

Balanço de nitrogênio e avaliação ruminal em ovinos machos e fêmeas alimentados com rações contendo torta de mamona sob diferentes tratamentos

Nitrogen balance and ruminal assessment in male and female sheeps fed rations containing castor cake under different treatments

Rafael Nogueira Furtado^{1*}; Maria Socorro de Souza Carneiro²;
Magno José Duarte Cândido²; Fernando Henrique Teixeira Gomes³;
Marcos Cláudio Pinheiro Rogério⁴; Divan Soares da Silva⁵

Resumo

Avaliou-se a influência de métodos alternativos de destoxificação da torta de mamona sobre o balanço de nitrogênio e avaliação ruminal em ovinos, alimentados com rações experimentais isoenergéticas e isoprotéicas. Foram utilizados vinte ovinos (dez machos inteiros e dez fêmeas) em cinco tratamentos (torta de mamona não tratada, tratada com calcário calcítico, ureia, fosfato monobicálcico e autoclavada) e quatro repetições. Para o balanço de nitrogênio utilizou-se delineamento em blocos ao acaso, sendo os blocos de acordo com o sexo do animal e para as variáveis pH e nitrogênio amoniacal (N-NH₃) o delineamento utilizado foi em parcelas subdivididas, tendo nas parcelas as rações e nas subparcelas os tempos de coleta (0, 2, 5 e 8 horas pós-prandial). Os tratamentos não influenciaram o N consumido, urinário, ureia plasmática e N uréico no plasma (NUP). O N urinário foi superior na dieta contendo torta de mamona tratada com fosfato monobicálcico (FOS) quando comparada com aquela contendo torta de mamona tratada por autoclave (ACL). Já o balanço de nitrogênio (BN) foi maior na dieta ACL quando comparada à dieta FOS. Os valores de pH e N-NH₃ mantiveram-se dentro da variação normal da espécie ovina, sendo pouco influenciados pelas rações. As rações com métodos de destoxificação da torta de mamona promoveram moderadas alterações no balanço de nitrogênio com destaque para a torta de mamona autoclavada e torta de mamona tratada com calcário calcítico. Os ovinos machos apresentaram balanço de nitrogênio superior às fêmeas.

Palavras-chave: Subproduto, nitrogênio amoniacal, *ricinus communis*, uréia plasmática

Abstract

Was evaluated the influence of alternative methods of detoxification of castor cake on nitrogen balance and ruminal evaluation in sheep fed isocaloric and isonitrogenous experimental diets. Twenty sheep (ten males and ten females) were used in five treatments (castor cake untreated, treated with limestone, treated with urea, treated with phosphate monocalcium and autoclaved) and four repetitions. For nitrogen balance we used a randomized block design, with the blocks according to the sex and the

¹ Discente do Curso de Doutorado do Programa de Doutorado Integrado em Zootecnia, Universidade Federal do Ceará, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: rafaelinfurtado@yahoo.com.br

² Profs. Drs., Deptº de Zootecnia, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: msocorro@ufc.br; magno@ufc.br

³ Engº Agrº, M.e em Zootecnia, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: fernandohtg@gmail.com

⁴ Pesquisador Dr., Embrapa Caprinos e Ovinos, Sobral, CE. E-mail: marcosclaudio@cnpq.embrapa.br

⁵ Prof. Dr., Deptº de Zootecnia, Universidade Federal da Paraíba, UFPB, Areia, PB. E-mail: divan@cca.ufpb.br

* Autor para correspondência

variables pH and ammonia nitrogen ($\text{NH}_3\text{-N}$) in the experimental design was split plot, with plots in the diets subplots and the collection times (0, 2, 5 and 8 hours postprandial). The treatments did not influence N intake, N urinary, urea and N-urea concentration in plasma. The Urinary N was higher in diet containing castor cake treated with phosphate monocalcium (FOS) when compared with those containing castor cake treated by autoclave (ACL). Already the nitrogen balance (BN) was higher in diet ACL when compared to FOS diet. The pH and N- NH_3 were within the normal range of sheep, being little affected by diet. Diets with methods of detoxification of castor cake promoted moderate changes in nitrogen balance with emphasis on the castor cake autoclaved and treated with limestone. The males sheep showed higher nitrogen balance than females.

Key words: Byproduct, ammonia nitrogen, *ricinus communis*, plasma urea

Introdução

A alimentação representa grande fonte de despesas na produção animal, sendo este fato agravado quando o produtor opta pela utilização de ingredientes tradicionais como o farelo de soja, que apesar da elevada qualidade nutricional, onera bastante a atividade. Esta situação se agrava na região Nordeste, que além do custo com alimentação, sofre com a instabilidade da oferta de insumos ao longo do ano devido à escassez de grãos causada pela demanda crescente por concentrado com o decorrer do período seco.

Com grande incentivo governamental para a produção de biodiesel a partir da mamona, especialmente no nordeste brasileiro (SANTOS et al., 2011), a integração das cadeias da agroenergia e pecuária surgem como alternativa para a redução da dependência do produtor na aquisição de insumos de alto custo através do aproveitamento de subprodutos da cadeia produtiva do biodiesel.

A torta de mamona é o subproduto gerado pela extração física do óleo de mamona sob condições de elevada temperatura e pressão. Apesar de seu elevado valor nutricional, a presença da ricina, ricinina e complexo alergênico CB-1A se constituem fatores antinutricionais que limitam sua utilização na alimentação animal (ASLANI et al., 2007). A utilização de autoclave é o processo pelo qual atualmente a torta de mamona vem sendo detoxificada, entretanto, a aquisição do autoclave representa uma despesa que onera o processo de detoxificação (SILVA et al., 2010), sendo que a busca por uma alternativa economicamente

viável se tornou um novo paradigma para os pesquisadores. Assim, a necessidade de um método de destoxificação de melhor viabilidade se constitui um importante passo para agregar valor e garantir maior competitividade à cadeia produtiva da mamona frente a outras oleaginosas.

Qualquer tentativa de destoxificação da torta de mamona deve priorizar a desativação da ricina (ANANDAN et al., 2005), que por ser uma proteína, pode sofrer alterações qualitativas ou quantitativas com a adoção de processos químicos e físicos, daí surge à importância em avaliar a utilização dos compostos nitrogenados e a fermentação ruminal em animais alimentados com este subproduto.

O balanço de nitrogênio refere-se ao saldo líquido de nitrogênio retido após terem sido deduzidas do montante ingerido, as quantidades excretadas pelas fezes e urina, sendo mais eficiente que a digestibilidade e o consumo de proteína bruta para evidenciar se há perdas ou não de proteína pelo organismo, sendo um bom indicativo do metabolismo proteico animal (ANDRIGUETTO et al., 1990).

Vários parâmetros podem ser utilizados na busca de se avaliar o valor nutricional da torta de mamona para ruminantes, dentre eles, podemos citar o pH ruminal e a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH_3). Ambos são ferramentas importantes para o entendimento da eficiência de utilização dos alimentos, pelo fornecimento de informações a respeito dos processos fermentativos.

Com isso, objetivou-se caracterizar o metabolismo dos compostos nitrogenados e avaliação ruminal em ovinos alimentados com

rações contendo torta de mamona tratada sob diferentes métodos de destoxificação.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido no Núcleo de Ensino e Estudos em Forragicultura do Departamento de Zootecnia (DZ) do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Federal do Ceará (UFC) em Fortaleza, Ceará. Foram utilizados vinte ovinos (dez machos inteiros e dez fêmeas), mestiços de Morada Nova, com peso vivo médio de $19,8 \pm 1,18$ kg e idade média de sete meses.

Os tratamentos experimentais consistiram de quatro métodos distintos de destoxificação da torta de mamona, além de um tratamento que representou a testemunha, no qual a torta de mamona não foi destoxificada (NT). Foram utilizados três métodos químicos e um físico: uso do calcário calcítico (CC); fosfato monobásico (FOS); uréia (UR); e autoclave a 15 psi por 60 minutos (ACL).

Os tratamentos da torta de mamona com calcário calcítico e com fosfato monobásico consistiram na diluição de 60 g de calcário calcítico ou 60 g de fosfato monobásico em 500 mL de água por kg de torta de mamona. Em seguida, estas soluções

foram distribuídas sobre a torta de mamona e foi feita a homogeneização deste material. Logo após, o material foi recolhido em tambores plásticos e fechado hermeticamente, ficando em repouso por 8 horas. No dia seguinte, a torta foi distribuída sobre lona plástica para ser exposta ao sol até a completa secagem que foi determinada a partir do momento em que não se observava mais umidade no material tratado. O tratamento da torta de mamona com ureia foi similar aos demais tratamentos químicos, diferindo apenas no tempo de repouso, que foi de sete dias. O método físico de destoxificação da torta de mamona foi autoclavagem a 15 psi por 60 minutos (ANANDAN et al., 2005).

As rações experimentais foram formuladas com base nas recomendações do NRC (2007), mantendo relação volumoso:concentrado de 50:50, sendo isonitrogenadas e isoenergéticas. As rações foram compostas por feno do capim Tifton 85 cortado com aproximadamente 50 dias de idade sob adubação e irrigação, e o concentrado composto por farelo de milho, farelo de trigo, farelo de soja, ureia, suplemento mineral e torta de mamona tratada com diferentes métodos alternativos de destoxificação. A composição centesimal e químico-bromatológica dos ingredientes e rações experimentais estão apresentados nas Tabelas 1 e 2.

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes.

Nutrientes	Alimento								
	FCT	FM	FS	FT	TNT	TCC	TUR	TFOS	TACL
Matéria seca ¹	851,8	850,5	857,8	838,6	873,2	864,8	855,6	837,8	866,6
Matéria orgânica ²	918,3	988,2	933,2	945,2	946,8	908,4	940,1	896,5	944,1
Proteína bruta ²	84,3	67,6	480,4	165,7	268,7	246,1	285,3	263,6	271,5
Extrato etéreo ²	19,2	40,6	14,7	37,3	50,1	41,7	38,8	38,4	46,0
Fibra em detergente neutro ²	746,5	166,2	130,3	410,7	498,5	484,4	516,6	487,9	518,8
Fibra em detergente ácido ²	346,1	24,1	79,7	115,1	401,3	399,9	423,9	395,1	423,4
Cutina ²	8,7	1,2	1,6	21,1	257,0	218,0	265,0	224,0	236,8
Carboidratos não fibrosos ²	84,8	728,3	321,7	342,9	150,3	175,7	120,6	140,9	211,6
Energia bruta ³	3,766	4,020	4,188	4,143	4,592	4,296	4,500	4,237	4,587
Nutrientes digestíveis totais ²	606,5	884,4	816,2	753,7	723,5	679,5	703,2	667,4	710,8

¹g/kg de matéria natural; ²g/kg de matéria seca; ³Mcal/kg de matéria seca; FCT: feno de capim Tifton 85; FM: farelo de milho; FS: farelo de soja; FT: farelo de trigo; TNT: torta de mamona não tratada; TCC: torta de mamona tratada com calcário calcítico; TUR: torta de mamona tratada com uréia; TFOS: torta de mamona tratada com fosfato monobásico; TACL: torta de mamona autoclavada.

Fonte: Elaboração dos autores.

Para realização do ensaio de metabolismo, os animais foram alojados em gaiolas metabólicas, providas de bebedouros, comedouros, equipadas com coletores e separadores de fezes e de urina.

Os animais foram pesados no início e ao final do período experimental. As rações foram fornecidas diariamente à vontade, divididas em duas refeições iguais (às 8 h e às 16 h), de modo a permitir sobras de 10% dos alimentos ofertados.

Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição químico-bromatológica das rações experimentais.

Componentes	NT	CC	UR	FOS	ACL
	Proporção dos ingredientes na ração (g/kg de MS)				
Feno de capim Tifton 85	498,3	498,9	499,1	499,9	498,6
Farelo de milho	340,6	342,3	340,3	339,6	340,1
Farelo de trigo	27,2	27,3	27,2	7,1	27,1
Farelo de soja	41,0	41,2	41,0	40,9	41,0
Torta de mamona	79,5	79,9	79,1	78,7	79,9
Sal mineral ¹	5,3	5,3	5,2	5,2	5,3
Calcário calcítico	2,9	0,0	2,9	3,5	2,9
Ureia	2,7	2,7	2,7	2,7	2,7
Cloreto de sódio	2,1	2,1	2,1	2,1	2,1
Sulfato de amônio	0,3	0,3	0,3	0,3	0,3
Composição químico-bromatológica (g/kg de MS)					
Matéria seca	852,4	854,5	851,2	856,2	851,3
Matéria orgânica	943,3	939,7	942,7	939,5	944,6
Proteína bruta	118,9	117,0	118,5	114,2	116,4
Extrato etéreo	26,0	24,9	25,3	25,1	26,5
Fibra em detergente neutro	470,9	462,1	467,3	467,0	469,9
Fibra em detergente ácido	216,8	221,0	219,4	217,5	218,0
Cutina	20,1	17,2	28,1	16,8	20,6
Carboidratos não fibrosos	343,2	357,0	349,3	353,7	348,4
Energia bruta ²	3,883	3,866	3,814	3,809	3,878
Nutrientes digestíveis totais	717,3	715,4	724,9	717,0	725,8

¹Composição: fosfato, 65,0g; cálcio, 160,0g; enxofre, 15,0g; magnésio, 6,5g; sódio, 150,0g; cobalto, 0,125g; zinco, 4,5g; ferro, 1,7g; manganês, 4,5g; iodo, 0,06g; selênio, 0,03g; flúor, 0,95g; veículo, 1000g. ²Mcal/kg de matéria seca; NT: não tratada; CC: tratada com calcário calcítico; UR: tratada com uréia; FOS: tratada com fosfato monobásico; ACL: tratada por autoclave.

Fonte: Elaboração dos autores.

O período experimental foi de 22 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais as condições experimentais, sete dias para mensuração do metabolismo do nitrogênio e um dia para coleta do líquido ruminal. Para tanto, neste período foram realizadas pesagem e amostragem diária, retirando-se alíquotas de 20% do ofertado, sobras e fezes de cada animal, que em seguida foram armazenadas em freezer a -10 °C.

As amostras de urina foram obtidas no 21º dia através de coleta em baldes plásticos ao longo de 24 horas. Nestes recipientes plásticos foram adicionados 100 mL de solução de ácido clorídrico (HCl 2N) na véspera da coleta, evitando-se assim possíveis processos fermentativos. Após a coleta, os recipientes contendo urina foram devidamente pesados, para determinação do volume total produzido e homogeneizados. Em seguida, foram

retiradas alíquotas de aproximadamente 100 mL, acondicionadas em frascos plásticos (uma amostra composta por animal) e imediatamente congelada a -5 °C para posterior quantificação dos compostos nitrogenados.

Ao fim do período de coleta, as amostras sólidas foram descongeladas e homogeneizadas para confecção de amostras compostas por animal em cada tratamento, sendo retirada uma alíquota de aproximadamente 500 g para realização das análises no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará. Posteriormente, as amostras foram pesadas e pré-secas em estufa de ventilação forçada, a 55 °C, durante 72 horas para determinação da matéria pré-seca. Foram então moídas em moinho com peneira de 1 mm para determinação dos teores de matéria seca (MS) e nitrogênio.

O balanço de nitrogênio (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido (N ingerido) e total de nitrogênio excretado nas fezes (N fecal) e na urina (N urinário). A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi feita segundo metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002).

No 22º dia, realizou-se a coleta de líquido ruminal por meio de sonda esofágica para as mensurações do pH ruminal e N-NH₃ em quatro tempos pré-estabelecidos: antes do fornecimento da alimentação aos animais, sendo considerado o tempo 0, e nos tempos 2, 5 e 8 horas pós-prandial. As rações bem misturadas foram ofertadas neste dia em única vez aos animais às oito horas da manhã. O pH foi medido imediatamente após a coleta do fluido ruminal, em seguida coletou-se aproximadamente 50 mL de líquido ruminal que foram acidificados em 1 mL de ácido sulfúrico 1:1 e guardadas a -5 °C para futuras análises de N-NH₃. O nitrogênio amoniacal no líquido ruminal foi determinado por destilação com óxido de magnésio, usando-se ácido bórico com indicador misto de cor como solução receptora (vermelho de metila + verde de bromocresol) e titulando-se com HCl 0,01 N.

Para comparar os valores do balanço de nitrogênio utilizou-se delineamento experimental em blocos ao acaso com cinco tratamentos e quatro repetições, onde os blocos corresponderam ao sexo do animal (dez machos inteiros no bloco 1 e dez fêmeas no bloco 2). Realizou-se análise de variância, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey, adotando-se o nível de 5% de significância. Como ferramenta de auxílio às análises estatísticas, utilizou-se o procedimento GLM do programa estatístico SAS versão 9.0 (SAS, 2003). Para os dados de pH e N-NH₃, o delineamento utilizado foi em parcelas subdivididas, sendo os tratamentos considerados como parcelas e os tempos de coleta como subparcelas.

Resultados e Discussão

O nitrogênio consumido e fecal, expressos em gramas por dia (g/dia) e gramas por kg de peso metabólico (g/kg^{0,75}), não foram influenciados pelos tratamentos de destoxificação da torta de mamona, observando-se valores médios de 15,82 g/dia e 1,75 g/kg^{0,75} para N consumido e 5,24 g/dia e 0,58 g/kg^{0,75} para N fecal (Tabela 3). Esse comportamento ocorreu em virtude das rações experimentais serem isonitrogenadas e a fonte de proteína utilizada ter sido a mesma em todas as rações, embora a torta de mamona tenha sofrido diferentes processos de destoxificação. Estes valores corroboram os resultados obtidos por Oliveira et al. (2010a), que comparando o uso do farelo ou torta de mamona, tratados ou não com hidróxido de cálcio (CaOH₂) em rações para ovinos, também não observaram efeito do tratamento de destoxificação sobre o N consumido e fecal.

O N urinário foi menor na ração contendo torta de mamona tratada por autoclave (ACL) quando comparada à ração contendo torta de mamona tratada com fosfato monobásico (FOS), quando expresso em g/dia, g/kg^{0,75} e porcentagem do N consumido (% NC). Kozloski (2002) relatou que a absorção de

amônia através do epitélio ruminal aumenta com a elevação do pH do fluido ruminal, sendo essa amônia convertida para ureia no fígado podendo retornar ao rúmen via saliva, ou ser eliminada na urina. Já Van Soest (1994), comentou que elevados níveis de uréia plasmática estão associados ao aumento na excreção de N urinário, sendo 30 mg/dL de ureia no soro sanguíneo o limiar a partir do qual

se verifica incremento na excreção de N urinário em ovinos. Dessa forma, a associação desses dois fatores pode ser a possível causa do maior valor de N urinário para a ração FOS, uma vez que, apesar de não ter sido observado diferença entre as rações para a ureia plasmática, FOS apresentou níveis de ureia plasmática de 42,45 mg/dL e o maior valor de pH ruminal.

Tabela 3. Balanço de compostos nitrogenados em ovinos alimentados com as rações contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação e efeito de sexo.

Variável	NT	CC	UR	FOS	ACL	Sexo		CV (%) ⁽¹⁾
						Macho	Fêmea	
N consumido								
g/dia	15,26	16,57	15,11	15,79	16,36	16,69	14,95	14,00
g/kg ^{0,75}	1,70	1,82	1,73	1,72	1,81	1,82	1,68	10,74
N fecal								
g/dia	5,07	5,21	4,94	5,45	5,55	5,58	4,91	17,63
g/kg ^{0,75}	0,56	0,57	0,56	0,59	0,62	0,61	0,55	14,25
%NC	32,91	31,31	32,68	34,43	33,98	33,47	32,66	7,72
N urinário								
g/dia	3,82 ^{ab}	3,96 ^{ab}	4,25 ^{ab}	4,73 ^a	3,24 ^b	3,78	4,21	22,96
g/kg ^{0,75}	0,43 ^{ab}	0,44 ^{ab}	0,49 ^{ab}	0,52 ^a	0,36 ^b	0,41	0,48	21,59
%NC	24,82 ^{ab}	24,27 ^{ab}	28,17 ^a	30,39 ^a	19,89 ^b	22,73 ^B	28,28 ^A	18,21
Balanço de N								
g/dia	6,91 ^{abc}	7,56 ^{ab}	6,06 ^{bc}	5,76 ^c	7,72 ^a	7,59 ^A	6,01 ^B	15,88
g/kg ^{0,75}	0,71 ^{abc}	0,81 ^{ab}	0,68 ^{bc}	0,61 ^c	0,84 ^a	0,80 ^A	0,66 ^B	14,47
%NC	42,27 ^{ab}	44,43 ^a	39,15 ^{ab}	35,18 ^b	46,12 ^a	43,80 ^A	39,06 ^B	12,05
N no plasma (mg/dL)								
Uréia	31,00	33,03	26,08	42,45	28,58	-	-	37,69
N-uréico	14,45	15,39	12,15	19,78	13,32	-	-	37,69

Médias dos métodos de destoxificação na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias dos sexos na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. ⁽¹⁾ Coeficiente de variação; NT: não tratada; CC: tratada com calcário calcítico; UR: tratada com uréia; FOS: tratada com fosfato monobásico; ACL: tratada por autoclave; NC: nitrogênio consumido.

Fonte: Elaboração dos autores.

Não houve efeito das rações sobre o N fecal quando expressos em percentagem do N consumido (% NC). Já o N urinário expresso em % NC foi superior nas rações contendo torta de mamona tratada com ureia (UR) e ração FOS, comparado a ração ACL. Estes resultados contradizem os observados por Oliveira et al. (2010a) que não observaram efeito do tratamento

de destoxificação da torta de mamona sobre os valores de N urinário em % NC. Entretanto os mesmos autores observaram valores de N fecal expresso em % NC inferiores ao utilizarem torta de mamona tratada com CaOH_2 com médias de 27,66 e 35,21% para os animais que receberam as rações contendo torta de mamona tratada e não tratada, respectivamente.

As perdas de nitrogênio foram maiores na via fecal que na via urinária, com valores médios de 33,06 e 25,51 % NC, respectivamente. Cavalcante et al. (2006), ao utilizarem dietas com diferentes teores protéicos (10,5; 12; 13,5 e 15%) na MS em ensaio com bovinos, verificaram que a excreção de N fecal não foi influenciada pelos níveis de PB das dietas, mas o N urinário aumentou linearmente com a elevação do percentual de PB das dietas. Provavelmente, o excesso de N foi rapidamente convertido em amônia através da degradação dos compostos nitrogenados, absorvido pela parede ruminal e direcionada ao fígado para sua conversão em ureia e excreção via urina quando em excesso (VAN SOEST, 1994).

De maneira semelhante Tibo et al. (2000) observaram excreção linear crescente de N urinário à medida que se elevaram os níveis de concentrado na dieta de novilhos, fato explicado pelo aumento do N consumido, como consequência do aumento no teor de PB da dieta. Dessa forma, o teor de PB da ração, o consumo de nitrogênio, o tipo de fonte de nitrogênio utilizado, o teor de proteína degradável no rúmen e a presença de carboidratos fermentáveis, podem refletir na relação entre o nitrogênio excretado pelas vias urinária e fecal (ZEOULA et al., 2003; ZEOULA et al., 2006).

O balanço de nitrogênio (BN) foi superior na ração ACL quando comparada às rações UR e FOS, em decorrência da menor perda de nitrogênio por via urinária na ração ACL. Já o BN em % NC foi superior para as rações contendo torta de mamona tratada com calcário calcítico (CC) e ração ACL em comparação a ração FOS. O BN médio entre todos os tratamentos foi de 6,80 g/dia e 41,43% do NC. Valor inferior ao obtido com as rações deste experimento foi relatado por Oliveira et al. (2010a) que verificaram valores de BN médio de 29,61% entre as rações, não observando efeito do tratamento da torta de mamona com CaOH_2 sobre os valores de BN. Salienta-se que neste trabalho, o BN foi positivo em todas as rações avaliadas em virtude dos cordeiros estarem em fase de crescimento,

indicando que o consumo de nitrogênio atendeu as exigências de compostos nitrogenados dos animais.

A sincronização entre proteína e carboidratos dietéticos no rúmen para que haja maximização da síntese microbiana reduzindo as perdas nitrogenadas é bastante enfatizado pelos sistemas de exigências nutricionais para ruminantes e de acordo com Silva et al. (2010) valores elevados e positivos para BN sugerem equilíbrio entre proteína e energia digestível da dieta.

Não foram observadas diferenças entre machos e fêmeas para o N consumido e N fecal nas três formas que foram expressos e para o N urinário quando expresso em g/dia e g/kg^{0,75}. Entretanto, as fêmeas apresentaram maior N urinário em % NC que os machos (28,28 e 22,73%, respectivamente) levando a um BN superior dos machos em relação às fêmeas (7,59 e 6,01, respectivamente). Como as rações foram formuladas para o atendimento das exigências nutricionais de machos inteiros, e esses possuem maiores requerimentos líquidos de proteína para ganho de peso que fêmeas, houve excesso de compostos nitrogenados na ração dessas com consequente aumento na excreção urinária de N.

O nitrogênio uréico do plasma (NUP) é o principal produto final do metabolismo proteico em ruminantes, e vem sendo utilizado para obtenção de informações sobre o perfil da nutrição proteica, envolvendo respostas metabólicas a determinadas dietas (CHIZZOTTI et al., 2006; NOUSIAINEN; SHINGFIEL; HUHTANEN, 2004). Desta forma, pode-se inferir que a utilização das rações experimentais, não ocasionou problemas metabólicos quanto à utilização da proteína, pois os níveis de NUP não foram afetados significativamente pelos métodos de destoxificação aplicados a torta de mamona.

Resultados diferentes foram relatados por Oliveira et al. (2010a) que observaram que o tratamento de destoxificação da torta e do farelo de mamona com CaOH_2 aumentou o NUP em ovinos.

Já Silva et al. (2010) trabalhando com diferentes níveis (0, 33, 67 e 100%) de farelo de mamona destoxificado em rações para ovinos obtiveram média de 33,17 mg/dL de ureia plasmática, resultado próximo ao observado na presente pesquisa.

A concentração plasmática de ureia não foi influenciada pelos tratamentos de destoxificação da torta de mamona, variaram de 26,08 a 42,45 mg/dL, situados na faixa considerada ideal para ovinos que é de 24,0 até 60,0 mg/dL (MENEZES et al., 2006). Isso demonstra que houve boa sincronização entre energia e proteína em todas as rações, pois segundo Valadares et al. (1999) a concentração plasmática de ureia está correlacionada positivamente com o consumo de N, assim, em condições de alta disponibilidade ruminal de N, observam-se elevadas concentrações plasmáticas de ureia (RENNÓ et al., 2000).

A interação tempo de coleta do líquido ruminal *versus* rações experimentais não foi significativa

($P > 0,05$) para os valores de pH e $N-NH_3$ do líquido ruminal (Tabela 4). O tempo após a ingestão de alimentos promoveu queda na concentração de pH do líquido ruminal. Esse fato é explicado pela rápida fermentação dos carboidratos no rúmen, com aumento da produção de ácidos graxos voláteis em curto período de tempo, proporcionando queda do pH ruminal devido, em parte, à menor ensalivação causada pelo menor tempo de ruminação (OLIVEIRA et al., 2003). Os valores de pH mais elevados foram obtidos no líquido ruminal de animais alimentados com a ração FOS, quando comparados aos animais alimentados com as rações NT e CC. Silva et al. (2010) observaram valores de pH superiores para rações contendo 0 e 33% de farelo de mamona (6,83 e 6,66, respectivamente) em relação às rações com os maiores níveis de inclusão (67 e 100%), sendo esses valores semelhantes aos reportados na presente pesquisa.

Tabela 4. Valores de pH e nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) do líquido ruminal de ovinos alimentados com rações contendo torta de mamona submetida a diferentes métodos de destoxificação em vários horários pós-prandial.

Rações empo (h)	Métodos de destoxificação					Média
	NT	CC	UR	FOS	ACL	
pH do líquido ruminal (CV=2,99)						
0	6,60	6,69	6,71	6,92	6,77	6,74^A
2	6,70	6,48	6,72	6,82	6,69	6,68^{AB}
5	6,55	6,43	6,61	6,57	6,70	6,57^B
8	6,48	6,64	6,63	6,56	6,66	6,59^B
Média	6,58^{bc}	6,56^c	6,67^{abc}	6,72^a	6,70^{ab}	
$N-NH_3$ no líquido ruminal (CV=35,10)						
0	6,39	9,36	9,71	7,26	9,10	8,37^B
2	12,51	16,80	15,92	14,26	14,09	14,72^A
5	8,84	11,99	9,71	11,55	9,71	10,36^B
8	8,93	10,41	10,68	10,24	8,66	9,78^B
Média	9,17^b	12,14^a	11,51^a	10,83^{ab}	10,39^{ab}	

Médias dos métodos de destoxificação na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. Médias dos horários pós-prandial na mesma coluna, seguidas de letras maiúsculas diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey. NT: não tratada; CC: tratada com calcário calcítico; UR: tratada com uréia; FOS: tratada com fosfato monobicálcico; ACL: tratada por autoclave.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os microrganismos necessitam de pH em faixa ideal para seu desenvolvimento. Van Soest (1994) comentou que pH abaixo de 6,0 promove redução da digestão ruminal da fibra, e valores entre 6,2 e 7,2 é ideal para o crescimento das bactérias celulolíticas, sendo a faixa de 6,2 a 7,0 o indicado para a digestão da mesma. Analisando a variação do pH ruminal em decorrência dos tempos e das rações foram observados valores entre 6,43 e 6,92, portanto adequados para a digestão da fibra.

As concentrações de N-NH₃ foram influenciadas pelos tempos de coletas, apresentando picos logo após o fornecimento das rações, devido ao metabolismo dos microrganismos ruminais após ingestão do alimento. Entre os tempos de coleta, o tempo duas horas pós-prandial foi superior aos demais tempos. Zeoula, Prado e Cecato (1999), testando fontes de amido e proteína de baixa e alta degradabilidade obtiveram maiores concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) no líquido ruminal, a partir do tempo duas horas, principalmente para as fontes de nitrogênio de alta degradabilidade ruminal (uréia + farelo de canola).

Entre as rações, observa-se que CC e UR apresentaram maiores valores de N-NH₃ que NT e as rações FOS e ACL obtiveram valores intermediários. Oliveira et al. (2010b) avaliando o efeito da degradação ruminal *in vitro* da ricina sobre o crescimento microbiano, demonstraram a ocorrência de efeito inibitório da ricina sobre o crescimento microbiano e que a utilização do farelo de mamona destoxificado promoveu maior taxa de crescimento microbiano comparado ao farelo de mamona não tratado. Desta forma, pode-se inferir que a ração NT promoveu menor taxa de crescimento microbiano e conseqüentemente menor concentração de N-NH₃.

Resultados semelhantes foram obtidos por Diniz et al. (2011) que pesquisando diferentes níveis de farelo de mamona (0, 33, 67 e 100%) e mais um tratamento contendo farelo de mamona

não tratado, em dietas para bovinos, observaram picos nas concentrações de N-NH₃ às 2 horas após a alimentação em todas as dietas, entretanto, obtiveram valor máximo para a concentração de N-NH₃ para a dieta contendo o farelo de mamona não tratado, diferentemente do ocorrido na presente pesquisa.

As concentrações de N-NH₃ para todos as rações experimentais foram superiores ao valor de 5 mg/dL de líquido ruminal, citado por Roffler e Satter (1975), como valor mínimo para que a concentração de amônia não fosse limitante para o crescimento microbiano. Com isso, para todos os tratamentos aplicados a torta de mamona, a disponibilidade de amônia parece não ter limitado o crescimento microbiano. Assim, a manutenção de níveis adequados de N-NH₃ no fluido ruminal para que a maior parte das exigências microbianas seja suprida deve constituir a primeira prioridade sob o aspecto de otimização do processo fermentativo.

Conclusões

As rações com métodos de destoxificação da torta de mamona promoveram moderadas alterações no balanço de nitrogênio com destaque para a torta de mamona autoclavada e torta de mamona tratada com calcário calcítico. Os ovinos machos apresentaram balanço de nitrogênio superior às fêmeas. Os valores de pH e N-NH₃ mantiveram-se dentro dos parâmetros normais da espécie ovina, sendo pouco influenciados pelas rações.

Agradecimentos

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico pela concessão da bolsa, a Universidade Federal do Ceará e seus profissionais pelo apoio no trabalho de campo e nas análises laboratoriais e ao Banco do Nordeste pelo auxílio financeiro ao projeto.

Referências

- ANANDAN, S.; ANIL KUMAR, G. K.; GHOSH, J.; RAMACHANDRA, K. S. Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 120, n. 1, p. 159-168, 2005.
- ANDRIGUETTO, J. M.; PERLY, L.; MINARDI, I.; GEMAEL, A.; FLEMMING, J. S.; SOUZA, G. A.; BONA FILHO, A. *Nutrição animal: bases e os fundamentos da nutrição animal*. 4. ed. Rio de Janeiro: Nobel, 1990. 395 p.
- ASLANI, M. R.; MALEKI, M.; MOHRI, M.; SHARIFI, K.; NAJJAR-NEZHAD, V.; AFSHARI, E. Castor bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. *Toxicon*, Oxford, v. 49, n. 3, p. 400-406, 2007.
- CAVALCANTE, M. A. B.; PEREIRA, O. G.; VALADARES FILHO, S. C.; RIBEIRO, K. G.; PACHECO, L. B. B.; ARAÚJO, D.; LEMOS, V. M. C. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 203-210, 2006.
- CHIZZOTTI, M. L.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D.; CHIZZOTTI, F. H. M.; CAMPOS, J. M. S.; MARCONDES, M. I.; FONSECA, M. A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 1, p. 1813-1821, 2006.
- DINIZ, L. L.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; PINA, D. S.; SILVA, L. D.; BENEDETI, P. B.; BAIÃO, G. F.; CAMPOS, J. M. S.; VALADARES, R. F. D. Castor bean meal for cattle finishing: Nutritional parameters. *Livestock Science*, London, v. 135, n. 2, p. 153-167, 2011.
- KOZLOSKI, G. V. *Bioquímica dos ruminantes*. Santa Maria: Editora UFSM, 2002. 139 p.
- 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*, Salvador, v. 7, n. 2, p. 169-175, 2006.
- NOUSIAINEN, J.; SHINGFIEL, K. J.; HUHTANEN, P. Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. *Journal of Dairy Science*, Madison, v. 78, n. 2, p. 386-398, 2004.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids, and new world camelids. Washington, D.C. USA: National Academy Press, 2007. 384 p.
- OLIVEIRA, A. S.; CAMPOS, J. M. S.; OLIVEIRA, M. R. C.; BRITO, A. F.; VALADARES FILHO, S. C.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F. D.; SOUZA, S. M.; MACHADO, O. L. T. Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castor seed meal treated with calcium hydroxide. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 158, n. 1, p. 15-28, 2010a.
- OLIVEIRA, A. S.; OLIVEIRA, M. R. C.; CAMPOS, J. M. S.; LANA, R. P.; MACHADO, O. L. T.; RETAMAL, C. A.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. *In vitro* ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. *Animal Feed Science and Technology*, Amsterdam, v. 157, n. 1, p. 41-54, 2010b.
- OLIVEIRA, E. R.; DIAS, D. S. O.; FERREIRA, R. N.; ACYPRESTE, C. S.; VIEIRA, D.; DIAS, M. J. Estudo da eficiência do calcário calcítico, do carbonato de cálcio e do óxido de magnésio no controle do pH ruminal. *Ciência Animal Brasileira*, Goiânia, v. 4, n. 1, p. 25-32, 2003.
- RENNÓ, L. N.; VALADARES, R. F. D.; VALADARES FILHO, S. C.; LEÃO, M. I.; COELHO DA SILVA, J. F.; CECON, P. R.; GONÇALVES, L. C.; DIAS, H. L. C.; LINHARES, R. S. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 4, p. 1235-1243, 2000.
- ROFFLER, R. E.; SATTER, L. D. Relationship between ruminal ammonia and nonprotein nitrogen utilization by ruminants. I. Development of a model for predicting nonprotein nitrogen utilization by cattle. *Journal of Dairy Science*, Madison, v. 58, n. 12, p. 1880-1888, 1975.
- STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE - SAS. Statistical analysis system for windows. Release 9.0. Cary: SAS Institute, 2003.
- SANTOS, S. F.; BOMFIM, M. A. D.; CÂNDIDO, M. J. D.; SILVA, M. M. C.; PEREIRA, L. P. S.; SOUZA NETO, M. A.; GARRUTI, D. S.; SEVERINO, L. S. Efeito da casca de mamona sobre a produção, Composição e ácidos graxos do leite de cabra. *Archivos de Zootecnia*, Córdoba, v. 60, n. 229, p. 113-122, 2011.
- SILVA, D. C.; ALVES, A. A.; VASCONCELOS, V. R.; NASCIMENTO, H. T. S.; MOREIRA FILHO, M. A.; OLIVEIRA, M. E. Metabolismo dos compostos nitrogenados em ovinos alimentados com dietas contendo farelo de mamona destoxificado. *Acta Scientiarum. Animal Sciences*, Maringá, v. 32, n. 2, p. 219-224, 2010.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa: Editora UFGV, 2002. 235 p.

- TIBO, G. C.; VALADARES FILHO, S. C.; COELHO DA SILVA, J. F.; VALADARES, R. F. D.; LEÃO, M. I.; CECON, P. R.; SAMPAIO, R. L. Níveis de concentrado em dietas de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore. 2. Balanço nitrogenado, eficiência microbiana e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 29, n. 3, p. 921-929, 2000.
- VALADARES, R. F. D.; BRODERICK, G. A.; VALADARES FILHO, S. C.; CLAYTON, M. K. Effect of replacing alfalfa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. *Journal of Dairy Science*, Madison, v. 8, n. 12, p. 2686-2696, 1999.
- VAN SOEST, P. J. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2. ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476 p.
- ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; CECATO, U. Valor Nutritivo de rações compostas de fonte de amido e de nitrogênio com alta e baixa degradabilidade ruminal. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 28, n. 5, p. 1159-1167, 1999.
- ZEOULA, L. M.; CALDAS NETO, S. F.; GERON, L. J. V.; MAEDA, E. M.; PRADO, I. N.; DIAN, P. H. M.; JORGE, J. R. V.; MARQUES, J. A. Substituição do milho pela farinha de varredura de mandioca (manihot esculenta crantz) em rações de ovinos: consumo, digestibilidade, balanços de nitrogênio e energia e parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 491-502, 2003.
- ZEOULA, L. M.; FERELI, F.; PRADO, I. N.; GERON, L. J. V.; CALDAS NETO, S. F.; PRADO, O. P. P.; MAEDA, E. M. Digestibilidade e balanço de nitrogênio de rações com diferentes teores de proteína degradável no rúmen e milho moído como fonte de amido em ovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, MG, v. 35, n. 5, p. 2179-2186, 2006.

