages and the digestibility of the organic matter. **Journal Agriculture Science**, v.59, p.369-373, 1962.
- HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: a review of the procedure. **Nutritional Abstracts and Review**, v.65, n.2, p.63-93, 1995.
- LIMA, M.L.P.; BERCHIELLI, T.T.; NOGUEIRA, J.R. et al. Estimativa do consumo voluntário do capim-tanzânia (*Panicum maximum*, Jacq. cv. Tanzânia) por vacas em lactação sob pastejo rotacionado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, n.30, v.6, p.1919-1924, 2001.
- LOPES, F.C.F.; AROEIRA, L.J.M.; RODRIGUEZ, N.M. et al. Degradação ruminal *in situ* do capim-elefante (*Pennisetum*

- purpureum*, Schumack) consumido sob pastejo por vacas mestiças Holandês × Zebu em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária Zootecnia**, v.55, n.6, p.694-701, 2003.
- McDONALD, I. A revised model for the estimation of protein degradability in the rumen. **Journal Agricultural Science**, v.96, n.1, p.251-252, 1981.
- MADSEN, J.; HVELPLUND, T.; WEISBJERG, M.R. Appropriate methods for evaluation of tropical feeds for ruminants. **Animal Feed Science**, v.69, n.2, p.53-66, 1997.
- MEHREZ, A.Z.; ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. Rate of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v.38, n.3, p.437-443, 1977.
- MERTENS, D.R.; LOFTEN, J.R. The effect of starch on forage fiber digestion *in vitro*. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1437-1446, 1980.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., D.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-492.
- MOORE, K.J.; MILLER, D.A. Cell wall composition and digestibility in five species of Brachiaria. **Tropical Agriculture**, v.65, p.337-340, 1988.
- MORENZ, M.J.F. **Frações nitrogenadas, métodos de processamento das amostras e degradabilidade *in situ* de gramíneas tropicais**. 2000. 68f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal) - Universidade Estadual Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes.
- NOCEK, J.E. *In situ* and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility: a review. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.
- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR., D.; QUEIROZ, D.S. Determinando as exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGENS, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, 1996. p.319-352.
- ORSKOV, E.R.; REID, G.W.; KAY, M. Predicting of intake by cattle from degradation characteristics of roughages. **Animal Production**, v.46, n.1, p.29-34, 1988.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal Agriculture Science**, v.92, p.499-503, 1979.
- PEREIRA, E.S.; ARRUDA, A.M.V.; MIRANDA, L.F. et al. Importância da inter-relação carboidrato e proteína em dietas de ruminantes. **Semina**, v.26, n.1, p.125-134, 2005.
- RODRIGUES, A.L.P.; SAMPAIO, I.B.M.; CARNEIRO, J.C. et al. Degradabilidade *in situ* da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.56, n.5, p.658-664, 2004.
- SHEM, M.N.; ORSKOV, E.R.; KIMAMBO, A.E. Prediction of voluntary dry-matter intake, digestible dry-matter intake and growth rate of cattle from degradation characteristics. **Journal Animal Science**, v.60, n.1, p.65-74, 1995.
- SILVA, P.A.; VALADARES FILHO, R.F.D.; CECON, P.R. et al. Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.711-718, 2007.
- SOARES, A.P.M. **Ajuste do modelo de Orskov & Mcdonld (1979) a dados de degradação ruminal *in situ* utilizando mínimos quadrados ponderados**. 2007. 62f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba.
- SOARES, J.P.G.; BERCHIELLI, T.T.; SALMAN, A.K.D. et al. Comparações entre equações de predição de consumo de capim-elefante cortado para vacas lactantes. **Archivos de Zootecnia**, v.57, n.218, p.235-246, 2008.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas**. Versão 8.0. Viçosa, MG: 2000. (CD-ROM).

- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VIEIRA, R.A.M.; PEREIRA, J.C.; MALAFAIA, P.A.M. et al. The influence of elephant-grass (*Pennisetum purpureum* Schum., Mineiro variety) growth on the nutrient kinetics in the rumen. **Animal Feed Science Technology**, v.67, p.151-161, 1997.
- VON KEYSERLINGK, M.A.G.; MATHISON, G.W. Use of the in situ technique and passage rate constants in predicting voluntary intake and apparent digestibility of forrages by steers. **Canadian Journal of Animal Science**, v.69, n.5, p.973-987, 1989.
- WALDO, D.R.; SMITH, L.W.; COX, E.L. Model of cellulose disappearance from the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.55, p.125-129, 1972.