

Degradabilidade ruminal *in situ* de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas

[*In situ* ruminal degradability of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) pods in different particle sizes]

A.A. Alves^{1,6}, R.O. Sales², J.N.M. Neiva³, A.N. Medeiros⁴, A.P. Braga⁵, A.R. Azevedo²

¹Departamento de Zootecnia – CCA-UFPI
Campus Agrícola da Socopo
64049-550 – Teresina, PI

²Departamento de Zootecnia - CCA-UFC – Fortaleza, CE

³Departamento de Zootecnia - UFT – Araguaína, TO

⁴Departamento de Zootecnia - CCA-UFPB – Areia, PB

⁵Departamento de Zootecnia - ESAM – Mossoró, RN

⁶Bolsista da CAPES

RESUMO

Estimaram-se os parâmetros de degradação ruminal da matéria seca (MS) e da proteína bruta (PB) de vagens de faveira, trituradas em partículas de 2 e 5mm, pelo método do saco de náilon *in situ* em ovinos, nos tempos de incubação 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96 horas, e determinou-se a degradabilidade efetiva, considerando-se taxas de passagem 2, 5 e 8%/h. A fração *a* da MS e da PB foram 69,6 e 49,9%, respectivamente, revelando elevada solubilidade da MS; a fração *b* para MS e PB foi 24,7 e 43,9%, indicando baixa degradação da MS *in situ*, com estabilização da degradação da MS às 72h e da PB às 48h de incubação. O tanino de vagens de faveira não se mostrou depressor da degradabilidade *in situ* da PB.

Palavras-chave: ruminante, tamanho de partícula, vagem de leguminosa, valor nutritivo

ABSTRACT

Soluble (a) and potentially degradable (b) fractions and degradation rate of b fraction (c) of dry matter (DM) and crude protein (CP) of Parkia platycephala pods in particle sizes 2 and 5mm were estimated by in situ nylon bag method in sheep. The times of incubation were 3, 6, 12, 24, 48, 72 and 96 hours, and the effective degradability (ED) was determined considering passage rates of 2, 5 and 8%/h. The a fractions for DM and CP was 69.6 and 49.9%, respectively, revealing elevated DM solubility. The b fractions for DM and CP was 24.7 and 43.9%, denoting reduced DM in situ degradation. The stabilization of the DM and CP degradation occurred at 72h and 48h after incubation, respectively. In situ degradability of constituents of P. platycephala pods, in special CP, were not depressed for their tannin contents.

Keywords: ruminant, leguminous pod, particle size, nutritive value

INTRODUÇÃO

A faveira (*Parkia platycephala* Benth.) é uma leguminosa arbórea de ocorrência natural em áreas do cerrado brasileiro, onde suas vagens são muito utilizadas na suplementação alimentar de

ruminantes. A partir dos dados de produção média de vagens de faveira, segundo Carvalho e Ramos (1983), e da densidade de até 40 plantas/ha em áreas de chapadas, segundo Nascimento et al. (1996), é possível estimar-se a produção anual de vagens em até 1.208 kg/ha.

Recebido em 20 de dezembro de 2005

Aceito em 2 de abril de 2007

*Autor para correspondência (corresponding author)

E-mail: arnaud@ufpi.br

Apesar da disponibilidade de vagens e da importância para a suplementação de ruminantes em ecossistemas de pastagem de cerrado, tanto por consumo direto de vagens no campo quanto pelo fornecimento em suplementos após coleta, não há disponibilidade de dados de degradabilidade de nutrientes, particularmente da matéria seca e proteína.

A técnica de sacos de náilon no rúmen é útil para se determinar a degradabilidade de diferentes frações, como matéria seca (MS) e proteína bruta (PB), e comparar diferentes produtos, sendo considerada por Nocek (1997) como a mais utilizada para se avaliar a degradação protéica ruminal, devido à facilidade de padronização dessa técnica entre laboratórios. No entanto, segundo esse autor, a literatura não é convincente quanto ao efeito do tamanho da partícula sobre a taxa de digestão de concentrados e ingredientes ricos em proteína, sendo necessário considerar as características físicas dos alimentos. Assim, sugere-se que suplementos protéicos, como o farelo de soja e a farinha de peixe, e alguns subprodutos, como os farelos de trigo e de glúten de milho, deveriam ser moídos a 2mm, enquanto os grãos de cereais e subprodutos fibrosos, como a casca de soja e o resíduo de cervejaria, o feno e as forragens com MS acima de 60%, deveriam ser moídos a 5mm.

Parece evidente que, à medida que o preparo da amostra imprima uma forma que mais se afaste daquela naturalmente imposta pelo animal, mais distante da realidade estarão os dados. Este fato torna-se mais importante quando se deseja caracterizar o alimento como ingrediente para formulação de rações (Andrade, 1994).

Devido à riqueza em carboidratos não fibrosos da vagem de faveira que, ao ser triturada em moinhos de malha reduzida, apresenta tendência à caramelização, a prática recomenda sua trituração a 5mm para incluí-la em dietas e torná-la disponível aos microrganismos do rúmen. Assim, a avaliação do tamanho da partícula indica maior aproximação das condições práticas, sendo importante manter relação com tamanhos de partículas convencionalmente adotados em experimentos *in situ* com o uso de peneiras de crivos de 2 a 2,5mm, segundo Andrade (1994).

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros de degradação ruminal de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) sob diferentes tamanhos de partículas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado para estimar parâmetros de degradação ruminal *in situ* da MS e PB de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.), em partículas de 2 e 5mm, tendo como alimento referência o feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), processado em partículas de 2mm, por constituir o volumoso da dieta dos ovinos durante o experimento, e pela existência de resultados na literatura que permitem aferir os dados obtidos.

As vagens de faveira foram coletadas no município de Piracuruca, Piauí, após maturação natural; o capim-Tifton 85, também utilizado como base para a dieta, foi fenado aos 45 dias da rebrota. Os dados da composição bromatológica de ambos são apresentados na Tab. 1.

Tabela 1. Composição bromatológica do feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) e de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.)

Constituinte (% da MS)	Feno de capim-Tifton 85	Vagens de faveira
Matéria seca (MS;%)	89,13	77,25
Matéria orgânica	92,03	97,37
Proteína bruta	9,14	11,18
Extrato etéreo	1,49	1,25
Carboidratos totais	75,80	79,44
Carboidratos não fibrosos	7,13	68,12
Fibra em detergente neutro	79,34	19,70
Fibra em detergente ácido	41,68	13,10
Lignina em detergente ácido	5,61	5,50
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro	0,82	0,45
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido	0,19	0,17
Fenóis totais ¹	-	12,33
Taninos totais ¹	-	10,79
Taninos condensados ²	-	1,81
Nutrientes digestíveis totais ³	59,83	72,51

¹Equivalente ácido tânico; ²Equivalente leucocianidina;

³Segundo Alves et al. (2003).

Foram utilizados quatro carneiros adultos, castrados, mestiços da raça Santa-inês, com peso vivo inicial médio $49,1 \pm 7,6$ kg, alojados em baias individuais, providos de cânula ruminal e mantidos em sistema de alimentação com dieta para manutenção com consumo na proporção de 1,9% do peso vivo, formulada segundo o NRC

Degradabilidade ruminal...

(Nutrient..., 1985), cuja composição centesimal e bromatológica está apresentada na Tab. 2.

Tabela 2. Composição centesimal e bromatológica da dieta para manutenção de ovinos, fornecida durante o ensaio de degradabilidade *in situ*¹

Ingrediente/Constituinte	% da dieta
Composição percentual	
Feno de capim-Tifton 85 (<i>Cynodon spp.</i>)	60,00
Milho em grão	12,00
Vagens de faveira	20,00
Farelo de trigo	8,00
Composição bromatológica	
Matéria seca (%)	86,56
% na matéria seca	
Matéria mineral	5,99
Proteína bruta	10,87
Extrato etéreo	2,53
Fibra em detergente neutro	50,74
Fibra em detergente ácido	26,99
Nutrientes digestíveis totais ²	65,04

¹Formulada segundo o NRC (Nutrient..., 1985).

²Calculado a partir de dados obtidos por Alves et al. (2003) para feno de capim-Tifton 85 e vagens de faveira e de dados apresentados por Campos (1995) e pelo NRC (Nutrient..., 2001) para milho em grão e farelo de trigo, respectivamente.

Durante o período de incubação, a condição do ambiente ruminal foi monitorada, coletando-se 100ml de líquido ruminal (LR), por ocasião das incubações nos tempos 3, 24 e 72h e determinado o pH do LR utilizando-se potenciômetro digital¹ imediatamente após a coleta. Após filtração em quatro camadas de gaze, foram tomadas alíquotas de 40ml de LR, acondicionadas em frascos âmbar vedados com tampa, fixadas com 1ml de HCl (1:1), e armazenadas em freezer de -5 a -10°C para posterior determinação da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) pelo método descrito por Vieira (1980). Alíquotas de 50ml de LR foram acondicionadas em frascos âmbar tampados, com 10ml de solução ortofosfórica a 25%, e armazenadas em freezer de -5 a -10°C, para posterior quantificação da concentração de ácidos graxos voláteis, por cromatografia de fase líquida de alta eficiência (HPLC), segundo Mathew et al. (1997).

As incubações *in situ* foram realizadas em sacos de náilon de 8x12cm e porosidade 50µm, introduzindo-se 4g de amostra por saco de náilon, segundo Sampaio (1994), de forma seqüenciada, iniciando-se pelo maior tempo de

incubação. Os sacos, em triplicata para obtenção de amostra suficiente para análises, foram incubados nos tempos de 3, 6, 12, 24, 48, 72 e 96h, suspensos por fio de náilon de 20cm e ancorados à porção ventral do rúmen por um peso de 75g. A fração prontamente solúvel foi determinada conforme procedimento descrito por Makkar (1999).

Os resíduos de degradação para cada tempo e alimento formaram uma amostra composta por animal, que depois de moída a 1mm em moinho Willey, foi submetida à determinação dos teores de MS (método n.º 930.15) e PB pelo método Kjeldahl (método n.º 920.39), segundo AOAC... (Official..., 1990).

Utilizando-se o resíduo insolúvel em detergente ácido, determinado pelo método n.º 973.18 (Official..., 1990), e em detergente neutro, de acordo com Van Soest et al. (1991), estimaram-se os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e em detergente neutro (NIDN), pelo processo semimicro Kjeldahl (método n.º 984.13; Official..., 1990).

Também foram determinados os teores de matéria mineral (método n.º 942.05), visando à correção da FDN e FDA, de EE (método n.º 920.39) e de lignina em detergente ácido (método n.º 973.18), segundo AOAC... (Official..., 1990). Os carboidratos totais (CHOT) foram calculados segundo Sniffen et al. (1992), os carboidratos não fibrosos (CNF) segundo Hall (2000), e as estimativas de nutrientes digestíveis totais (NDT), a partir do sistema de Weiss et al. (1992), utilizando-se os dados de digestibilidade *in vivo*, obtidos por Alves et al. (2003).

A extração dos compostos fenólicos seguiu o método recomendado pela FAO (Quantification..., 2000), utilizando-se como solvente acetona aquosa (70:30; v/v); os conteúdos de fenóis totais e taninos totais foram analisados pelo método Folin Ciocalteu e o de taninos condensados pelo método descrito por Nozella (2001).

Os parâmetros de degradação *in situ* e a degradabilidade potencial foram estimados segundo o modelo proposto por Sampaio et al. (1995), a partir de simplificação do modelo de Ørskov e McDonald (1979). A degradabilidade

¹pHmetro SCHOTT Handylab1

efetiva (DE) foi calculada pela equação proposta por Ørskov e McDonald (1979).

Foram realizadas estatísticas descritivas para média, desvio padrão e coeficiente de variação, segundo o PROC MEANS do SAS (User's..., 2000); os parâmetros *a*, *b* e *c*, e as curvas de degradação *in situ* dos princípios nutritivos foram obtidos segundo a equação exponencial proposta por Ørskov e McDonald (1979) e determinados utilizando-se o método iterativo de Gauss-Newton do PROC NLIN do SAS (User's..., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O pH do líquido ruminal foi $6,36 \pm 0,19$. Este valor encontra-se acima do limite crítico 6,2, estabelecido por Ørskov (1988) para o crescimento de bactérias celulolíticas, indicativo da manutenção de boas condições do ambiente ruminal para eficiente processo fermentativo.

A concentração média de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal coletado antes da primeira refeição, por ocasião das incubações nos tempos 3, 24 e 72h, foi $8,40 \pm 3,74$ mg/dl, aproximada dos 10mg/dl, considerada por Van Soest (1994) como nível ótimo de amônia ruminal para síntese de aminoácidos e crescimento microbiano.

A concentração total de ácidos graxos voláteis no líquido ruminal durante o período de incubação foi $67,95 \pm 6,33$ mMol/l, dos quais 74,4; 18,3 e 7,3% foram representados por acetato, propionato e butirato, respectivamente, verificando-se uma relação acetato:propionato 4,5.

A vagem de faveira apresentou 10,8% de tanino total (TT) e 1,8% de tanino condensado (TC), como equivalente leucocianidina (Tab. 1). Segundo Aerts et al. (1999), quantidades moderadas de proantocianidinas (2 a 4% na MS) na forragem podem exercer efeito benéfico sobre o metabolismo protéico em ovinos, ao reduzir sua degradação no rúmen e aumentar a passagem aos intestinos, propiciando maior absorção intestinal de aminoácidos, enquanto elevadas concentrações de proantocianidinas (6 a 12% na MS) deprimem o consumo de alimento, a eficiência digestiva e a produtividade animal.

A MS da vagem de faveira, nos tamanhos de partícula 2 e 5mm, apresentou-se muito solúvel (fração *a*=69,6%) e pouco degradável *in situ* (fração *b*=24,7%). No entanto, as estimativas médias de degradação potencial da MS às taxas de passagem de 2, 5 e 8%/h, de 85,5, 80,0 e 77,3%, respectivamente, indicam elevada degradação efetiva da MS (Tab. 3). Resultados obtidos por Batista et al. (2002) para MS de vagens da leguminosa arbórea algaroba (*Prosopis juliflora*) como coletadas ou secas a 80°C por 2h, com solubilidade de 54,5 e 49,0% e degradação da MS de 16,5 e 24,1%, respectivamente, sugerem que o elevado teor de carboidratos não fibrosos presente na vagem de faveira resulta em elevada solubilidade, independente do tamanho da partícula, à semelhança do que ocorre com a vagem de algaroba, com elevado teor de carboidratos solúveis, que ao apresentar elevado teor de carboidratos não fibrosos, em elevada solubilidade destes (*a*) independe do tamanho de partícula.

A elevada solubilidade das vagens de faveira em partículas de 5mm torna improvável o maior efeito do escape de partículas, sendo mais justificável a elevada solubilidade decorrente do teor de CNF. No entanto, segundo Michalet-Doreau e Ould-Bah (1992), o fato de as partículas que escapam à degradação serem degradadas em igual taxa que o alimento remanescente no saco, levaria à superestimativa da degradabilidade, tão maior quanto maior a fração *a* e menor a degradação do alimento remanescente no saco.

A elevada solubilidade e a DE da vagem de faveira a 5%/h para MS, 69,6 e 80,0%, e PB, 49,9 e 68,9%, respectivamente, indicam elevada PRDR, segundo o Agricultural... (1993). Estes resultados são compatíveis com os obtidos por Loyola et al. (1999) para o farelo de canola tratado com 15% de tanino de acácia negra (*A. mearnsii*), em que 60,1% da MS e 63,7% da PB representam a fração *a*, com DE da MS e da PB de 75,1 e 82,6%, respectivamente, à taxa de passagem de 5%/h. A maior degradação da MS em relação à PB pode ser atribuída ao efeito deletério dos compostos polifenólicos sobre a degradabilidade da PB, o que também foi constatado por Lukhele e Van Ryssen (2003), para *Colophospermum mopane* e espécies do gênero *Combretum* do sudeste africano.

Degradabilidade ruminal...

Tabela 3. Médias das estimativas de degradação ruminal do feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon spp.*) moído em partículas de 2mm e de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em partículas de 2 e 5mm

Estimativa	Feno de capim-Tifton 85	Vagens de faveira	
		2mm	5mm
Matéria seca			
Fração solúvel (<i>a</i> , % da MS)	14,72	70,33	68,79
Fração insolúvel potencialmente degradável (<i>b</i> , % MS)	63,20	23,70	25,62
Taxa de degradação (<i>c</i> , %/h)	2,05	3,73	3,59
Degradabilidade efetiva (% da MS) (2%/h)	46,71	85,76	85,24
(5%/h)	33,10	80,46	79,50
(8%/h)	27,61	77,87	76,73
Proteína bruta			
Fração solúvel (<i>a</i> , % da PB)	14,05	50,66	49,12
Fração insolúvel potencialmente degradável (<i>b</i> , % PB)	85,58	43,32	44,38
Taxa de degradação (<i>c</i> , %/h)	1,18	3,53	4,12
Degradabilidade efetiva (% da PB) (2%/h)	45,81	78,31	79,00
(5%/h)	30,39	68,59	69,17
(8%/h)	25,05	63,92	64,21

A degradação efetiva da MS das vagens de faveira, estimada para a taxa de passagem 3%/h (83,1%), foi mais alta que a obtida por Ngwa et al. (2000) para vagens das leguminosas leucena (*Leucaena leucocephala*), 53,1%, e acácias *A. erioloba* (47,7%), *A. karroo* (44,8%) e *A. tortilis* (57,2%), com FDN 39,9 a 47,7% e FDA 28,5 a 38,4%. Com base em dados de Costa (1995), estima-se a relação semente:vagens de faveira em 25:75, o que resulta em tegumento rico em carboidratos não fibrosos (68,1%) e de alta solubilidade da MS (fração *a*=69,6%), associado às reduzidas FDN (19,7%) e FDA (13,1%), com significativa contribuição na estimativa da degradabilidade efetiva.

O efeito da fração *a* na degradabilidade efetiva da MS de vagens de faveira é substancial, podendo ter contribuído para suprimir o efeito de tanino sobre a degradação deste constituinte. Segundo Tolera et al. (1997), espécies arbustivas de clima tropical e temperado apresentam alta correlação negativa entre compostos fenólicos e degradabilidade potencial (*A+B*) e fração solúvel (*a*), em que a correlação com a fração *a* é acima de 87%. No entanto, a taxa de degradação da fração *b* da MS indicou estabilização do processo de degradação a partir das 72h de incubação, o que se atribui ao efeito dos taninos totais (10,8% na MS).

Embora as vagens de faveira tenham apresentado elevada degradação potencial da MS e da PB, a taxa de degradação da MS (*c*=0,037), mostrou-se bem menor que a obtida por Batista et al. (2002) para vagens de algaroba (*Prosopis juliflora*) (*c*=0,099). Segundo Lukhele e Van Ryssen (2003), a técnica de sacos de náilon para

degradação ruminal pode não ser apropriada à avaliação de alimentos com fatores antinutritivos, provavelmente devido à ligação física de polifenóis ao substrato ficar restrita ao interior do saco de náilon, que resulta em diluição da toxicidade aos microrganismos, ou da ligação a suas enzimas, o que não ocorre na técnica de produção de gás *in vitro*.

Além da superestimativa da degradabilidade para alimentos com elevado escape de partículas (fração *a*), preconizada por Michalet-Doreau e Ould-Bah (1992), devido a fração *b* ser lentamente degradada, destaca-se ainda a elevada solubilidade dos princípios nutritivos das vagens de faveira, capaz de mascarar possíveis efeitos deletérios do tanino sobre a degradação *in situ*, como destacado por Molina et al. (2003).

CONCLUSÕES

A degradação potencial da matéria seca, em torno de 80%, indica grande possibilidade de inclusão desse concentrado energético, 19,7% de FDN e 72,51% de NDT, em dietas suplementares para ruminantes. Apesar de a vagem de faveira ter apresentado 10,8% de taninos totais, como equivalente ácido tânico, esse princípio antinutritivo não se mostrou depressor da degradabilidade *in situ* da proteína. Devido à ocorrência de compostos fenólicos nas vagens de faveira, é necessária a avaliação de técnicas mais sensíveis ao efeito desses compostos sobre a taxa de degradação dos princípios nutritivos, quando da substituição do método *in vivo*, como é o caso da técnica de produção de gás *in vitro*.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AERTS, R.J.; BARRY, T.N.; McNABB, W.C. Polyphenols and agriculture: beneficial effects of proanthocyanidins in forages. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v.75, p.1-12, 1999.
- AGRICULTURAL and Food Research Council (AFRC). *Energy and protein requirements of ruminants*. Wallingford, UK: CAB International, 1993. 159p.
- ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.M. Energetic value of faveira (*Parkia platycephala* Benth.) pods for ruminants. In: WORLD CONGRESS OF ANIMAL PRODUCTION, 9., 2003, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: ALPA, 2003. 1CD. (Resumo expandido).
- ANDRADE, P. Técnica *in situ* (saco de náilon) na avaliação de alimentos para ruminantes. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, 1994, Maringá. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. p.141-147.
- BATISTA, A.M.; MUSTAFA, A.F.; McKINNON, J.J. et al. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.100, p.107-112, 2002.
- CAMPOS, J. *Tabelas para cálculo de rações*. 2.ed. Viçosa: UFV, 1995. 64p.
- CARVALHO, J.H.; RAMOS, G.M. Produtividade da faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em três municípios piauienses. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FORRAGEIRAS E PASTAGENS NATIVAS, 1983, Olinda. *Anais...* Recife: IPA, 1983. p.44. (Resumo).
- COSTA, M.R. *Efeito de tratamentos pré-germinativos na germinação e produção de mudas de visgueiro (Parkia platycephala Benth.)*. 1995. 9f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) – Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Areia.
- HALL, M.B. *Neutral detergent-soluble carbohydrates nutritional relevance and analysis: a laboratory manual*. Gainesville; FL: University of Florida, Institute of Food and Agricultural Sciences, 2000. 76p. (Bulletin n. 339).
- LOYOLA, V.R.; SANTOS, G.T.; ZEOULA, L.M. et al. Degradabilidade *in situ* do farelo de canola tratado com calor e/ou tanino. *Rev. Bras. Zootec.*, v.28, p.598-604, 1999.
- LUKHELE, M.S., VAN RYSSSEN, J.B.J. The chemical composition and potential nutritive value of the foliage of four subtropical tree species in southern Africa for ruminants. *S. Afric. J. Anim. Sci.*, v.33, p.132-141, 2003.
- MAKKAR, H.P.S. Recommendation for quality control of *in sacco* nylon bag technique. In: FIRST RESEARCH COORDINATION MEETING OF THE FAO/IAEA COORDINATED RESEARCH PROJECT FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS FOR USE OF NUCLEAR AND RELATED TECHNIQUES TO DEVELOP SIMPLE TANNIN ASSAYS FOR PREDICTING AND IMPROVING THE SAFETY AND EFFICIENCY OF FEEDING RUMINANTS ON TANNINIFEROUS TREE, 1999, Viena. *Proceedings...* Viena: FAO/IAEA, 1999. 3p.
- MATHEW, S.; SAGATHEVAN, S.; THOMAS, J. et al. An HPLC method for estimation of volatile fatty acids in ruminal fluid. *Indian J. Anim. Sci.*, v.67, p.805-807, 1997.
- MICHALET-DOREAU, B.; OULD-BAH, M.Y. *In vitro* and *in sacco* methods for the estimation of dietary nitrogen degradability in the rumen: a review. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.40, p.57-86, 1992.
- MOLINA, L.R.; RODRIGUEZ, N.M.; SOUSA, B.M. et al. Parâmetros de degradabilidade potencial da matéria seca e da proteína bruta das silagens de seis genótipos de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench), com e sem tanino no grão, avaliados pela técnica *in situ*. *Rev. Bras. Zootec.*, v.32, p.222-228, 2003.
- NASCIMENTO, M.P.S.C.B.; OLIVEIRA, M.E.A.; NASCIMENTO, H.T.S. et al. *Forrageiras da Bacia do Parnaíba: usos e composição química*. Teresina: EMBRAPA-CPAMN/Recife: Associação Plantas do Nordeste – PNE, 1996. 86p. (EMBRAPA-CPAMN. Documentos, 19).
- NGWA, A.T.; NSAHLAI, I.V.; BONSI, M.L.K. The potential of legume pods as supplements to

Degradabilidade ruminal...

- low quality roughages. *S. Afric. J. Anim. Sci.*, v.30, Suppl. 1, p.107-108, 2000.
- NOCEK, J.E. *In situ* e outros métodos para estimar a proteína ruminal e a digestibilidade da energia: uma revisão. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE DIGESTIBILIDADE EM RUMINANTES, Lavras, 1997. *Anais...* Lavras: UFLA-FAEPE, 1997. p.240-285.
- NOZELLA, E.F. *Determinação de taninos em plantas com potencial forrageiro para ruminantes*. 2001. 58f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.
- NUTRIENT requirements of dairy cattle. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy, 2001. 381p.
- NUTRIENT requirements of sheep. 6.ed. Washington, D.C.: National Academy, 1985. 99p.
- OFFICIAL methods of analysis. 15.ed. Arlington, VA: AOAC, 1990.
- ØRSKOV, E.R. *Nutrición proteica de los rumiantes*. Zaragoza, España: Acribia, 1988. 178p.
- ØRSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. *J. Agric. Sci.*, v.92, p.499-503, 1979.
- QUANTIFICATION of tannins in tree foliage: a laboratory manual for the FAO/IAEA coordinated research project on 'use of nuclear and related techniques to develop simple tannin assays for predicting and improving the safety and efficiency of feeding ruminants on tanniniferous tree foliage'. Viena: FAO/IAEA, 2000. 26p. (Working Document).
- SAMPAIO, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada *in situ*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 31.; SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE PRODUÇÃO DE RUMINANTES, Maringá, 1994. *Anais...* Maringá: SBZ/EDUEM, 1994. p.81-88.
- SAMPAIO, I.B.M.; PIKE, D.J.; OWEN, E. Optimal design for studying dry matter degradation in the rumen. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.47, p.373-383, 1995.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J. Anim. Sci.*, v.70, p.3562-3577, 1992.
- TOLERA, A.; KHAZAAL, K.; ØRSKOV, E.R. Nutritive evaluation of some browse species. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.67, p.181-195, 1997.
- USER'S guide: statistics. Cary, NC: SAS Institute, 2000.
- VAN SOEST, P.J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. New York: Cornell University, 1994. 476p.
- 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. *J. Dairy Sci.*, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VIEIRA, P.F. *Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídeos em rações para ruminantes*. 1980. 98f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R.S. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. *Anim. Feed Sci. Technol.*, v.39, p.95-110, 1992.