

## Metabolismo de compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo vagens de faveira

*Metabolism of nitrogenous compounds in sheep fed diets containing Parkia platycephala pods*

ALVES, Arnaud Azevêdo<sup>1\*</sup>; SALES, Ronaldo de Oliveira<sup>2</sup>; NEIVA, José Neuman Miranda<sup>3</sup>; MEDEIROS, Ariosvaldo Nunes<sup>4</sup>; BRAGA, Alexandre Paula<sup>5</sup>; AZEVÊDO, Danielle Maria Machado Ribeiro<sup>6</sup>; SILVA, Lília Raquel Fé da<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidade Federal do Piauí, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Teresina, Piauí, Brasil.

<sup>2</sup>Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Fortaleza, Ceará, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Federal do Tocantins, Departamento de Zootecnia, Araguaína, Tocantins, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Federal da Paraíba, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Zootecnia, Paraíba.

<sup>5</sup>Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Departamento de Zootecnia, Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

<sup>6</sup>Embrapa Meio-Norte, Teresina, Piauí, Brasil.

\*Endereço para correspondência: arnaud@ufpi.edu.br

### RESUMO

Avaliou-se a utilização do nitrogênio de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) associadas ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) nas proporções 0; 25; 50; 75 e 100%, com base na MS. Utilizou-se 20 ovinos machos adultos mestiços Santa Inês, em gaiolas de metabolismo, em delineamento de bloco ao acaso, distribuídos quanto ao peso vivo. Quantificou-se os teores de nitrogênio ingerido ( $N_i$ ), fecal ( $N_f$ ) e urinário ( $N_u$ ) e suas relações, a digestibilidade da proteína e o balanço de nitrogênio. Determinou-se os parâmetros ruminais pH e N-NH<sub>3</sub> e a concentração de ureia no soro sanguíneo, ao se considerar os tempos de coleta como subparcelas das parcelas (níveis de vagens de faveira) nos blocos. Houve efeito da inclusão de vagens de faveira na relação  $N_f/N_i$ , com excreção de 0,28% do  $N_i$  como  $N_f$  por unidade percentual de inclusão de vagens. A relação  $N_u/N_i$  apresentou efeito quadrático, reduzindo a até 51,3% de vagens, com 12,1g $N_u$ /100 g $N_i$ . A maior retenção de N ocorreu com 35,4% de vagens, o que indica eficiência de utilização de compostos nitrogenados. O pH ruminal e as concentrações de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal e de ureia no soro sanguíneo foram influenciados pelas dietas, tempos de coleta e interação nível de vagens x tempo de coleta. O N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal e a ureia no soro

sanguíneo mostraram-se eficientes em refletir o *status* nutricional de ovinos quanto à disponibilidade de nitrogênio da dieta, podendo ser adotada em sistemas de produção.

**Palavras-chave:** balanço de nitrogênio, retenção de nitrogênio, valor nutritivo

### SUMMARY

The metabolism of nitrogenous compounds in sheep fed diets with *P. platycephala* pods was evaluated. Twenty Santa Inês crossbreed sheep, males, adults, castrated were maintained in metabolism cages, according to the experimental design of randomized blocks, distributed according to live weight. Ingested ( $N_i$ ), fecal ( $N_f$ ) and urinary ( $N_u$ ) nitrogen, and its relations; crude protein digestibility and nitrogen balance were quantified. In the end of the metabolism experiment, ruminal parameters (pH and N-NH<sub>3</sub>) and blood serum urea nitrogen concentration was quantified as split spot parcel in time, with the parcels being *P. partycephala* pods levels in the blocks. Linear crescent effect of inclusion of *P. platycephala* pods in the  $N_f/N_i$  ratio was verified, with 0.28% of the  $N_i$  excreted as  $N_f$  for percent unit of *P. platycephala* pods inclusion, whereas  $N_u/N_i$  ratio presented quadratic effect with inclusion of *P.*

*platycephala* pods, decreasing until 51.3% of *P. platycephala* pods, with 12.2g  $N_u/100gN_i$ . Nitrogen retention (%  $N_i$ ) was maximum with 36.4% of *P. platycephala* pods, indicating better efficiency of nitrogenous compounds utilization and smaller impact in the environment. Ruminal pH and the N-NH<sub>3</sub> in the ruminal liquid and blood serum urea nitrogen concentrations was affected for experimental diets, collection times and *P. platycephala* pods x collection times. N-NH<sub>3</sub> in the ruminal liquid and blood serum urea were efficient in reflect the sheep nutritional status in relation with nitrogen availability, and it may be adopted in production systems.

**Keywords:** nitrogen balance, nitrogen retention, nutritive value

## INTRODUÇÃO

A faveira (*Parkia platycephala* Benth.) é uma leguminosa arbórea de ocorrência natural em áreas do cerrado brasileiro, onde suas vagens são utilizadas na suplementação alimentar de ruminantes, principalmente quando há baixa disponibilidade de forragem, na estação seca, consistindo fonte energética para esses animais (ALVES et al., 2007). Entretanto, assim como a maioria das leguminosas tropicais, essas plantas apresentam em sua composição significativos teores de compostos fenólicos, como os taninos, o que pode restringir a utilização de compostos nitrogenados.

A qualidade da proteína das dietas para ruminantes tem sido avaliada como proteína digestível ou pelo balanço de nitrogênio. A proteína digestível representa o balanço entre o consumo de proteína da dieta e a excreção fecal, enquanto o balanço de nitrogênio reflete as perdas urinárias, o que fornece uma quantificação do metabolismo proteico e demonstra especificamente a retenção de proteína pelo organismo.

A amônia é o principal produto final da degradação da proteína dietética, sendo parte desta absorvida através do epitélio ruminal e transportada, via circulação sanguínea, para o fígado, onde é convertida em ureia e excretada pelas vias renais.

Tendo em vista a importância da utilização de leguminosas nas dietas para ruminantes, bem como o efeito dos taninos, objetivou-se com a realização desta pesquisa avaliar o efeito da inclusão de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em dietas para ovinos sobre o metabolismo dos compostos nitrogenados.

## MATERIAL E MÉTODOS

Esta pesquisa foi conduzida no Departamento de Zootecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE. Avaliou-se dietas totais para ovinos em terminação contendo vagem de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.) processado aos 45 dias de rebrota nas proporções 0; 25; 50; 75 e 100%, com base na MS, correspondentes aos tratamentos experimentais (Tabela 1).

Foram utilizados 20 ovinos adultos, machos, castrados, caudectomizados, em gaiolas de metabolismo com água e mistura mineral *ad libitum*, segundo o delineamento de blocos ao acaso, distribuídos quanto ao peso vivo. A formulação das dietas e a quantidade fornecida aos animais por dia seguiram as recomendações do NRC (1985) com consumo na proporção de 1,9% do peso vivo.

Tabela 1. Composição bromatológica das dietas contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição do feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.)

Constituintes	Níveis de vagens de faveira (%)				
	0	25	50	75	100
Matéria seca (%)	89,13	85,83	82,76	79,91	77,25
Matéria mineral <sup>1</sup>	7,97	6,64	5,29	3,97	2,63
Proteína bruta <sup>1</sup>	9,14	9,65	10,16	10,67	11,18
Extrato etéreo <sup>1</sup>	1,49	1,43	1,36	1,31	1,25
Fibra em detergente neutro <sup>1</sup>	79,34	64,43	49,52	34,60	19,70
Fibra em detergente ácido <sup>1</sup>	41,68	34,53	27,39	20,25	13,10
Lignina em detergente ácido <sup>1</sup>	5,61	5,58	5,56	5,53	5,50
Nitrogênio insolúvel em detergente neutro <sup>1</sup>	0,82	0,72	0,64	0,55	0,45
Nitrogênio insolúvel em detergente ácido <sup>1</sup>	0,19	0,19	0,18	0,17	0,17
Carboidratos não fibrosos <sup>1</sup>	7,13	22,38	37,64	52,88	68,12
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup>	59,83	62,23	63,10	64,88	72,51
Taninos totais <sup>2</sup>	0,21	2,86	5,50	8,15	10,79
Taninos condensados <sup>3</sup>	0,02	0,47	0,92	1,36	1,81

<sup>1</sup>% na MS; <sup>2</sup>Equivalente ácido tânico; <sup>3</sup>Equivalente leucocianidina.

Os animais foram pesados em jejum para distribuição nos blocos, e ao primeiro e último dia da fase experimental para conhecimento dos pesos vivos inicial, final e médio, servindo o peso como base para expressão do consumo de proteína bruta. Adotou-se o método de coleta total de fezes, realizada com auxílio de sacolas de napa, e duração de sete dias, precedida por 14 dias de adaptação às condições experimentais. Durante a pesquisa os ovinos receberam as dietas como alimento exclusivo, fornecido em duas refeições, às 8h e 16h, com previsão de sobras de 15% do fornecido.

Durante a fase de coletas, a intervalos de 24 horas foram registrados os pesos do alimento fornecido, sobras, fezes e volume de urina. Foram obtidas amostras diárias do alimento fornecido e sobras (15% do total), das fezes (20% do total) e urina (10% do total), armazenadas em freezer (-5 a -10°C) para posteriores análises. A intervalos de 24 horas, a urina excretada por cada

animal era coletada em baldes plásticos que continham 20mL de solução de HCl (1:1), para evitar volatilização de amônia.

As amostras de vagens foram pré-secas em estufa com circulação forçada de ar, à 52°C e trituradas em moinho tipo *Willey*, com peneira de malha 1,0mm de diâmetro. Todo o material moído foi homogeneizado e, obtido deste uma subamostra com cerca de 100g para determinação dos teores de fenóis totais, taninos totais e taninos condensados.

Determinou-se os teores de matéria seca (MS), e com base na MS, o teor de matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), segundo AOAC (2010), e da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina ácido detergente (LAD), pelo método de Van Soest et al. (1991). Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados por diferença, segundo Hall (2000), e os Nutrientes Digestíveis Totais (NDT) calculados pela fórmula de Weiss et al. (1992),

NDT (%) = PBD% + FDND% + CNFD% + (EED% x 2,25).

A partir dos resíduos insolúveis em detergente ácido e em detergente neutro determinaram-se os teores de nitrogênio insolúvel em detergente ácido (NIDA) e em detergente neutro (NIDN), pelo processo semimicro Kjeldahl (AOAC, 2010).

Para avaliação da utilização do nitrogênio, foram quantificados  $N_{\text{ingerido}}$ ,  $N_{\text{fecal}}$  e  $N_{\text{urinário}}$  e, a partir destes, estabelecidas as relações  $N_{\text{urinário}}/N_{\text{ingerido}}$ ,  $N_{\text{fecal}}/N_{\text{ingerido}}$  e  $N_{\text{urinário}}/N_{\text{fecal}}$ . A determinação do teor de N nas amostras e estimativa do conteúdo de proteína bruta seguiu o processo semimicro Kjeldahl. A retenção de nitrogênio (gN/dia), foi calculada pela fórmula de Decandia et al. (2000),  $N_{\text{retido}} = N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{fecal}} + N_{\text{urinário}})$ . A percentagem de nitrogênio ingerido aparentemente retido (BN) foi estimada a partir da equação  $BN (\%) = [N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{fecal}} + N_{\text{urinário}})/N_{\text{ingerido}}] \times 100$ .

Para a extração dos compostos fenólicos utilizou-se acetona aquosa (70:30; v/v) como solvente, e os conteúdos de fenóis e taninos totais foram analisados pelo método *Folin Ciocalteu*, descrito por Sousa et al. (2007), e o de taninos condensados pelo método de *Porter*, descrito por Guimarães-Beelen et al. (2006).

Para avaliação de parâmetros ruminais e sanguíneos, foram realizadas coletas de líquido ruminal (LR), mediante utilização de sonda esofágica, e de sangue por punção da jugular, antes do fornecimento da primeira refeição, às 8h, o que representou o primeiro tempo de coleta (tempo 0h), e às 2,5; 5,0 e 7,5 horas pós-prandiais, com fornecimento normal das refeições do dia após a primeira coleta, e foi mantida a mesma sequência de coleta e fornecimento dos alimentos para todos os animais, segundo o tempo, como adotado por Vargas et al. (2001).

As coletas de líquido ruminal (LR), para medição do pH e determinação da concentração de N-NH<sub>3</sub>, e as de sangue, para quantificação do teor de ureia no soro sanguíneo, foram realizadas em três dos quatro animais de cada tratamento, segundo o delineamento experimental de blocos casualizados, em parcelas subdivididas (parcelas = cinco níveis de vagens de faveira; subparcelas = quatro tempos de coleta de LR ou de sangue), com três blocos (ovinos).

Coletou-se 100mL do líquido ruminal e determinou-se imediatamente o pH por meio do peagâmetro digital. Após as coletas, as amostras de líquido ruminal foram filtradas em quatro camadas de gaze e acondicionadas em garrafas plásticas contendo 1,0ml de HCl (1:1), as quais foram vedadas e mantidas em freezer (-5 a -10°C). Posteriormente, centrifugou-se 5,0mL de LR a 3.000rpm, a 10°C, durante 15 minutos, e determinou-se o teor N-NH<sub>3</sub> no sobrenadante, por destilação com hidróxido de potássio 2 N.

As coletas de amostras de sangue, para determinação das concentrações de ureia foram procedidas por punção para obtenção de 2,0mL de sangue a partir da veia jugular, em *vacuotainer*, o qual continha ativador de coágulo. Em seguida, foram centrifugados a 3.000rpm a 10°C por 15 minutos e mantidos em freezer (-5 a -10°C). A determinação das concentrações de ureia foi procedida por teste enzimático colorimétrico para diagnóstico *in vitro*, com leitura em fotocolorímetro (METRONIC Fotocolorímetro M3). A concentração de ureia (mg/dL) foi calculada pela fórmula: Ureia (mg/dL) = (Absorbância da amostra/Absorbância do Padrão) x 70.

Os dados foram avaliados mediante adoção do procedimento *Generalized Linear Model* (PROC GLM) do logiciário estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2000)

e realizadas estatísticas descritivas básicas para média, desvio padrão e coeficiente de variação, segundo o procedimento para médias (PROC MEANS), ao nível de probabilidade 5%.

Os modelos de regressão foram ajustados pelo PROC REG do logiciário estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2000), para expressão do efeito da inclusão de vagens de faveira e dos teores de tanino sobre a ingestão, excreção e retenção de N e parâmetros de metabolismo ruminal (pH e N-NH<sub>3</sub>) e ureia no soro sanguíneo. Com o objetivo de definir o comportamento biológico das variáveis, o modelo ajustado foi o de maior grau significativo a 5% de probabilidade.

Foram correlacionados os parâmetros do metabolismo dos compostos nitrogenados pelo coeficiente de correlação de Pearson ao nível de significância 5%, com a utilização do procedimento PROC CORR do logiciário estatístico SAS (SAS INSTITUTE, 2000). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As dietas contendo feno de capim-Tifton 85 resultaram em retenção positiva de N, em média  $3,62, \pm 1,52$  g N<sub>retido</sub>/dia, equivalente a  $22,89 \pm 5,89\%$  do N<sub>ingerido</sub>, enquanto a dieta contendo exclusivamente vagens de faveira resultou em retenção negativa de N ( $-0,66$  g/dia).

A dieta contendo exclusivamente vagens de faveira, com 10,79% de taninos totais (TT) e 1,81% de taninos condensados (TC), resultou em balanço de nitrogênio (BN) negativo, com destaque para o baixo consumo voluntário de MS ( $43,92 \pm 10,81$ g/UTM),

e conseqüentemente de N ( $0,79 \pm 0,20$  g/UTM), e elevada excreção de N<sub>urinário</sub> ( $42,97 \pm 17,63\%$  do N<sub>ingerido</sub>).

A inclusão de vagens de faveira resultou em efeito quadrático ( $P < 0,01$ ) sobre a excreção de N<sub>fecal</sub>, com acréscimo de até 51,7% de vagens, quando o N<sub>fecal</sub> representou 57,7% do N<sub>ingerido</sub>, enquanto a excreção de N<sub>urinário</sub> reduziu de forma quadrática ( $P < 0,01$ ) até o nível 70,4% de vagens, quando representou 15,8% do N<sub>ingerido</sub>. Quando se aumentou a inclusão de vagens de faveira de 70,4 para 100%, a relação N<sub>urinário</sub>/N<sub>ingerido</sub> incrementou 230%, com reflexos sobre a retenção de N (Figura 1).

A relação N<sub>fecal</sub>/N<sub>ingerido</sub> aumentou linearmente ( $P < 0,01$ ) com a inclusão de vagens de faveira, com excreção de 0,28% do N<sub>ingerido</sub> como N<sub>fecal</sub> por unidade percentual de inclusão de vagens, enquanto a relação N<sub>urinário</sub>/N<sub>ingerido</sub> apresentou relação quadrática ( $P < 0,01$ ), regredindo até o nível de inclusão 51,3%, com  $12,1$ g N<sub>urinário</sub>/100g N<sub>ingerido</sub>. Diferenças nas vias de excreção de N, com conseqüente aumento da excreção de N<sub>fecal</sub> com o aumento da concentração de proantocianidinas, podem aumentar a produtividade animal quando estes compostos se apresentam em níveis intermediários na dieta (WOODWARD E REED, 1997).

Houve efeito quadrático da inclusão de vagens de faveira sobre a ingestão ( $P < 0,01$ ) e excreção ( $P < 0,05$ ) de N, com máximo e mínimo para os níveis de inclusão 41,0% e 41,5%, respectivamente, embora as exigências de PB para os animais do bloco mais leve ( $24,30 \pm 1,53$ kgPV) e pesado ( $32,59 \pm 3,36$ kgPV), de 43,9 e 56,2g/dia, respectivamente, preconizadas pelo NRC (2007), tenham sido atendidas para todos os níveis de inclusão de vagens de faveira.



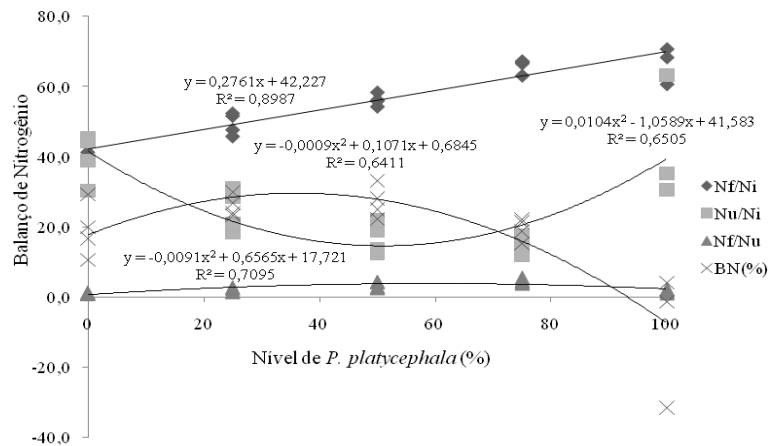


Figura 1. Modelos ajustados para as relações  $N_{fecal}/N_{ingerido}$ ,  $N_{urinário}/N_{ingerido}$  e  $N_{fecal}/N_{urinário}$  e balanço de nitrogênio (BN) como % do Ningerido das dietas para ovinos contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.).

A partir das equações ajustadas (Figura 2), verificou-se que os máximos de ingestão, excreção e retenção de N (% do  $N_{ingerido}$ ) ocorreram para os níveis de vagens de faveira 41,0; 41,5 e 36,4%, respectivamente, o que demonstra, nas condições deste experimento, serem estas concentrações referenciais para maior eficiência de

utilização dos compostos nitrogenados e menor impacto sobre o ambiente. Segundo Makkar (2003) a complexação da proteína dietética com o tanino, por meio da redução dos teores de  $N-NH_3$ , pode refletir em menor excreção de nitrogênio na urina, e assim, reduzir o impacto da produção animal sobre o meio ambiente.

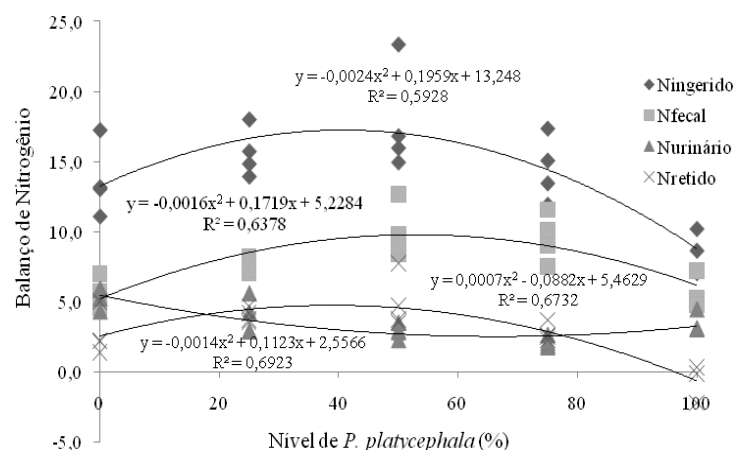


Figura 2. Modelos ajustados para  $N_{ingerido}$ ,  $N_{fecal}$ ,  $N_{urinário}$  e  $N_{retido}$  das dietas para ovinos contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.).

O teor de taninos condensados (TC) das dietas correlacionou-se inversamente ( $P < 0,01$ ) com a excreção urinária de  $N$  ( $r = -0,6330$ ), sem efeito sobre a excreção fecal de  $N$  ( $P > 0,05$ ), sendo  $\hat{Y}_{N_{urinario}} = 4,7495 - 4,7955TC + 1,8851TC^2$ ,  $R^2 = 0,8505$  ( $P < 0,01$ ), do que resulta redução na excreção urinária de  $N$  até a proporção 1,3% de taninos condensados. No entanto, a dieta contendo exclusivamente vagens de faveira, com 10,79% de taninos totais e 1,81% de

taninos condensados (Tabela 2), resultou em balanço negativo de  $N$ . Naturalmente, os ruminantes não dispõem de reservas proteicas análogas às reservas lipídicas e mobilizam aminoácidos provavelmente do *pool* de compostos nitrogenados no sangue, que inclui aminoácidos e ureia, visando manutenção das funções homeostáticas vitais, como gliconeogênese, que depende de aminoácidos glicogênicos.

Tabela 2. Coeficientes de correlação de Pearson ( $r$ ) entre os parâmetros de metabolismo nitrogenado em ovinos alimentados com as dietas contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.)

Parâmetros		$N_f$	$N_u$	$N_{exct}$	BN % <sub>i</sub>	DPB	pH do LR	N-NH <sub>3</sub> no LR	Ureia no soro sanguíneo
$N_i$	r	0,7944	-0,0713	0,9104	0,7750	0,2684	0,6131	0,2052	0,0849
	Prob.	<0,0001	0,7718	<0,0001	<0,0001	0,2666	0,0052	0,3993	0,7297
$N_f$	r		-0,5651	0,8018	0,5139	-0,3576	0,2122	-0,2291	-0,4255
	Prob.		0,0117	<0,0001	0,0244	0,1328	0,3831	0,3454	0,0694
$N_u$	r			0,0400	-0,1857	0,7344	0,3087	0,5097	0,8214
	Prob.			0,8710	0,4466	0,0003	0,1985	0,0258	<0,0001
$N_{exct}$	r				0,4879	0,0989	0,4806	0,0917	0,0797
	Prob.				0,0341	0,6871	0,0373	0,7090	0,7458
BN % <sub>i</sub>	r					0,4421	0,6897	0,2822	0,0400
	Prob.					0,0581	0,0011	0,2417	0,8707
DPB	r						0,6389	0,6651	0,7574
	Prob.						0,0032	0,0019	0,0002
pH do LR	r							0,3397	0,4357
	Prob.							0,1547	0,0623
N-NH <sub>3</sub> no LR	r								0,7062
	Prob.								0,0007

$N_i$ =nitrogênio ingerido;  $N_f$ =nitrogênio fecal;  $N_u$ =Nitrogênio urinário;  $N_{exct}$ =Nitrogênio excretado; BN=balanço de nitrogênio; DPB=digestibilidade da proteína; LR=líquido ruminal.

Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,01$ ) da inclusão de vagens de faveira sobre a digestibilidade aparente da proteína (DPB), bem como das percentagens de taninos totais (TT) e taninos condensados (TC) na dieta, com equações

$\hat{Y}_{DPB} = 57,3189 - 2,6476TT$ ,  $R^2 = 0,9233$  e  $\hat{Y}_{DPB} = 57,0759 - 15,6488TC$ ,  $R^2 = 0,9233$ , respectivamente, o que indica que a cada incremento de 1% na concentração de taninos condensados evidenciou-se decréscimo de 15,6% na digestibilidade

da proteína. A digestibilidade da proteína sofreu efeito negativo ( $P < 0,01$ ) do consumo de taninos totais e taninos condensados (g/UTM), com coeficientes de correlação  $r = -0,9143$  e  $r = -0,9079$ , respectivamente. Makkar (2003) afirma que dietas contendo 2 a 3% de tanino reduzem a eficiência das bactérias fibrolíticas, mas não afetam a eficiência de síntese de proteína no rúmen. Pereira Filho et al. (2005) observaram relação ( $P < 0,05$ ) entre o teor de tanino e a digestibilidade da proteína, cujo aumento de 1% de taninos totais proporcionou redução linear de 4,15% na digestibilidade da proteína do feno da jurema-preta, e a digestibilidade da proteína foi mais intensamente influenciada pelos taninos totais.

Embora se reconheça a importância do tanino como agente protetor da proteína na nutrição de ruminantes, o limitado nível de ingestão de proteína para manutenção, associado à baixa digestibilidade deste constituinte, pode ser comprometido pela presença de tanino em níveis aquém dos preconizados por Vitti et al. (2005) como vantajosos para ruminantes, de 2 a 4%.

As vagens de faveira apresentaram 11,18% de PB (Tabela 2) e digestibilidade da PB 33,35%, do que resulta 3,73% de proteína digestível (PD), o que corrobora os resultados obtidos por Pereira Filho et al. (2005), nos quais observou-se que o teor de tanino influenciou diretamente a concentração de proteína digestível.

Quando do fracionamento da proteína, 25,2 e 9,5% da PB das vagens de faveira apresentou-se associada à FDN e FDA, respectivamente (Tabela 1). Estes valores não diferem muito dos obtidos por Batista et al. (2002) para vagens de algaroba (*Prosopis juliflora* (Swartz) DC.), com 15,1 e 9,6% da PB associada à FDN e FDA, respectivamente, embora a

disponibilidade de proteína (PD) ao ruminante pelas vagens de algaroba seja 229% superior à obtida para vagens de faveira.

O pH ruminal e as concentrações de  $N-NH_3$  no líquido ruminal (LR) e de ureia no soro sanguíneo foram influenciados ( $P < 0,01$ ) pelas dietas experimentais, tempos de coleta e interação nível de vagens de faveira x tempo de coleta do líquido ruminal e de sangue (Tabela 3). A análise de regressão para tempos de coleta do líquido ruminal e níveis de vagens de faveira demonstrou comportamentos distintos destes fatores quanto ao pH ruminal e concentrações de  $N-NH_3$  no líquido ruminal e de ureia no soro sanguíneo (Figuras 3, 4, 6 e 7). A evolução do pH para a dieta com 0% de vagens de faveira em substituição ao feno de capim-Tifton 85, linear até 7,5 horas é concordante com resultado de Silva et al. (2007) para feno de capim-Tifton 85, o qual só atingiu pH mínimo 8 horas após alimentação.

Não houve efeito das dietas ( $P > 0,05$ ) sobre o pH do líquido ruminal quando os animais se encontravam em jejum, com média  $7,01 \pm 0,13$ . Nos tempos de coleta do líquido ruminal 2,5 e 5,0 horas, houve redução linear ( $P < 0,05$ ) do pH ruminal com o aumento no nível de vagens de faveira, enquanto, no tempo de coleta do líquido ruminal 7,5 horas, houve efeito quadrático ( $P < 0,05$ ) da inclusão de vagens, com pH máximo 6,7 para o nível 34% de vagens (Figura 3). O elevado pH no líquido ruminal dos ovinos em jejum é condizente com o obtido por Silveira et al. (2009),  $pH = 7,09$ , para bovinos alimentados com cana-de-açúcar, e por Zeoula et al. (2002), para bovinos suplementados com diferentes fontes energéticas.

No tempo de coleta 7,5 horas, o pH do líquido ruminal mostrou-se inferior a



6,2 a partir da inclusão de 83,8% de vagens de faveira. Este resultado indica efeito depressor de níveis elevados de vagens sobre o pH ruminal, o que é característico de fontes de carboidratos de alta solubilidade. Dietas com elevado teor de concentrados influenciam a queda do pH, devido ao acúmulo do ácido lático. O pH inferior a 6,2 compromete o crescimento da população de microorganismos

fibrolíticos (VELOSO et al., 2000). No entanto, para níveis mais baixos (25 e 50%) e nos demais tempos de coleta este problema não foi evidenciado, com destaque para a importância da inclusão de vagens de faveira na melhoria da fermentação do feno de capim-Tifton 85, o que resultou em diminuição do pH a 2,3 horas após ingestão.

Tabela 3. pH e concentração de N amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no líquido ruminal e de ureia no soro sanguíneo de ovinos após fornecimento das dietas contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.)

Tempo (h)	Níveis de vagens de faveira (%)					Média	CV (%)
	0	25	50	75	100		
pH do líquido ruminal							2,69
0	7,04	6,87	7,04	7,09	7,00	7,01	-
2,5	6,77	6,49	6,19	6,41	6,18	6,41	-
5,0	6,65	6,72	6,63	6,46	6,18	6,53	-
7,5	6,51	6,73	6,63	6,39	5,75	6,40	-
Média	6,74	6,71	6,62	6,59	6,28	-	-
N-NH <sub>3</sub> no líquido ruminal (mg/dL)							18,37
0	9,20	7,79	5,08	4,40	8,19	6,93	-
2,5	11,57	15,13	12,93	5,48	6,38	10,30	-
5,0	10,67	8,86	9,88	3,84	7,05	8,06	-
7,5	11,29	6,27	4,97	3,10	7,23	6,57	-
Média	10,68	9,51	8,21	4,21	7,21	-	-
Ureia no soro sanguíneo (mg/dL)							10,82
0	44,90	32,44	28,72	29,43	33,53	33,80	-
2,5	49,98	29,81	25,22	18,18	25,93	29,82	-
5,0	43,81	30,22	19,12	17,61	21,97	26,55	-
7,5	40,90	30,11	17,46	13,36	20,32	24,43	-
Média	44,90	30,64	23,63	19,65	25,44	-	-

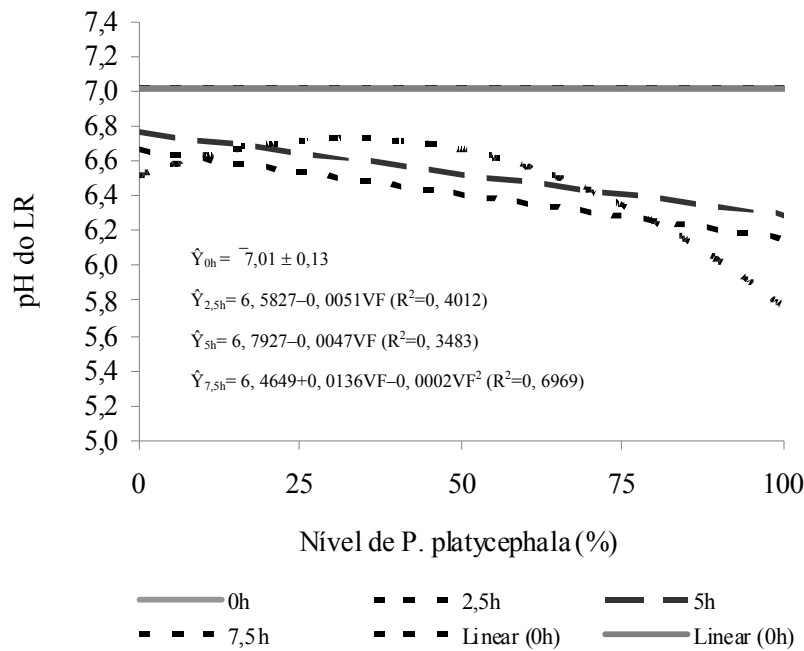


Figura 3. pH do líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com dietas contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), em função da inclusão de vagens

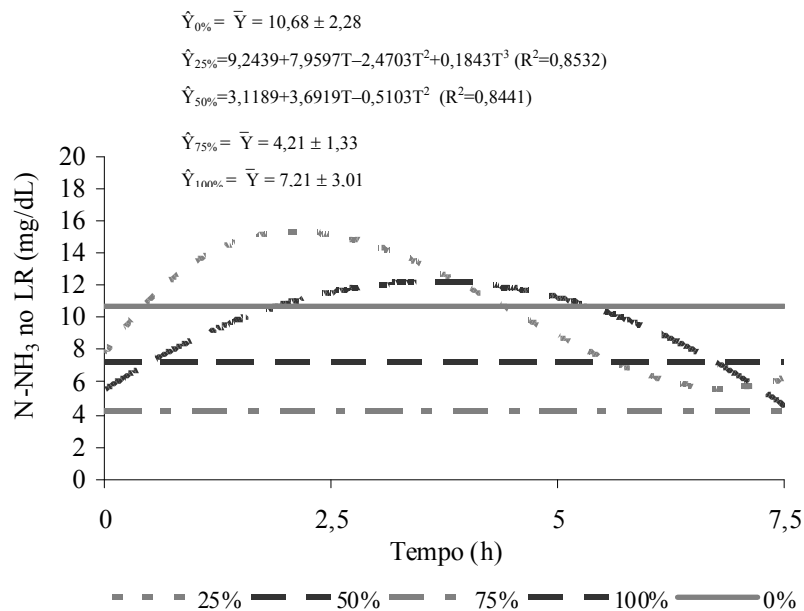


Figura 4. Teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com dietas contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), em função do tempo de coleta de LR após a primeira refeição

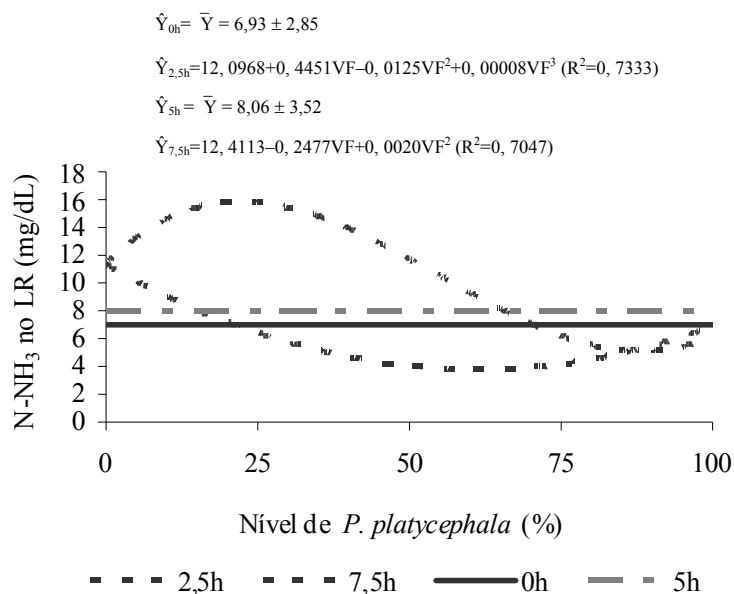


Figura 5. Teores de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no líquido ruminal (LR) de ovinos alimentados com dietas contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), em função da inclusão de vagens.

Os valores mínimos de pH estimados para as dietas contendo vagens de faveira em associação ao feno de capim-Tifton 85 mostraram-se superiores ao pH 6,2, o que indica, segundo Veloso et al. (2000), compatibilidade com as atividades celulolítica e proteolítica normais, como referencial da manutenção de boas condições do ambiente ruminal para eficiente processo fermentativo. No entanto, para a dieta contendo exclusivamente vagens de faveira, estima-se comprometimento destas condições a partir das 4 horas pós-ingestão, o que se justifica pelo elevado conteúdo de CNF (68,1%) das vagens de faveira, os quais são de rápida fermentação e poder acidificante. Outro fator a ser considerado na estabilização do pH em condições favoráveis à fermentação microbiana ruminal em dietas com até 83,8% de vagens de faveira foi a manutenção dos conteúdos de FDN (29,36%) e FDA (17,73%) em níveis superiores a 25% e

próximo dos 19%, respectivamente, considerados adequados aos bovinos para perfeito funcionamento ruminal (NRC, 2001).

Para as dietas com 0, 75 e 100% de vagens de faveira em substituição ao feno de capim-Tifton 85, não houve efeito ( $P > 0,05$ ) dos tempos de coleta de líquido ruminal sobre a concentração de N-NH<sub>3</sub>. Houve comportamento quadrático ( $P < 0,01$ ) para a dieta contendo 50% de vagens, com máximo às 3,6 horas, 9,8mg N-NH<sub>3</sub>/dL do líquido ruminal. Verificou-se comportamento cúbico para a dieta contendo 25% de vagens ( $P < 0,05$ ), com máximo e mínimo às 2,1 e 6,8 horas, correspondendo às concentrações de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal de 16,8 e 6,8mg/dL, respectivamente (Figura 4).

Em função dos níveis de vagens de faveira, houve efeito cúbico ( $P < 0,05$ ) às 2,5 horas após ingestão, com valores máximo e mínimo para 22,8 e 81,4% de vagens, quando as concentrações

de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal foram 16,7 e 8,7mg/dL, respectivamente, e quadrático ( $P<0,05$ ) às 7,5 horas após ingestão, com mínimo 4,74mg N-NH<sub>3</sub>/dL LR para o nível 61,9% de vagens (Figura 5).

A concentração máxima de N-NH<sub>3</sub> no LR (16,8mg/dL) às 2,1 horas, quando da inclusão de 25% de vagens de faveira reflete o efeito associativo dos carboidratos solúveis das vagens ao feno de capim-Tifton 85, o que contribuiu com maior disponibilidade energética para atividade microbiana celulolítica e proteólise, com consequente disponibilidade de N ao ruminante. Enquanto, o efeito da dieta com 50% de vagens sobre a concentração de N-NH<sub>3</sub> no LR resultou em nível máximo 41,7% mais baixo (9,8mg/dL) e estimado em 1,5 horas mais tarde (às 3,6 horas) que o máximo para a dieta com 25% de vagens, reflexo do menor teor de carboidratos solúveis nesta dieta.

A aplicação da regressão adotada pelo NRC (1985), para estimativa da concentração de ureia plasmática (Y, mg/L) a partir da concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal (X, mg/dL), onde  $Y=79,0+14,5X$ , resultou em bom ajuste para a concentração máxima de N-NH<sub>3</sub> no LR (16,8mg/dL) às 2,1 horas, quando da inclusão de 25% de vagens de faveira, enquanto a concentração ureia no soro sanguíneo para este nível mostrou-se constante com o tempo de coleta,  $30,64\pm 3,72$ mg/dL (Figura 4).

A concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal, relativamente constante com o tempo de coleta para as dietas constituídas exclusivamente por feno de capim-Tifton 85 ou por vagens de faveira e para a dieta com 75% de vagens, reflete a lenta degradação da proteína destas dietas, com base na alta correlação positiva ( $P<0,01$ ) entre digestibilidade da PB e concentração de N-NH<sub>3</sub> no LR ( $r=0,6651$ ). Destaca-se

ainda, o efeito do tanino das dietas com 75 e 100% de vagens, com 8,15 e 10,79% de taninos totais na MS, respectivamente, concordante com afirmativa de que o declínio do conteúdo de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal, provavelmente resulta da reduzida digestão da proteína decorrente da formação de complexos tanino-proteína (VITTI et al., 2005; MAKKAR, 2003).

A concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal verificada para a dieta contendo 75% de vagens de faveira ( $4,21\pm 1,33$ mg/dL, Figura 4), e estimada no tempo 7,5 horas para 61,9% de vagens de faveira como valor mínimo (4,74mg/dL, Figura 5) mostrou-se muito baixa, e próxima a 5mg/dL, corroborada por Silva et al. (2007) como limitante à fermentação no ambiente ruminal. Enquanto, a dieta contendo exclusivamente vagens de faveira, com  $7,21\pm 3,01$ mg de N-NH<sub>3</sub>/dL, embora acima deste limite, resultou em elevada excreção urinária e fecal, associada à superior concentração de ureia no soro sanguíneo, reflexo da proteólise tissular, com balanço negativo de N.

Os ovinos em jejum apresentaram concentração de ureia no soro sanguíneo  $33,80\pm 6,89$ mg/dL, no intervalo fisiológico normal para a espécie ovina, 24 a 60mg/dL (MENEZES et al., 2006). No entanto, os animais que receberam a dieta contendo exclusivamente feno de capim-Tifton 85, apresentaram  $44,90\pm 5,89$ mg de ureia/dL de soro sanguíneo, independente do tempo de coleta, com reflexo nas maiores perdas endógenas de N urinário.

A elevada concentração de ureia no soro sanguíneo foi refletida pela fórmula adotada pelo NRC (1985), quando se previa em média 23,4mg/dL, obteve-se 44,9mg/dL, o que demonstra boa digestibilidade da PB desta dieta sem um suficiente aporte de

carboidratos para a síntese microbiana ruminal, o qual foi otimizado com a inclusão de 36,4% de vagens de faveira, resultando em maior retenção de *N*.

As concentrações de ureia no soro sanguíneo dos ovinos alimentados com feno de capim-Tifton 85 exclusivo ou com a dieta contendo 25% de vagens de faveira não variaram ( $P>0,05$ ) com o tempo de coleta de sangue. Enquanto, as inclusões de vagens 50, 75 e

100% resultaram em efeito linear decrescente de 1,59; 1,95 e 1,74mg/dL/h, respectivamente, com o tempo de coleta (Figura 6). Estes resultados, associados à maior excreção de  $N_{fecal}$  em relação ao ingerido com a inclusão de vagens, indicam que os ovinos compensaram o aumento da excreção de  $N_{fecal}$  por maior reciclagem de *N* do sangue ao rúmen.

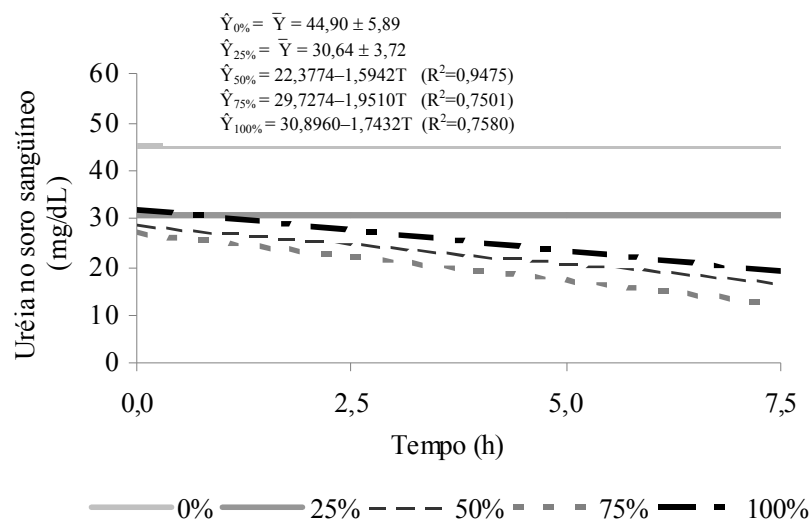


Figura 6. Teor de ureia no soro sanguíneo de ovinos alimentados com dietas contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), em função dos tempos de coleta de sangue após a primeira refeição.

Houve efeito quadrático ( $P<0,05$ ) da inclusão de vagens de faveira sobre a concentração de ureia no soro sanguíneo, com mínimos nos tempos de coleta 0; 2,5; 5 e 7,5 horas, com 61,9; 69,6; 71,6 e 73,5% de vagens, o que resultou nas concentrações mínimas 27,3; 19,4; 17,5 e 13,5mg de ureia/dL de soro sanguíneo, respectivamente (Figura 7).

A partir destes resultados, com o aumento do período pós-ingestão, o

efeito da inclusão de vagens de faveira foi maior sobre a retenção de *N* no ambiente ruminal, exceto para a dieta contendo exclusivamente vagens de faveira, quando houve acréscimo nos teores de ureia plasmática, o que pode ter decorrido da mobilização de *N* dos tecidos, com consequente perda endógena, devido à baixa absorção de *N* a partir do ambiente ruminal, reflexo da maior excreção fecal.



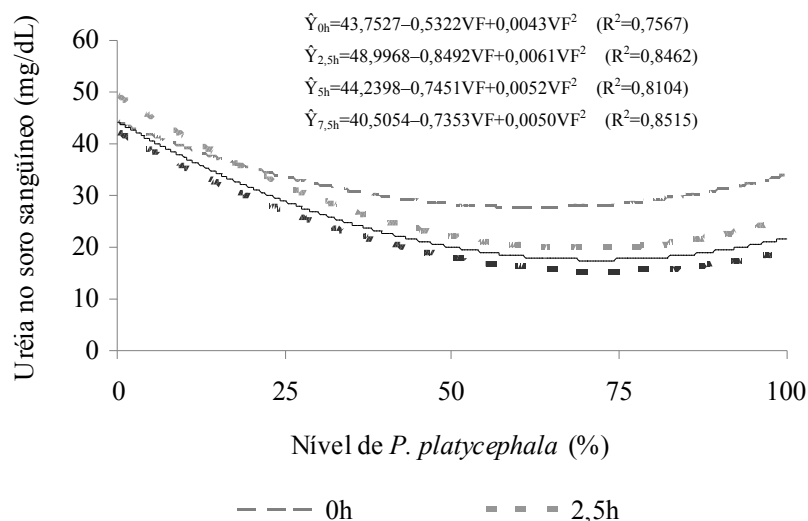


Figura 7. Teores de ureia no soro sanguíneo dos ovinos alimentados com dietas contendo vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em substituição ao feno de capim-Tifton 85 (*Cynodon* spp.), em função da inclusão de vagens.

A redução do teor de ureia no soro sanguíneo com a inclusão de vagens de faveira reflete o fluxo de  $N$  ao rúmen, tão maior quanto maior o tempo de coleta. A transferência de ureia endógena ao rúmen aumenta a síntese de proteína microbiana quando o aporte dietético de  $N$  fermentescível é limitante. Esta possibilidade de reciclagem aumenta associada à redução na excreção de ureia via urina e permite ao animal sobreviver sob limitação de  $N$ . No entanto, sob déficit energético e/ou desbalanço de aminoácidos, ocorre mobilização dos aminoácidos de certas proteínas corporais e catabolismo destes, gerando como um dos produtos de excreção a ureia (INRA, 1981). Assim, a concentração de ureia no soro sanguíneo correlacionou-se positivamente ( $P < 0,01$ ) tanto com a excreção de  $N$  urinário ( $r = 0,8214$ ) quanto com a concentração de  $N-NH_3$  no líquido ruminal ( $r = 0,7062$ ).

A inclusão de vagens de faveira em 36,4% em substituição ao feno de capim-Tifton 85 resultou em

maximização da retenção de  $N$  (% do  $N_{ingerido}$ ), o que demonstra ser esta concentração um referencial para maior eficiência de utilização dos compostos nitrogenados e menor impacto sobre o ambiente quando de sua utilização em suplementação a volumosos.

As dosagens de  $N-NH_3$  no líquido ruminal ou de ureia no soro sanguíneo mostraram-se eficientes em refletir o *status* nutricional de ovinos em relação à disponibilidade de nitrogênio na dieta, o que permite adotá-las em sistemas de produção.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, A.A.; SALES, R.O.; NEIVA, J.N.M.; MEDEIROS, A.N.; BRAGA, A.P.; AZEVEDO, A.R. Degradabilidade ruminal *in situ* de vagens de faveira (*Parkia platycephala* Benth.) em diferentes tamanhos de partículas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.4, p.1045-1051, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official Methods of Analysis**. 18. ed. Rev. Gaithersburg, Maryland, USA, 2010. 3000p.

BATISTA, A.M.; MUSTAFA, A.F.; MCKINNOND, J.J.; KERMASHA, S. *In situ* ruminal and intestinal nutrient digestibilities of mesquite (*Prosopis juliflora*) pods. **Animal Feed Science and Technology**, v.100, n.1-2, p.107-112, 2002.

DECANDIA, M.; SITZIAA, M.; CABIDDUA, A.; KABABVAB, D.; MOLLEA, G. The use of polyethylene glycol to reduce the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. **Small Ruminant Research**, v.38, n.2, p.157-164, 2000.

GUIMARÃES-BEELLEN, P.M.; BERCHIELLI, T.T.; BUDDINGTON, R.; BEELEN, R. Efeito dos taninos condensados de forrageiras nativas do semi-árido nordestino sobre o crescimento e atividade celulolítica de *Ruminococcus flavefaciens* FD1. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.58, n.5, p.910-917, 2006.

HALL, M.B. **Neutral Detergent-Soluble Carbohydrates Nutritional Relevance and Analysis: A Laboratory Manual**. Flórida: University of Flórida/Institute of Food and Agricultural Sciences, 2000. 76p. (Bulletin, 339).

INSTITUT NATIONAL DE LA RECHERCHE AGRONOMIQUE - INRA. **Alimentación de los Rumiantes**. Madrid: Mundi-Prensa, 1981. 697p.

MAKKAR, H.P.S. Effect and fate of tannins in ruminant animals, adaptation to tannins, and strategies to overcome detrimental effects of feeding tannin-rich feeds. **Small Ruminant Research**, v.49, p.241-256, 2003.

MENEZES, D.R.; ARAÚJO, G.G.L.; OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R.; SILVA, T.M.; SANTOS, A.P. Balanço de nitrogênio e medida do teor de uréia no soro e na urina como monitores metabólicos de dietas contendo resíduo de uva de vitivinícolas para ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal** [online], v.7, n.2, p.169-175, 2006.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Small Ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. 7.ed. rev. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Ruminant Nitrogen Usage**. Washington, D.C.: National Academy Press, 1985. 138p.

PEREIRA FILHO, J.M.; VIEIRA, E.L.; KAMALAK, A.; SILVA, A.M.A.; CEZAR, M.F.; BEELEN, P.M.G. Correlação entre o teor de tanino e a degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild) tratada com hidróxido de sódio. **Livestock Research for Rural Development**, v.17, n.8, 2005. Disponível em: <<http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd17/8/pere17091.htm>>. Acesso em: 12/2/2008

SAS INSTITUTE. **Statistical Analysis Systems**: user's guide. Version 8. Cary, NC, 2000.

SILVA, E.A.; BERCHIELLI, T.T.; REIS, R.A.; PIRES, A.V.; SATO, K.J.; PAES, J.M.V.; LOPES, A.D. Teores de proteína bruta para bovinos alimentados com feno de capim-Tifton 85: parâmetros ruminais, eficiência de síntese microbiana e degradabilidade *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.225-237, 2007.

SILVEIRA, R.N.; BERCHIELLI, T.T.; CANESIN, R.C.; MESSANA, J.D.; FERNANDES, J.J.R.; PIRES, A.V. Influência do nitrogênio degradável no rúmen sobre a degradabilidade *in situ*, os parâmetros ruminais e a eficiência de síntese microbiana em novilhos alimentados com cana-de-açúcar. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.570-579, 2009.

SOUSA, C.M.M.; SILVA, H.R.; VIEIRA JÚNIOR, G.M.; AYRES, M.C.C.; COSTA, C.L.S.; ARAÚJO, D.S.; CAVALCANTE, L.C.D.; BARROS, E.D.S.; ARAÚJO, P.B.M.; BRANDÃO, M.S.; CHAVES, M.H. Fenóis totais e atividade antioxidante de cinco plantas medicinais. **Química Nova**, v.30, n.2, p.351-355, 2007.

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.

VARGAS, L.H.; LANA, R.P.; MANCIO, A.B.; CAMPOS, J.M.S.; JHAM, G.N.; OLIVEIRA, M.V.M. Influência de Rumensin<sup>®</sup>, óleo de soja e níveis de concentrado sobre o consumo e os parâmetros fermentativos ruminais em bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1650-1658, 2001.

VELOSO, C.M.; RODRIGUES, N.M.; SAMPAIO, I.B.M.; GONÇALVES, L.C.; MOURAO, G.B. pH e amônia ruminais, relação folhas:hastes e degradabilidade ruminal da fibra de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.3, p.871-879, 2000.

VITTI, D.M.S.S.; ABDALA, A.L.; BUENO, I.C.S.; SILVA FILHO, J.C.; COSTA, C.; BUENO, M.S.; NOZELLA, E.F.; LONGO, C.; VIEIRA, E.Q.; CABRAL FILHO, S.L.S.; GODOY, P.B.; MÜLLER-HARVEY, I. Do all tannins have similar nutritional effects? A comparison of three Brazilian fodder legumes. **Animal Feed Science and Technology**, v.119, p.345-361, 2005.

WOODWARD, A.; REED, J.D. Nitrogen metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sebania seban*. **Journal of Animal Science**, v.75, n.4, p.1130-1139, 1997.

ZEOULA, L.M.; CALDAS NETO, S.F.; BRANCO, A.F.; PRADO, I.N.; DALPONTE, A.O.; KASIES, M.P.; FREGADOLI, F.L. Mandioca e resíduos das farinhas na alimentação de ruminantes: pH, concentração de N-NH<sub>3</sub> e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.3, p.1582-1593, 2002. Supl.

Data de recebimento: 23/09/2010

Data de aprovação: 15/09/2011