

# Metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona destoxificado

Daniel César da Silva<sup>1\*</sup>, Arnaud Azevêdo Alves<sup>2</sup>, Vânia Rodrigues Vasconcelos<sup>2</sup>, Hoston Tomás Santos do Nascimento<sup>3</sup>, Miguel Arcanjo Moreira Filho<sup>1</sup> e Maria Elizabete de Oliveira<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, Universidade Federal do Piauí, Campus Agrícola da Socopo, s/n, 64049-550, Teresina, Piauí, Brasil. <sup>2</sup>Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Piauí, Teresina, Piauí, Brasil. <sup>3</sup>Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Pesquisa Agropecuária do Meio-Norte, Teresina, Piauí, Brasil. \*Autor para correspondência: E-mail: danielcezar.s@ig.com.br

**RESUMO.** Avaliou-se o efeito da inclusão de 0; 33; 67 e 100% do farelo de mamona destoxificado (FMD) em substituição ao farelo de soja em dietas para ovinos em terminação sobre o metabolismo dos compostos nitrogenados, em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas (tempos de coleta líquido ruminal e sangue), com cinco animais por tratamento. Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) sobre os parâmetros de metabolismo de nitrogênio,  $N_{\text{ingerido}}$ ,  $N_{\text{fecal}}$ ,  $N_{\text{urinário}}$ ,  $N_{\text{absorvido}}$  e  $N_{\text{retido}}$  ( $\text{g dia}^{-1}$ ), relação  $N_{\text{fecal}}/N_{\text{ingerido}}$  e  $N_{\text{urinário}}/N_{\text{ingerido}}$  (%),  $N_{\text{fecal}}/N_{\text{urinário}}$  ( $\text{g g}^{-1}$ ) e balanço de nitrogênio (%), com médias  $26,70 \pm 5,50$ ;  $8,73 \pm 1,79$ ;  $2,17 \pm 0,71$ ;  $17,96 \pm 3,98$ ;  $15,78 \pm 3,17$ ;  $32,90 \pm 2,82$ ;  $7,89 \pm 2,55$ ;  $5,08 \pm 1,61$  e  $59,19 \pm 4,68$ , respectivamente. As dietas influenciaram ( $p < 0,05$ ) os valores de pH e N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal (LR) e ureia no soro sanguíneo, com interação ( $p < 0,05$ ) dos níveis de inclusão de farelo de mamona nas dietas x tempos de coleta de LR e sangue apenas para os teores de N-NH<sub>3</sub> ureia no soro sanguíneo. O farelo de mamona destoxificado pode ser utilizado em substituição ao farelo de soja em dietas para ovinos em terminação, por não influenciar o metabolismo do nitrogênio, com estabilidade do pH ruminal, da concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal e de ureia no soro sanguíneo em relação aos intervalos fisiológicos normais para a espécie ovina. Neste caso, o nível de inclusão deste coproduto na dieta de ovinos deve ser realizado de acordo com a viabilidade econômica da substituição.

**Palavras-chave:** balanço de nitrogênio, líquido ruminal, nitrogênio amoniacal, *Ricinus communis*, valor nutritivo.

**ABSTRACT. Nitrogen metabolism in sheep fed diets containing detoxified castor bean meal.** The study evaluated the effect of levels 0, 33, 67 and 100% of detoxified castor bean meal (DCBM) to replace soybean meal on nitrogen metabolism in diets for finishing sheep. The experimental design was randomized blocks in a split plot design (plot = levels of DCBM, and subplot = four collection times of ruminal liquid or blood: 0, 2.5, 5 and 7.5h), with five animals per treatment. No effect ( $p > 0.05$ ) was verified on nitrogen metabolism parameters:  $N_{\text{intake}}$ ,  $N_{\text{faeces}}$ ,  $N_{\text{urinary}}$ ,  $N_{\text{absorbed}}$  and  $N_{\text{retained}}$  ( $\text{g day}^{-1}$ ),  $N_{\text{faeces}}/N_{\text{intake}}$ ,  $N_{\text{urinary}}/N_{\text{intake}}$  (%) and  $N_{\text{fecal}}/N_{\text{urinary}}$  ( $\text{g g}^{-1}$ ) ratio and nitrogen balance (%), with means  $26.70 \pm 5.50$ ,  $8.73 \pm 1.79$ ,  $2.17 \pm 0.71$ ,  $17.96 \pm 3.98$ ,  $15.78 \pm 3.17$ ,  $32.90 \pm 2.82$ ,  $7.89 \pm 2.55$ ,  $5.08 \pm 1.61$  and  $59.19 \pm 4.68$ , respectively. The diets influenced ( $p < 0.05$ ) pH and N-NH<sub>3</sub> in ruminal fluid (RF) and blood urea concentrations, with interaction ( $p < 0.05$ ) levels of inclusion of castor bean meal x collection times of RF and blood only for N-NH<sub>3</sub> and urea concentrations. Detoxified castor bean meal can be used to replace soybean meal in diets for finishing sheep, as it has no influence on nitrogen metabolism, with stable rumen pH, concentration of N-NH<sub>3</sub> in ruminal fluid and urea in blood serum in relation to normal physiological values for sheep. In this case, the level of inclusion of this co-product in diets of sheep should be done according to the economic feasibility of substitution.

**Key words:** nitrogen balance, ruminal fluid, ammonia nitrogen, *Ricinus communis*, nutritional value.

## Introdução

A agricultura representa importante papel na economia do Brasil, com destaque para as agroindústrias, que processam grande parte dos produtos agrícolas destinadas à alimentação humana e

animal e à produção de biocombustíveis. Neste sentido, a atenção é voltada ao processamento de sementes de oleaginosas como soja, algodão, girassol e mamona e da amêndoa de babaçu, com geração de vários coprodutos com potencial para utilização na

alimentação animal, especialmente de ruminantes. De acordo com Xenofonte et al. (2008), o uso de resíduos agroindustriais pode resultar em desempenho satisfatório na produção de carne ovina.

A utilização de coprodutos da agroindústria na região Nordeste é justificada pela baixa disponibilidade e pela qualidade da forragem disponível ao longo do ano, com maior agravante para o período seco, o que ocasiona situações de baixa produtividade dos rebanhos. Aliado a este fator, o elevado custo e a instabilidade de oferta dos insumos empregados na alimentação de ruminantes nesta região estimula a procura por alimentos alternativos, com o intuito de reduzir custos de produção sem comprometer o desempenho animal.

Neste cenário, destaca-se o uso dos coprodutos da extração do óleo de sementes da mamoneira (*Ricinus communis* L.), como o farelo de mamona que, segundo Neiva e Neiva (2006), contém 40,6% de proteína bruta, caracterizando-se como um potencial substitutivo para alimentos concentrados proteicos convencionais. No entanto, deve-se considerar a presença de fatores antinutricionais, pelos riscos de intoxicação de ovinos pela ricina, ricinina e complexo alergênico CB-1A (ASLANI et al., 2007).

Uma alternativa para viabilizar o uso do farelo de mamona na alimentação animal é a destoxificação, processo pelo qual são eliminados os principais fatores antinutricionais, tornando-o potencialmente útil para alimentação de ruminantes. Porém, a viabilidade da utilização deste processo ainda é questionada, principalmente sob o ponto de vista econômico.

Além do fator econômico, a extração industrial do óleo de mamona, em condições de elevada temperatura, pressão e agentes químicos, pode resultar em coprodutos com baixo valor nutritivo, pelas possíveis alterações nos teores e na qualidade da proteína, o que justifica a necessidade de avaliação da utilização dos compostos nitrogenados desta categoria de alimentos para animais ruminantes. Segundo Kozloski (2009), o comprometimento da fermentação ruminal dos compostos nitrogenados interfere na síntese de proteína microbiana e na produção de

amônia no interior do rúmen, fatores estes determinantes do desempenho de ruminantes.

Assim, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado sobre o metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos em terminação.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Departamento de Zootecnia (DZO) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Teresina, Estado do Piauí, localizado em latitude 05°02'28"S, longitude 42°46'57"W e altitude 71,3 m.

Foram avaliadas dietas totais isoproteicas e isoenergéticas para ovinos em terminação, contendo farelo de mamona em substituição ao farelo de soja nos níveis 0; 33; 67 e 100%, com base na matéria seca. As dietas foram compostas por feno de capim-elefante (*Pennisetum purpureum* Schum.) cv. Roxo, processado aos 90 dias após rebrota, e concentrado composto por milho em grão moído, farelo de soja, ureia, suplemento vitamínico-mineral e farelo de mamona destoxificado por autoclavagem a 121°C, sob pressão de 15 psi, durante 1h (Tabela 1), visando atendimento às exigências nutricionais preconizadas pelo NRC (2007) para ganho médio diário de 200 g (Tabela 2).

Procedeu-se ensaio de metabolismo, utilizando-se 20 ovinos mestiços da raça Santa Inês, não-castrados, com peso vivo inicial de 35 ± 5 kg e oito meses de idade, em bom estado sanitário e nutricional, mantidos em gaiolas para estudos de metabolismo, com acesso às dietas experimentais, fornecidas às 8 e 16h, de forma a proporcionar sobra de 15% em relação ao consumo do dia anterior, além do fornecimento de água *ad libitum*.

Ao início do período experimental, os animais foram pesados em jejum, adotando-se para os parâmetros de metabolismo nitrogenado a distribuição nos tratamentos, segundo o delineamento de blocos casualizados e, parcelas subdivididas no tempo para coleta de líquido ruminal e de sangue, com quatro tratamentos (dietas) e cinco repetições (ovinos). A fase de coleta de fezes e urina teve duração de cinco dias, precedida de 14 dias para adaptação dos animais às condições experimentais.

**Tabela 1.** Composição química dos ingredientes das dietas experimentais.

Nutriente	Ingrediente			
	Feno de capim-elefante	Farelo de soja	Farelo de mamona destoxificado	Milho
Matéria seca-MS (%)	89,10	87,95	91,25	88,58
% na MS				
Cinza	9,67	7,23	15,64	1,17
Proteína bruta	5,50	52,97	30,93	8,86
Extrato etéreo	1,96	1,41	10,29	4,36
CHOT*	82,86	38,38	43,13	85,60
CNF*	9,48	25,10	4,87	73,13
Fibra em detergente neutro	73,38	13,27	38,26	12,29
Fibra em detergente ácido	45,18	9,59	33,46	3,24

\*CHOT = carboidratos totais e CNF = carboidratos não-fibrosos, calculados, segundo Sniffen et al. (1992).

**Tabela 2.** Composição centesimal e bromatológica das dietas, contendo farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja para ovinos em terminação.

Ingrediente Nutriente <sup>-1</sup>	Nível de inclusão de farelo de mamona (%)			
	0	33	67	100
Composição centesimal				
Feno de capim-elefante	39,57	37,83	38,19	38,00
Milho	41,37	42,38	42,07	42,07
Farelo de soja	14,30	9,57	4,76	0,00
Farelo de mamona	0,00	4,74	9,51	14,27
Uréia	0,294	0,473	0,475	0,665
Suplemento vitamínico-mineral	5,00	5,00	5,00	5,00
Composição bromatológica				
Matéria seca-MS (%)	93,19	93,38	93,53	93,56
% na MS				
Cinza	9,75	9,71	10,46	11,21
Proteína bruta	13,58	13,43	13,13	12,97
Extrato etéreo	2,26	2,53	3,44	3,72
CHOT*	74,37	74,30	73,41	73,18
CNF*	35,82	30,80	30,36	32,56
Fibra em detergente neutro	38,54	43,50	43,05	40,62
Fibra em detergente ácido	19,46	21,96	24,27	26,05
Energia bruta (Mcal kg <sup>-1</sup> MS)	4,19	4,19	4,24	4,23

\*CHOT = carboidratos totais e CNF = carboidratos não-fibrosos, calculados, segundo Sniffen et al. (1992).

As sobras foram coletadas antes de cada refeição, retirando-se alíquotas de 20%, que foram acondicionadas em sacos plásticos e congeladas em freezer (-5 a -10°C). As coletas de fezes e urina foram realizadas após o fornecimento das dietas experimentais, retirando-se amostras correspondentes a 20 e 15% do total excretado, respectivamente, as quais foram armazenadas em freezer (-5 a -10°C). Ao final do período de coletas, as amostras de sobras, fezes e urina foram degeladas e homogeneizadas, formando amostras compostas por animal.

As análises foram realizadas ao Laboratório de Nutrição Animal do DZO/CCA/UFPI. Para avaliação da utilização do nitrogênio (N), quantificou-se o  $N_{\text{ingerido}}$ ,  $N_{\text{fecal}}$  e  $N_{\text{urinário}}$ , sendo as amostras sólidas pré-secas a 55°C, em estufa com circulação forçada de ar, durante 72h, e trituradas em moinho tipo Willey a partículas de 1 mm. Determinaram-se os teores de matéria seca (MS), e com base na MS, o teor de nitrogênio, de acordo com Silva e Queiroz (2002).

A retenção de nitrogênio (g N dia<sup>-1</sup>) foi calculada pela fórmula de Decandia et al. (2000),  $N_{\text{retido}} = N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{fecal}} + N_{\text{urinário}})$ . O cálculo do balanço de nitrogênio (BN) foi realizado a partir da equação proposta por Lascano et al. (1992),  $BN(\%) = [N_{\text{ingerido}} - (N_{\text{fecal}} + N_{\text{urinário}}) / N_{\text{ingerido}}] \times 100$ .

Para avaliação de parâmetros ruminais e sanguíneos, foram realizadas coletas de líquido ruminal (LR) e de sangue, antes do fornecimento da primeira refeição, às 8h, representando o primeiro tempo de coleta (tempo 0h), e às 2,5; 5 e 7,5h pós-prandiais.

As coletas de LR foram realizadas, segundo procedimentos descritos por Ortolani (1981). Coletaram-se 50 mL do LR e determinou-se

imediatamente o pH, utilizando-se potenciômetro digital, segundo Silva e Queiroz (2002). Após as coletas, as amostras de LR foram filtradas em quatro camadas de gaze, sendo acondicionadas em garrafas plásticas contendo 1,0 mL de HCl (6,0 N), que foram vedadas e mantidas em freezer (-5 a -10°C). Posteriormente, centrifugaram-se 5,0 mL de LR a 3.000 rpm, a 10°C, durante 15 min., determinando-se o teor N-NH<sub>3</sub> no sobrenadante, segundo Nogueira e Souza (2005).

As coletas de amostras de sangue foram realizadas por punção da veia jugular, em vacuotainer contendo ativador de coágulo. Os tubos vacuotainer foram submetidos à centrifugação a 3.000 rpm, a 10°C, por 15 min., retirando-se o soro, o qual foi armazenado em eppendorf e mantido em freezer (-5 a -10°C). As concentrações de ureia no soro sanguíneo foram obtidas por teste enzimático colorimétrico Ureia CE (LABTEST, 1999), com leituras realizadas em fotocolorímetro.

Os dados foram analisados segundo o procedimento PROC MEANS do logiciário estatístico SAS (2000), com realização de estatísticas descritivas para média, desvio-padrão e coeficiente de variação, realizando-se análise de regressão por meio do PROC GLM para avaliação do efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de mamona destoxificado sobre a ingestão, excreção e retenção de N. Os parâmetros de metabolismo ruminal e sanguíneos foram analisados pelo procedimento PROC MIXED, levando-se em consideração para análises, as interações níveis de substituição x tempos de coleta, com médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Realizou-se, ainda, correlação entre os parâmetros pelo procedimento PROC CORR do logiciário estatístico SAS (2000).

## Resultados e discussão

Os parâmetros do metabolismo nitrogenado não foram influenciados ( $p > 0,05$ ) pela inclusão do farelo de mamona em substituição ao farelo de soja nas dietas (Tabela 3). O  $N_{\text{ingerido}}$ , em média  $26,70 \pm 5,52$  g dia<sup>-1</sup>, atendeu às exigências diárias em nitrogênio (N) dos ovinos, de  $26,05$  g dia<sup>-1</sup>, estabelecidas pelo NRC (2007), assemelhando-se ao obtido por Oliveira (2008),  $30,70$  g dia<sup>-1</sup>, para dieta para ovinos contendo 15% de farelo de mamona destoxificado, proporção próxima ao limite estabelecido nesta pesquisa (14,27%). Segundo Van Soest (1994), o atendimento às exigências em N evita mobilização de N de reserva do animal e limita a excreção de  $N_{\text{urinário}}$ .

**Tabela 3.** Consumo, excreção, absorção, retenção e balanço de nitrogênio em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja.

Parâmetros	Nível de inclusão de farelo de mamona (%)				Regressão <sup>1</sup>	CV (%) <sup>2</sup>
	0	33	67	100		
$N_{\text{ingerido}}$ ( $N_i$ , g dia <sup>-1</sup> )	29,17	26,15	27,97	23,51	$\hat{Y} = 26,70$	20,70
$N_{\text{fecal}}$ ( $N_f$ , g dia <sup>-1</sup> )	8,92	8,16	9,47	8,40	$\hat{Y} = 8,73$	21,00
$N_{\text{urinário}}$ ( $N_u$ , g dia <sup>-1</sup> )	2,43	2,07	2,71	1,49	$\hat{Y} = 2,17$	32,78
$N_{\text{absorvido}}$ (g dia <sup>-1</sup> )	20,24	17,99	18,51	15,12	$\hat{Y} = 17,96$	22,15
$N_{\text{retido}}$ (g dia <sup>-1</sup> )	17,81	15,92	15,80	13,63	$\hat{Y} = 15,78$	19,59
Relação $N_f/N_i$ (%)	30,56	31,23	34,14	35,66	$\hat{Y} = 32,90$	8,53
Relação $N_u/N_i$ (%)	8,13	7,95	9,27	6,22	$\hat{Y} = 7,89$	30,32
Relação $N_f/N_u$ (g g <sup>-1</sup> )	4,60	5,00	3,88	6,83	$\hat{Y} = 5,08$	31,79
% do $N_{\text{ingerido}}$ (BN)	61,31	60,82	56,53	58,13	$\hat{Y} = 59,19$	7,91

<sup>1</sup>p > 0,05. <sup>2</sup>Coefficiente de variação.

Os teores de  $N_{\text{fecal}}$  e  $N_{\text{urinário}}$  apresentaram valor médio  $8,73 \pm 1,79$  e  $2,17 \pm 1,35$  g dia<sup>-1</sup>, respectivamente. O teor de  $N_{\text{fecal}}$  foi inferior às perdas fecais descritas por Van Soest (1994) para ruminantes, 6 a 8% da proteína ingerida, uma vez que para consumo médio de proteína bruta  $179,06 \pm 37,00$  g animal<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> obtido nesta pesquisa, e perdas fecais 6%, estima-se excreção fecal de  $10,74$  g N dia<sup>-1</sup>.

As relações  $N_{\text{fecal}}/N_{\text{ingerido}}$ ,  $N_{\text{urinário}}/N_{\text{ingerido}}$  e  $N_{\text{fecal}}/N_{\text{urinário}}$  foram em média  $32,90 \pm 2,82\%$ ;  $7,89 \pm 2,55\%$  e  $5,08 \pm 1,61$  g g<sup>-1</sup>, respectivamente. A relação  $N_{\text{fecal}}/N_{\text{ingerido}}$  aproxima-se do valor obtido por Oliveira (2008), 28,99%. A relação  $N_{\text{urinário}}/N_{\text{ingerido}}$  obtida nesta pesquisa foi inferior à relatada por Oliveira (2008), 40,52%, o que indica maior eficiência de utilização do  $N_{\text{ingerido}}$  pelos ovinos para atendimento às exigências dos micro-organismos do rúmen. O nitrogênio ingerido quando absorvido e devidamente metabolizado, pode resultar em menor contaminação ambiental, o que foi evidenciado pela maior relação  $N_{\text{fecal}}/N_{\text{urinário}}$  nesta pesquisa, associada à menor excreção urinária de nitrogênio.

**Tabela 4.** Médias para pH, concentrações de N amoniacal no líquido ruminal e de ureia no soro sanguíneo de ovinos alimentados com dietas, contendo farelo de mamona destoxificado em substituição ao farelo de soja.

Tempo (h)	Nível de inclusão de farelo de mamona (%)				Média	CV (%) <sup>2</sup>
	0	33	67	100		
	pH do líquido ruminal					
0	6,87	6,69	6,5	6,66	6,69A <sup>1</sup>	2,32
2,5	6,86	6,68	6,51	6,48	6,63A	3,25
5,0	6,85	6,67	6,6	6,57	6,67A	2,53
7,5	6,77	6,60	6,59	6,55	6,62A	2,72
Média	6,83a	6,66a	6,57b	6,56b		
CV (%)	1,84	1,95	1,90	2,98		
	N-NH <sub>3</sub> no líquido ruminal (mg dL <sup>-1</sup> )					
0	7,35aA	8,26aA	6,14aA	4,97bA	6,66	29,69
2,5	9,31aA	13,80aA	7,63bA	7,35bA	9,52	33,46
5,0	6,37bB	11,77aB	5,95bB	4,62bA	7,17	32,89
7,5	10,09aA	10,79aA	8,47aA	4,90bA	8,56	30,10
Média	8,28	11,15	7,05	5,46		
CV (%)	30,34	32,16	29,52	31,28		
	Ureia no soro sanguíneo (mg dL <sup>-1</sup> )					
0	34,68aA	36,92aA	32,81aA	23,31bA	31,92	20,01
2,5	32,20bA	41,35aA	31,66bA	29,76bA	33,74	22,92
5,0	37,11aA	41,49aA	32,63aA	25,42bA	34,16	21,80
7,5	36,78aA	39,63aA	32,71aA	22,13bA	32,81	24,13
Média	35,20	39,84	32,45	25,15		
CV (%)	15,12	13,55	10,90	22,78		

<sup>1</sup>Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na mesma linha (Níveis de inclusão), e maiúsculas diferentes na mesma coluna (Tempos de coleta) diferem entre si pelo teste de Tukey (p < 0,05). <sup>2</sup>Coefficiente de variação.

O  $N_{\text{retido}}$  e o balanço de nitrogênio (BN) foram, em média,  $15,78 \pm 3,17$  g dia<sup>-1</sup> e  $59,19 \pm 4,68\%$ , respectivamente, superiores aos obtidos por Oliveira (2008),  $N_{\text{retido}}$  9,36% e BN 30,48%, justificado pela menor excreção urinária de N ( $2,17 \pm 0,71$  g dia<sup>-1</sup>) em relação à obtida pelo autor ( $12,44$  g dia<sup>-1</sup>). Valores elevados e positivos para BN sugerem o equilíbrio entre proteína e energia digestível da dieta. Segundo Van Soest (1994), há incremento das perdas de  $N_{\text{fecal}}$  e BN negativo quando da adição de grandes quantidades de carboidratos digestíveis à dieta com baixo teor de N, o que não foi constatado nessa pesquisa.

Os valores de pH e N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal (LR) e de ureia no soro sanguíneo foram influenciados pelas dietas (p < 0,05), no entanto, houve interação (p < 0,05) dos níveis de inclusão de farelo de mamona nas dietas x tempos de coleta de LR e sangue apenas para os teores de N-NH<sub>3</sub> e ureia no soro sanguíneo (Tabela 4).

As dietas contendo 0,0 e 33% de farelo de mamona resultaram em maiores valores (p < 0,05) de pH no ambiente ruminal, em relação às dietas com os maiores níveis de inclusão, que não foram diferentes entre si. Apesar desta variação, não houve diferença (p > 0,05) entre os valores de pH do ambiente ruminal ao longo do dia, onde estes ocorreram em um pequeno intervalo,  $6,65 \pm 0,12$ , garantindo bom equilíbrio ácido-base para o desenvolvimento microbiano. Segundo Santos (2006), o pH ruminal pode alterar a solubilidade da PB, assim como influenciar a degradação ruminal da fibra e interferir no acesso microbiano à molécula de proteína.

As concentrações de N-NH<sub>3</sub> no LR apresentaram valores mais elevados ( $p < 0,05$ ) nos ovinos alimentados com as dietas contendo 0; 33 e 67% de farelo de mamona, exceto em relação ao nível de inclusão de 67% no tempo de 2,5h, que foi inferior. As dietas influenciaram ( $p < 0,05$ ) as concentrações de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal quanto aos tempos de coleta, com maiores valores às 0; 2,5 e 7,5h quando comparados às concentrações no tempo de coleta 5h, sendo este comportamento explicado pelo fato do período de 5h corresponder ao momento do segundo fornecimento da dieta, não havendo portanto, intervalo suficiente para permitir a solubilização e degradação dos compostos nitrogenados no ambiente ruminal.

A maior parte dos compostos nitrogenados que chegam ao rúmen é degradada pelos micro-organismos, liberando amônia para incorporação aos compostos nitrogenados microbianos ou para absorção pelo epitélio ruminal e metabolização no fígado. A absorção de amônia é diretamente proporcional à sua concentração no rúmen e aumenta com a elevação do pH do fluido ruminal (KOZLOSKI, 2009).

A degradação dos alimentos no ambiente ruminal é influenciada por variações no pH. Valores de pH superiores a 8,0, associados a concentrações de N-NH<sub>3</sub> no LR acima de 100 mg dL<sup>-1</sup> condicionam quadros de intoxicação em ruminantes (SANTOS, 2006). Nesta pesquisa, obtiveram-se valores inferiores aos referenciados, indicando que a inclusão de farelo de mamona às dietas nos níveis preconizados não acarreta elevação na concentração de N-NH<sub>3</sub> no LR a valores considerados tóxicos. As concentrações de N-NH<sub>3</sub> no LR foram superiores ao limite mínimo (5,0 mg dL<sup>-1</sup>), preconizado por Ørskov (1988) para garantir eficiente degradação da matéria orgânica no ambiente ruminal.

Nos intervalos pós-prandiais, correspondentes aos tempos de coleta 2,5 e 7,5h, foi evidenciada maior concentração de N-NH<sub>3</sub> no LR. Estes comportamento é semelhante ao obtido por Santos et al. (2004), com concentração mais elevada de N-NH<sub>3</sub> no LR logo após o fornecimento da mistura concentrada para bovinos de corte, como resultado da degradação de compostos nitrogenados. Nesta pesquisa, destacamos ainda o possível efeito da elevada solubilidade ruminal da ureia adicionada a todas as dietas.

A concentração de ureia no soro sanguíneo dos ovinos foi maior ( $p < 0,05$ ) para as dietas contendo 0; 33 e 67% de farelo de mamona em relação à dieta com maior nível de substituição, exceto para os níveis 0 e 67% de substituição no tempo de coleta 2,5h. A menor concentração de ureia ocorreu para a

dieta contendo farelo de mamona como único concentrado proteico, o que pode ser explicado pela menor solubilidade da fração nitrogenada do farelo de mamona em comparação ao farelo de soja, sendo este efeito atribuído ao processo de destoxificação empregado nesta pesquisa, que utilizou elevada temperatura e pressão. Apesar destes resultados, as concentrações de ureia no soro sanguíneo variaram no intervalo fisiológico normal para a espécie ovina, 24 a 60 mg dL<sup>-1</sup> (MENEZES et al., 2006). O comportamento para variações do pH e N-NH<sub>3</sub> no LR e de ureia no soro sanguíneo em função da adição do farelo de mamona nas dietas pode ser predito pelas equações  $\hat{Y} = 6,86 - 0,00654FM + 0,000038FM^2$ ,  $R^2 = 0,3999$ ,  $p < 0,01$ ;  $\hat{Y} = 8,5033 + 0,0628FM - 0,0010FM^2$ ,  $R^2 = 0,3228$ ,  $p < 0,01$  e  $\hat{Y} = 36,2283 + 0,1577FM - 0,00270FM^2$ ,  $R^2 = 0,5413$ ,  $p < 0,01$ , respectivamente, com as devidas restrições impostas pelo baixo R<sup>2</sup> obtido para estes modelos.

Houve correlação linear positiva ( $p < 0,01$ ) entre N-NH<sub>3</sub> e teores de ureia no soro sanguíneo ( $r^2 = 0,5449$ ), estes resultados são coerentes com o metabolismo dos compostos nitrogenados nos ruminantes, pois com a elevação nos teores de N-NH<sub>3</sub> no LR há tendência do maior fluxo de N para o sangue. A concentração de N-NH<sub>3</sub> no LR varia em função das taxas relativas de entrada e de remoção de amônia do rúmen para o soro sanguíneo (FORBES; FRANCE, 1993), com manutenção da concentração de amônia constante no sangue em virtude da conversão de amônia a ureia no fígado (VAN SOEST, 1994).

Não houve efeito ( $p > 0,05$ ) do tempo de coleta sobre os teores de ureia no soro sanguíneo, com média  $33,17 \pm 5,87$ , indicando eficiente homeostase hepática dos compostos nitrogenados, uma vez este comportamento ter diferido do verificado para N-NH<sub>3</sub> no LR, que foi influenciado pelo tempo de coleta.

Os valores para ureia no soro sanguíneo foram semelhantes ao obtido por Woodward e Reed (1997), 30,9 mg dL<sup>-1</sup>, para dieta contendo feno de leguminosas na alimentação de ovinos. Estes autores verificaram correlação linear positiva ( $r^2 = 0,73$ ) ureia no soro sanguíneo x  $N_{urinário}$ , o que não foi constatado nesta pesquisa. Possivelmente, a inclusão do farelo de mamona nas dietas não elevou as concentrações de ureia no plasma sanguíneo acima do limiar para provocar incremento do  $N_{urinário}$ . Segundo Van Soest (1994), elevados níveis de ureia no soro sanguíneo estão associados ao aumento na excreção de N na urina, sendo 30 mg de uréia dL<sup>-1</sup> de soro sanguíneo o limiar a partir do qual se verifica incremento na excreção de N na urina de ovinos.

## Conclusão

O farelo de mamona destoxificado pode ser utilizado em substituição ao farelo de soja em dietas para ovinos em terminação por não influenciar o metabolismo do nitrogênio, com estabilidade do pH ruminal, da concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal e de ureia no soro sanguíneo exibindo variações dentro dos intervalos fisiológicos normais para a espécie ovina. Neste caso, o nível de inclusão deste coproduto na dieta de ovinos deve ser realizado de acordo com a viabilidade econômica da substituição.

## Referências

- ASLANI, M. R.; MALEKI, M.; MOHRI, M.; SHARIFI, K.; NAJJAR-NEZHAD, V.; AFSHARI, E. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. **Toxicon**, v. 49, n. 3, p. 400-406, 2007.
- DECANDIA, M.; SITZIA, M.; CABIDDU, A.; KABABYA, D.; MOLLE, 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.
- FORBES, J. M.; FRANCE, J. **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureau, 1993.
- KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2. ed. Santa Maria: UFSM, 2009.
- LABTEST Sistema para diagnóstico. **Ureia**. Belo Horizonte: Labtest Diagnóstica S.A., 1999.
- LASCANO, C. E.; BOREL, R.; QUIROZ, R.; ZORRILLA, J.; CHAVES, C.; WERNLI, C. Recommendations on the methodology for measuring consumption and *in vivo* digestibility. In: RUIZ, M. E.; RUIZ, S. E. (Ed.). **Ruminant nutrition research: methodological guidelines**. San Jose: Inter-American Institute for Cooperation on Agriculture; Latin American Network for Animal Production Systems Research, 1992. p. 173-182.
- 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**, v. 7, n. 2, p. 169-175, 2006.
- NEIVA, A. C. G. R.; NEIVA, J. N. M. **Do campus para o campo: tecnologias para a produção de leite**. Fortaleza: Expressão, 2006.
- NOGUEIRA, A. R. A.; SOUZA, G. B. **Manual de laboratório: solo, água, nutrição vegetal, nutrição animal e alimento**. São Carlos: Embrapa Pecuária Sudeste, 2005.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids**. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2007.
- OLIVEIRA, S. A. **Co-produtos da extração do óleo da semente de mamona e girassol na alimentação de ruminantes**. 2008. 166f. Tese (Doutorado em Zootecnia)-Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.
- ØRSKOV, E. R. **Nutrición proteica de los rumiantes**. Zaragoza: Acríbia, 1988.
- ORTOLANI, E. L. Considerações técnicas sobre o uso da sonda esofágica na colheita do suco de rúmen de bovinos para mensuração do pH. **Arquivos da Escola Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais**, v. 33, n. 2, p. 269-275, 1981.
- SANTOS, E. D. G.; PAULINO, M. F.; VALADARES FILHO, S. C.; LANA, R. P. QUEIROZ, D. S.; FONSECA, D. M. Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais em tourinhos Limousin-Nelore, suplementados durante a seca em pastagem diferida de *Brachiaria decumbens* Stapf. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 3, p. 704-713, 2004.
- SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T. T.; ALEXANDRE, V. P.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006. p. 255-284.
- SAS-Statistical Analysis System Institute. **Statistical analysis system user's guide**. Version 8, Cary: SAS Institute, 2000.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa: UFV, 2002.
- SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v. 70, n. 11, p. 3562-3577, 1992.
- VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2<sup>th</sup> ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994.
- WOODWARD, A.; REED, J. D. Nitrogen metabolism of sheep and goats consuming *Acacia brevispica* and *Sesbania sesban*. **Journal of Animal Science**, v. 75, n. 4, p. 1130-1139, 1997.
- XENOFONTE, A. R. B.; CARVALHO, F. F. R.; BATISTA, A. M. V.; MEDEIROS, G. R.; ANDRADE, R. P. X. Desempenho e digestibilidade de nutrientes em ovinos alimentados com rações contendo farelo de babaçu. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 11, p. 2063-2068, 2008.

Received on August 28, 2009.

Accepted on April 26, 2010.

License information: This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License, which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.