

Consumo, comportamento e desempenho em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona¹

Intake, behavior and performance in sheep fed diets containing castor cake

Fernando Henrique Teixeira Gomes^{2*}, Magno José Duarte Cândido³, Maria Socorro de Souza Carneiro³, Rafael Nogueira Furtado³ e Elzânia Sales Pereira³

RESUMO - A torta de mamona tem potencial para utilização na alimentação de ovinos em regiões semiáridas, mas apresenta como limitação a ricina, que pode causar intoxicação. Objetivou-se avaliar influência de dietas contendo torta de mamona em comportamento ingestivo, consumo e desempenho em ovinos. Foram distribuídos 20 ovinos Morada Nova em blocos ao acaso (dois blocos) com cinco tratamentos (torta de mamona não tratada, tratada com calcário calcítico, com ureia, com fosfato monobicálcico e autoclavada) e quatro repetições. O consumo dos nutrientes não foi influenciado pelos tratamentos de destoxificação, além dos animais não terem apresentado sintomas de intoxicação. Quanto ao comportamento ingestivo, não houve diferença para a maioria das variáveis entre tratamentos, bem como não se confirmou possível rejeição dos ovinos pela torta não tratada. Foi observado que os animais alimentados com dieta contendo torta de mamona autoclavada apresentaram desempenho superior aos que receberam torta não tratada. Apesar dos animais alimentados com torta de mamona tratada com fosfato monobicálcico não terem sido superiores aos alimentados com torta não tratada, apresentaram ganho médio diário 27,3% maior, consumiram menos 10,5% de alimento para ganhar 1 kg e, para ganharem 12 kg, precisaram de 24 dias a menos. A terminação de ovinos utilizando dietas contendo torta de mamona autoclavada apresenta resposta superior à terminação desses animais alimentados com dietas contendo torta de mamona não tratada ou destoxificada com ureia. Além disso, animais terminados com dietas contendo torta destoxificada com fosfato monobicálcico ou calcário calcítico apresentam resposta intermediária.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L.. Destoxificação. Ganho médio diário.

ABSTRACT - Castor cake shows potential for use in sheep feed in semi-arid regions, but as a limitation, contains ricin, which can cause poisoning. The aim of his study was to evaluate the influence of diets containing castor cake on feeding behaviour, intake and performance in sheep. Twenty Morada Nova sheep were distributed into two randomised blocks with five treatments (untreated castor cake, castor cake treated with limestone, with urea, with monodicalcium phosphate and autoclaved) and four replications. Nutrient intake was not influenced by the detoxification treatments, with the animals displaying no symptoms of poisoning. There was no difference in feeding behaviour between treatments for most of the variables, and the possible rejection of the untreated cake by the sheep was not confirmed. It was found that animals fed diets containing autoclaved castor cake performed better than those which received untreated cake. Although the animals fed castor cake treated with monodicalcium phosphate were not superior to those fed untreated cake, they had a 27.3% greater average daily gain, consumed 10.5% less feed to gain 1 kg, and took 24 days less to gain 12 kg. The finishing of sheep fed diets containing autoclaved castor cake shows a superior response to the finishing of these animals fed diets containing untreated castor cake or detoxified with urea. Furthermore, animals finished on diets containing cake detoxified with monodicalcium phosphate or limestone show an intermediate response.

Key words: *Ricinus communis* L.. Detoxification. Average daily gain.

DOI: 10.5935/1806-6690.20170021

*Autor para correspondência

¹Recebido para publicação 05/02/2015; aprovado em 29/04/2016

Parte da Dissertação do primeiro autor, financiamento deste trabalho pelo Fundeci/Banco do Nordeste

²Superintendência Federal de Agricultura/Pecuária e Abastecimento no Ceará, Ministério da Agricultura/Pecuária e Abastecimento, Av. dos Expedicionários, 3442, Benfica, Fortaleza-CE, Brasil, 60.410-410, fernandohtg@gmail.com

³Departamento de Zootecnia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Ceará, Av. Mister Hull, 2977, Campus do Pici, Bloco 808, Fortaleza-CE, Brasil, 60.021-970, magno@ufc.br, msocorro@ufc.br, rafaelnfurtado@yahoo.com.br, elzania@hotmail.com

INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa estratégica econômica e socialmente para regiões áridas e semiáridas, apresentando tolerância à seca, com exigência de precipitação pluviométrica mínima de 400 a 500 mm. O óleo extraído da sua semente tem diversas aplicações industriais e geram-se como subprodutos a casca, o farelo e a torta de mamona, com rendimento de 50% de óleo e 50% de subproduto (BOMFIM; SILVA; SANTOS, 2009). A principal utilização da torta de mamona é como adubo orgânico, porém seu uso como ingrediente em rações lhe permitiria obter um importante valor agregado (ABDALLA *et al.*, 2008). A limitação para uso da torta de mamona na alimentação animal é decorrente da presença da ricina na semente de mamona, glicoproteína tóxica constituída de duas subunidades A (36 KDa) e B (29 KDa), ligadas por pontes dissulfídicas. A ingestão da semente de mamona pode causar intoxicação em ovinos (ASLANI *et al.*, 2007). Em face disso, Anandan *et al.* (2005) compararam diferentes métodos de destoxificação dessa torta e concluíram que a ricina foi 100% eliminada por autoclavagem (15 psi/60 min) e solução de hidróxido de cálcio (40 g $\text{Ca}(\text{OH})_2$ /kg torta mamona). Por outro lado, há pesquisadores que não observaram intoxicação de ovinos consumindo rações contendo torta ou farelo de mamona não destoxificados, mas verificaram que o tratamento da torta com 40 g de $\text{Ca}(\text{OH})_2$, apesar de não desnaturar completamente a ricina, amplia a eficiência de utilização da energia e do nitrogênio (OLIVEIRA *et al.*, 2010b).

Para avaliação da resposta ao consumo de certo alimento, o desempenho animal pode ser utilizado, variável que é influenciada pelo consumo voluntário de matéria seca. Consumo e desempenho precisam ser avaliados em dietas baseadas em alimentos alternativos, visando subsidiar a utilização desses subprodutos na terminação de ovinos. No que se refere ao comportamento ingestivo de animais, é importante determinar se a ingestão de alimentos contendo algum fator antinutricional pode interferir nas suas atividades comportamentais. Além disso, possibilita ajustar o manejo alimentar para obtenção de melhor desempenho produtivo (FIGUEIREDO *et al.*, 2013).

O objetivo deste estudo foi avaliar o comportamento ingestivo, consumo e o desempenho em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida ou não a diferentes métodos de destoxificação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Fortaleza - Ceará, Brasil, situada na zona litorânea a 15,49 m de altitude,

3°43'02" de latitude Sul e 38°32'35" de longitude Oeste. A torta de mamona foi obtida a partir da extração mecânica do óleo da semente (90 a 110 °C) em Quixeramobim - Ceará. Foram utilizados vinte ovinos (½ Morada Nova variedade Vermelha x ½ sem padrão racial definido), sendo dez machos inteiros e dez fêmeas, com peso médio inicial de $18,7 \pm 1,18$ kg e 240 dias de idade. Os animais foram vermifugados, suplementados com vitaminas A, D e E, sendo confinados em baias individuais de 1,0 m², providas de comedouros e bebedouros.

A escolha dos métodos de destoxificação da torta de mamona que constituíram os tratamentos foi realizada com base em eletroforese em gel de poli(acrilamida) (FURTADO *et al.*, 2012), considerando como mais eficientes os agentes que promoveram maior desaparecimento das subunidades da ricina. Os cinco tratamentos foram: torta de mamona não tratada (controle), torta de mamona tratada com calcário calcítico, torta de mamona tratada com ureia, torta de mamona tratada com fosfato monobásico e torta de mamona autoclavada, num delineamento em blocos ao acaso com quatro repetições (ovinos), formando dois blocos em função do sexo dos animais. O tratamento da torta de mamona (TM) foi realizado pela diluição do agente químico na água nas seguintes proporções: 60 g de calcário calcítico/500 mL água/kg TM; 60 g de fosfato monobásico/500 mL água/kg TM; e 10 g de uréia/500 mL água/kg TM. Com os produtos diluídos, a torta foi tratada homogeneamente, aplicando-se com auxílio de baldes, e revolvendo a massa com pás. Posteriormente, foram mantidas em tambores, por oito horas (à noite), as tortas tratadas com calcário calcítico ou com fosfato monobásico, e por sete dias, a torta tratada com ureia. Finalmente, a torta tratada foi exposta ao sol, sobre lonas, até a secagem (90% de matéria seca). Esse procedimento usado para tratamento da torta de mamona e sua autoclavagem (15 psi a 123 °C, por 60 min) foram baseados em Anandan *et al.* (2005). Durante a diluição do agente químico, foi realizada a medição do pH na solução, com auxílio de potenciômetro digital (Tabela 1).

A composição química e proporção dos ingredientes das rações experimentais estão nas Tabelas 2 e 3, respectivamente. Estas foram formuladas conforme National Research Council (2007), utilizando uma relação

Tabela 1 - Potencial hidrogeniônico (pH) da solução utilizada no tratamento da torta de mamona

| Solução | pH |
|--------------------|-----|
| Calcário calcítico | 7,0 |
| Ureia | 7,0 |
| Fosfato monobásico | 4,0 |

volumoso:concentrado de 50:50. O período experimental foi de 70 dias, subdividido em 14 de adaptação e 56 de coletas de dados. Neste período, foram realizadas pesagens semanais dos animais. A fim de se obter o coeficiente de perdas ao jejum médio para cada ovino, também foi realizada uma pesagem dos animais cheios ao fim da tarde e no dia seguinte pela manhã, após jejum de sólidos e líquidos de 16 horas. As rações experimentais foram fornecidas duas vezes ao dia, 50% às 8 h e 50% às 16 h, sendo coletadas sobras, no dia seguinte, para determinação do consumo diário e, assim, ajustado o consumo para manter nível de sobras de 15 a 20%.

Foram coletadas semanalmente 10% da ração ofertada e das sobras, armazenadas a -10 °C, e realizada ao término do experimento uma amostragem composta por animal de cada tratamento. Posteriormente, essas amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal do Ceará, secas em estufa com ventilação forçada (55 °C/72 h) e processadas em moinho tipo Wiley (1 mm), para realização das seguintes análises: matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE) e nitrogênio total segundo protocolos da Association of Official Analytical Chemistry (1990); fibra em detergente ácido (FDA) de acordo com Van Soest, Robertson e Lewis (1991); lignina, conforme Van Soest e Robertson (1985); para fibra em detergente neutro (FDN), amostras foram tratadas com alfa amilase, corrigidas para o resíduo de cinzas e para o resíduo de compostos nitrogenados. O teor de proteína bruta foi

obtido multiplicando-se teor de nitrogênio total por 6,25. O teor de carboidratos não fibrosos corrigido para cinzas e proteína (CNFcp) foi calculado utilizando equação (1), adaptada de Hall (2000), sendo:

$$CNFcp = 100 - [(\%PB - \%PB \text{ da uréia} + \%uréia) + \%FDNcp + \%EE + \%MM] \quad (1)$$

Foram determinados valores de ganho médio diário, conversão alimentar e número de dias para o animal ganhar 12 kg, suficientes para atingir peso de abate.

Para avaliação do comportamento ingestivo, por dois dias consecutivos os animais foram observados visualmente. Em um dia, foram avaliados por três períodos de duas horas (8 às 10; 14 às 16; e 18 às 20 h), para obtenção das médias das mastigações e do tempo, mensurando o número de mastigações meréricas por bolo ruminal e, com auxílio de cronômetro digital, o tempo despendido de mastigação merérica por bolo ruminal. No dia seguinte, foi quantificado ao longo de 24 horas, o tempo despendido em alimentação, ruminação, ócio (acordado e dormindo) e outras atividades, por meio da observação simultânea de cada um dos animais a cada dez minutos por seis observadores (JOHNSON; COMBS, 1991), divididos em dois grupos de três observadores que se revezaram em turnos de seis horas. No intervalo entre duas observações, foram computadas frequência de defecação, micção e ingestão de água. Durante a observação noturna dos animais, as luzes

Tabela 2 - Composição química dos ingredientes usados nas dietas experimentais (g/kg de matéria seca)

| Composição química ¹ | Ingredientes ² | | | | | | | | |
|---------------------------------|---------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| | FT | FM | FS | T | NT | CC | UR | FOS | ACL |
| Matéria seca | 848,0 | 891,0 | 878,0 | 839,0 | 922,0 | 913,0 | 907,0 | 891,0 | 910,0 |
| Matéria orgânica | 925,0 | 988,0 | 932,0 | 945,0 | 941,0 | 875,0 | 936,0 | 873,0 | 938,0 |
| Matéria mineral | 75,0 | 12,0 | 68,0 | 54,8 | 59,0 | 125,0 | 64,0 | 127,0 | 62,0 |
| Extrato etéreo | 17,0 | 43,0 | 19,0 | 37,3 | 51,0 | 43,0 | 39,0 | 39,0 | 47,0 |
| Proteína bruta | 83,0 | 90,0 | 521,0 | 167,0 | 311,0 | 306,0 | 328,0 | 332,0 | 316,0 |
| FDN | 790,0 | 89,0 | 140,0 | 411,0 | 489,0 | 497,0 | 521,0 | 480,0 | 557,0 |
| FDA | 375,0 | 23,0 | 101,0 | 115,0 | 407,0 | 403,0 | 411,0 | 415,0 | 405,0 |
| Hemicelulose | 415,0 | 66,0 | 39,0 | 296,0 | 82,0 | 94,0 | 110,0 | 65,0 | 152,0 |
| Celulose | 315,0 | 20,7 | 73,6 | 94,6 | 133,0 | 145,0 | 128,0 | 152,0 | 157,0 |
| Lignina | 56,0 | 2,0 | 9,0 | 14,1 | 24,4 | 23,8 | 21,8 | 21,4 | 25,2 |
| Carboidratos totais | 825,0 | 855,0 | 392,0 | 741,0 | 579,0 | 526,0 | 569,0 | 502,0 | 575,0 |
| Carboidratos não fibrosos | 53,0 | 783,0 | 269,0 | 342,0 | 114,0 | 69,0 | 79,0 | 58,0 | 58,0 |

¹FT - Feno de capim-tifton 85; FM - Fubá de milho; FS - Farelo de soja; T - Farelo de trigo; NT - Torta de mamona não tratada; CC - Torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR - Torta de mamona tratada com ureia; FOS - Torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL - Torta de mamona autoclavada

foram mantidas acesas no ambiente de avaliação. As variáveis foram obtidas pelas seguintes relações: $EAL = CMS/TAL$; $EAL = CFDN/TAL$; $ERU = CMS/TRU$; $ERU = CFDN/TRU$; $TMT = TAL + TRU$; $BOL = TRU/MM_{tb}$; $MM_{nd} = BOL \times MM_{nb}$, conforme método descrito por Polli *et al.* (1996) e Bürger *et al.* (2000), onde: EAL (g MS/h; g FDN/h) = eficiência de alimentação; CMS (g MS/d) = consumo de MS; TAL (h/d) = tempo de alimentação; ERU (g MS/h; g FDN/h) = eficiência de ruminação; TRU (h/d) = tempo de ruminação; TMT (h/d) = tempo de mastigação total; BOL (número/d) = número de bolos ruminais; MM_{tb} (s/bolo) = tempo de mastigação merícica por bolo; MM_{nd} (número/d) = número de mastigações merícicas por dia; e MM_{nb} (número/bolo) = número de mastigações merícicas por bolo. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias (Tukey, $P < 0,05$), com auxílio do procedimento GLM do programa computacional SAS (STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM INSTITUTE, 2003).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dentre os métodos químicos de destoxificação, a solução com fosfato monobásico apresentou maior potencial para desnaturação da ricina, dado que produziu pH ácido igual a 4,0 (Tabela 1). Quando se utiliza tratamento ácido, os valores de pH ficam inferiores ao pI da ricina de 5,2 a 5,5 (KABAT; HEIDELBERGER; BEZER, 1947), tornando a carga líquida da proteína positiva e, esse excesso de cargas do mesmo sinal, pode causar repulsão eletrostática, resultando em rompimentos das ligações fracas (pontes de hidrogênio), que mantêm a estrutura terciária da proteína (LEHNINGER; NELSON; COX, 1995). Por outro lado, a solução com calcário calcítico ou ureia produziram apenas pH neutro (7,0). Os consumos de matéria seca, de matéria orgânica e de fibra em detergente neutro não foram influenciados pela destoxificação ou não da torta de mamona (Tabela 4), em nenhuma das unidades analisadas, nem foram observados sintomas clínicos de intoxicação nos borregos e borregas. Isso provavelmente ocorreu devido à microbiota ruminal ser capaz de degradar a ricina, reduzindo sua ação tóxica no animal hospedeiro, embora a toxina ainda possa ter alguma inibição sobre o crescimento microbiano (OLIVEIRA *et al.*, 2010a), considerando que Furtado *et al.* (2012) observaram a presença das subunidades da ricina na torta de mamona não tratada quando realizaram eletroforese em torta de mamona para compor dietas experimentais contendo torta de mamona para ovinos Morada Nova. Furtado *et al.* (2014) inferiram que a dieta contendo torta de mamona não tratada promoveu menor taxa de crescimento microbiano em relação às dietas contendo torta tratada, estudando nitrogênio amoniacal coletado do

líquido ruminal de ovinos Morada Nova alimentados com dietas contendo torta de mamona submetidas a métodos de destoxificação. Ressalta-se também que as dietas avaliadas no presente trabalho continham perfil nutricional similar (Tabela 3), bem como não foram verificadas, conforme Furtado *et al.* (2012), diferenças na digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente ácido, carboidratos totais e não fibrosos nem nos parâmetros ruminais e sanguíneos, trabalhando com rações contendo torta de mamona destoxicada (calcário calcítico, ureia, fosfato monobásico, autoclave) ou não tratada. Segundo Diniz *et al.* (2010), a ausência de efeitos clínicos de intoxicação pode ser explicada pela degradação da ricina pelas proteases microbianas e pelo baixo nível de inclusão de torta de mamona não tratada (91,4 g/kg MS) nas dietas, sendo verificado por estes autores que as duas subunidades da ricina não foram observadas no abomaso de animais alimentados com torta de mamona não tratada.

É importante salientar que, apesar de não ter sido observado diferença no consumo, considerando valores absolutos do consumo de MS em gramas por unidade de tamanho metabólico, notou-se aumento de 11,17% do consumo de MS pelos animais ingerindo dieta com torta de mamona autoclavada (ACL) em relação aos animais alimentados com dieta contendo torta de mamona não tratada (NT) e aumento de 7,85% do consumo de MS pelos animais alimentando-se com dieta contendo torta de mamona tratada com fosfato monobásico (FOS) em relação aos animais ingerindo NT. O consumo médio diário de MS foi de 0,039 g/kg PC e, em relação à unidade de tamanho metabólico, de 86,1 g/kg^{0,75}•dia, sendo considerados adequados, de acordo com o preconizado pelo NRC (2007), nas condições fisiológicas e de peso dos animais estudados.

Os tratamentos de destoxificação da torta de mamona não provocaram alterações ($P > 0,05$) no comportamento alimentar entre tratamentos (Tabela 5), com exceção do ócio dormindo. Isso pode ser explicado pela ausência de variação significativa no consumo de MS e de FDN, e pela condição isonutricional das dietas testadas. Resultados semelhantes foram observados por Vieira *et al.* (2011) que ao trabalharem com borregos Morada Nova alimentados com dietas contendo 0; 50; 75 ou 100% de farelo de mamona autoclavado em substituição ao farelo de soja não verificaram diferenças quanto ao consumo de MS, tempos de alimentação e de ruminação, eficiências de alimentação e de ruminação, tempo de mastigação total, número de bolos ruminais, tempo de mastigação merícica por bolo ruminal e número de mastigações merícicas por bolo. O tempo de alimentação dos animais recebendo a dieta NT foi semelhante ao dos animais recebendo as rações com torta de mamona tratada, não se confirmando

que os ovinos poderiam ter alguma rejeição pela torta não tratada, decorrente dos possíveis efeitos tóxicos da ricina. Tal efeito de rejeição à torta de mamona foi observado por Pompeu *et al.* (2012) em ovinos terminados com ração contendo torta de mamona autoclavada, mas isso ocorreu nos animais que foram alimentados com 100% de substituição do farelo de soja pela torta de mamona, que tiveram redução no ganho médio diário. Pôde-se observar que os animais utilizaram grande parte do tempo se alimentando e ruminando, perfazendo - somando esses tempos - cerca de 50% do tempo total. A semelhança no tempo despendido em ruminação pode ser explicada pela baixa variação na concentração de FDN das rações e semelhança na forma física da FDN, uma vez que o

tempo de ruminação é influenciado pelo nível de FDN da ração (HÜBNER *et al.*, 2008). Carvalho *et al.* (2006) ao trabalharem com ovinos da raça Santa Inês alimentados com silagem de capim-elefante amonizada ou não, com subprodutos da agroindústria observaram tempo de alimentação semelhante ao do presente trabalho, enquanto que o tempo de ruminação foi superior, podendo ser explicado pelo maior nível de FDA das dietas (21,62 a 29,11% MS).

Como a composição química das dietas foi próxima, assemelhando-se, assim, na densidade nutricional, os animais atingiram suas exigências nutricionais em tempos similares, não ocorrendo diferenças no tempo em ócio.

Tabela 3 - Ingredientes e composição química das dietas experimentais

| Itens | Dietas experimentais ¹ | | | | |
|-----------------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|
| | NT | CC | UR | FOS | ACL |
| | Ingredientes (% matéria seca) | | | | |
| Feno de capim-tifton 85 | 49,31 | 49,54 | 49,54 | 49,42 | 48,68 |
| Fubá de milho | 34,47 | 34,51 | 34,31 | 34,36 | 34,90 |
| Torta de mamona | 8,11 | 8,11 | 8,07 | 8,08 | 8,21 |
| Farelo de soja | 4,05 | 4,07 | 4,04 | 4,04 | 4,10 |
| Farelo de trigo | 2,79 | 2,78 | 2,78 | 2,78 | 2,82 |
| Sal mineral ² | 0,507 | 0,508 | 0,505 | 0,505 | 0,513 |
| Calcário calcítico | 0,283 | 0,0 | 0,282 | 0,334 | 0,286 |
| Uréia | 0,253 | 0,253 | 0,252 | 0,253 | 0,257 |
| Sal comum (NaCl) | 0,203 | 0,203 | 0,202 | 0,202 | 0,205 |
| Sulfato de amônio | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 | 0,025 |
| | Composição química ³ | | | | |
| Matéria seca - MS (g/kg MN) | 860,0 | 856,0 | 856,0 | 858,0 | 871,0 |
| Matéria orgânica (g/kg MN) | 945,0 | 945,0 | 946,0 | 943,0 | 944,0 |
| Matéria mineral (g/kg MS) | 55,4 | 55,0 | 53,7 | 56,8 | 56,4 |
| Extrato etéreo (g/kg MS) | 24,5 | 22,2 | 22,6 | 25,7 | 25,3 |
| Proteína bruta (g/kg MS) | 119,0 | 120,0 | 116,0 | 116,0 | 120,0 |
| NIDN (% total nitrogênio) | 29,6 | 29,0 | 29,9 | 30,9 | 30,8 |
| NIDA (% total nitrogênio) | 4,18 | 4,22 | 4,18 | 4,01 | 3,85 |
| FDN (g/kg MS) | 534,0 | 526,0 | 557,0 | 552,0 | 546,0 |
| FDN _{cp} (g/kg MS) | 521,0 | 515,0 | 543,0 | 539,0 | 532,0 |
| FDA (g/kg MS) | 244,0 | 245,0 | 239,0 | 241,0 | 239,0 |
| CNF (g/kg MS) | 280,0 | 288,0 | 265,0 | 262,0 | 266,0 |

¹NT - Dieta contendo torta de mamona não tratada; CC - Dieta contendo torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR - Dieta contendo torta de mamona tratada com ureia; FOS - Dieta contendo torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL - Dieta contendo torta de mamona autoclavada. ²Quantidade por kg do produto: P = 65 g; Ca = 160 g; S = 15 g; Mg = 6,5 g; Na = 150 g; Co = 0,125 g; Zn = 4,5 g; Fe = 1,7 g; Mn = 4,5 g; I = 0,06 g; Se = 0,03 g; F = 0,95 g. ³MN - Matéria natural; NIDN - Nitrogênio insolúvel em detergente neutro; NIDA - Nitrogênio insolúvel em detergente ácido; FDN - fibra em detergente neutro; FDN_{cp} - Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; FDA - fibra em detergente ácido; CNF - Carboidratos não fibroso

Tabela 4 - Consumo de nutrientes em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a métodos de destoxificação

| Itens | Dietas experimentais ³ | | | | | Sexo [#] | | Média | EP ⁴ | P ⁵ |
|----------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-----------------|----------------|
| | NT | CC | UR | FOS | ACL | Macho | Fêmea | | | |
| C ¹ | | | | | | | | | | |
| MS | 0,038 | 0,038 | 0,039 | 0,040 | 0,042 | 0,040 | 0,038 | 0,039 | 0,0018 | 0,5656 |
| MO | 0,036 | 0,036 | 0,037 | 0,038 | 0,039 | 0,038 | 0,036 | 0,037 | 0,0018 | 0,5874 |
| FDN | 0,019 | 0,018 | 0,020 | 0,021 | 0,021 | 0,020 | 0,019 | 0,020 | 0,0009 | 0,1939 |
| C ₂ | | | | | | | | | | |
| MS | 82,75 | 83,25 | 83,25 | 89,25 | 92,00 | 89,70 | 82,50 | 86,10 | 4,63 | 0,5210 |
| MO | 78,44 | 78,81 | 79,07 | 84,12 | 86,62 | 84,79 | 78,04 | 81,41 | 4,38 | 0,5909 |

¹C - consumo em g/kg PC; ²C - consumo em g/kg^{0,75}•dia; MS - Matéria seca; MO - Matéria orgânica; FDN - Fibra em detergente neutro; ³NT - Dieta contendo torta de mamona não tratada; CC - Dieta contendo torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR - Dieta contendo torta de mamona tratada com ureia; FOS - Dieta contendo torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL - Dieta contendo torta de mamona autoclavada; ⁴EP = Erro padrão da média; ⁵P = Probabilidade; Médias dos métodos de destoxificação na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey; [#] Os blocos constituíram o sexo dos animais, portanto, utilizaram-se dois blocos, um com animais machos e outro com animais fêmeas. Médias dos sexos na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey

Tabela 5 - Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a métodos de destoxificação

| Itens ¹ | Dietas experimentais ² | | | | | Sexo [#] | | Média | EP ³ | P ⁴ |
|--------------------|-----------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------------------|-------|-------|-----------------|----------------|
| | NT | CC | UR | FOS | ACL | Macho | Fêmea | | | |
| AT (min/dia) | | | | | | | | | | |
| Alimentação | 315 | 295 | 360 | 320 | 365 | 323 | 339 | 331,0 | 40,79 | 0,7012 |
| Ruminação | 397 | 405 | 327 | 392 | 425 | 392 | 386 | 389,0 | 61,29 | 0,8280 |
| Ócio acordado | 362 | 367 | 417 | 367 | 342 | 314 B | 428 A | 371,0 | 59,32 | 0,9271 |
| Ócio dormindo | 90 ab | 115 a | 70 b | 117 a | 75 ab | 98 | 89 | 93,0 | 14,31 | 0,1024 |
| Outras AT | 275 | 257 | 267 | 242 | 232 | 312 A | 197 B | 255,0 | 33,46 | 0,8932 |
| EAL (g MS/h) | 174 | 184 | 154 | 185 | 161 | 191 | 153 | 172,0 | 23,13 | 0,8349 |
| EAL (g FDN/h) | 87,6 | 88,2 | 79,0 | 95,8 | 81,5 | 96,0 | 76,8 | 86,4 | 11,15 | 0,8447 |
| ERU (g MS/h) | 139 | 133 | 204 | 159 | 151 | 172 | 142 | 157,0 | 37,81 | 0,7031 |
| ERU (g FDN/h) | 69,6 | 64,1 | 105 | 82,0 | 76,3 | 87,2 | 71,5 | 79,3 | 19,21 | 0,6251 |
| TMT (h/dia) | 11,9 | 11,7 | 11,4 | 11,9 | 13,2 | 11,9 | 12,1 | 12,0 | 1,00 | 0,7693 |
| BR (n°/dia) | 563 | 616 | 542 | 580 | 600 | 611 | 549 | 580,0 | 117,9 | 0,9924 |
| MMnd | 31,8 | 31,5 | 24,7 | 30,6 | 31,7 | 30,8 | 29,2 | 30,0 | 5202,0 | 0,8510 |
| MMnb (n°/bolo) | 57,2 | 54,6 | 50,1 | 54,1 | 55,1 | 54,1 | 54,2 | 54,2 | 4,03 | 0,7916 |
| MMtb (s/bolo) | 80,2 | 74,9 | 105,2 | 77,8 | 85,3 | 83,5 | 85,9 | 84,7 | 14,10 | 0,5819 |
| AT (n° dia) | | | | | | | | | | |
| IA | 7,7 | 10,5 | 14,5 | 11,5 | 14,5 | 12,4 | 11,1 | 11,7 | 3,58 | 0,5630 |
| Micção | 17,2 | 15,7 | 17,2 | 12,0 | 17,7 | 15,5 | 16,5 | 15,8 | 2,44 | 0,2786 |
| Defecação | 18,5 | 17,5 | 17,5 | 18,5 | 18,2 | 18,4 | 17,7 | 18,0 | 4,19 | 0,9657 |

¹AT - atividade; EAL - Eficiência de alimentação; ERU - Eficiência de ruminação; TMT - Tempo de mastigação total; BR - Bolos ruminais; MM_{nd} - Número de mastigações meréricas [(n°/dia)•1000]; MM_{nb} = Número de mastigações meréricas por bolo; MM_{tb} = Tempo de mastigação merérica por bolo ruminai; IA - ingestão de água; ²NT - Dieta contendo torta de mamona não tratada; CC - Dieta contendo torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR - Dieta contendo torta de mamona tratada com ureia; FOS - Dieta contendo torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL - Dieta contendo torta de mamona autoclavada; ³EP = Erro padrão da média; ⁴P = Probabilidade; Médias dos métodos de destoxificação na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey; [#] Os blocos constituíram o sexo dos animais, portanto, utilizaram-se dois blocos, um com animais machos e outro com animais fêmeas. Médias dos sexos na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem entre si (P<0,05) pelo teste de Tukey

Este foi o comportamento de maior expressão nos animais, ocorrendo, possivelmente, por serem animais confinados. A ausência de diferença ($P > 0,05$) entre tratamentos de destoxificação, para eficiências de alimentação e ruminação, resultou da semelhança de consumo de MS e FDN, assim como dos tempos de alimentação e ruminação, corroborando com Carvalho *et al.* (2008), que estudaram comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. Além disso, a moagem dos ingredientes das rações foi realizada em crivo idêntico, o que conferiu tamanho de partícula semelhante entre as rações e, assim, similaridade na dificuldade para diminuição do tamanho de partícula da fração fibrosa. Não houve diferença também para o tempo de mastigação total, visto que este é resultante da soma dos tempos de alimentação e ruminação, e que estes separadamente não apresentaram diferença entre tratamentos. Além disso, em relação ao número de bolos ruminados por dia, não foi observado diferença ($P > 0,05$), o que pode estar ligado à ausência de variação no tempo de ruminação e para ruminar cada bolo (ALVES *et al.*, 2010). Os métodos de destoxificação propiciaram respostas semelhantes ($P > 0,05$) para as variáveis relacionadas com a mastigação merérica, pois o tempo de ruminação apresentou valores próximos entre tratamentos, corroborando com Ribeiro *et al.* (2006), que, estudando caprinos Moxotó e Caniné submetidos a dois níveis de alimentação (à vontade e restrito), não verificaram diferenças na mastigação merérica.

O ganho médio diário (GMD) e a conversão alimentar (CA) dos animais alimentados com ACL foram superiores ($P < 0,05$) em relação aos alimentados com NT e dieta com torta tratada com ureia (UR) (Tabela 6), sendo resultante, provavelmente, da destruição da ricina quando se emprega a autoclavagem a 15 psi/60 min (ANANDAN *et al.*, 2005). Valor semelhante ao observado neste trabalho foi obtido por Pompeu *et al.* (2012), que, em pesquisa com ovinos mestiços Morada Nova alimentados com diferentes níveis de torta de mamona autoclavada em

substituição ao farelo de soja, verificaram ganho médio diário de 155 g/animal•dia, com 67% de substituição.

Outro método de destoxificação que teve destaque foi o fosfato monobásico, que propiciou ganho médio diário 27,3% maior em relação aos animais alimentados com torta não tratada. Os animais consumindo ACL e FOS foram mais eficientes na transformação do alimento em ganho de peso, consumindo 19,1 e 10,5% menos alimento, respectivamente, que os animais consumindo torta não tratada para ganhar 1 kg de peso corporal. Quanto ao número de dias para ganhar 12 kg (ND12), os animais que ingeriram ACL foram superiores ($P < 0,05$) em relação aos que se alimentaram com NT, levando 37,5 dias a menos para os animais ganharem 12 kg, indicando a possibilidade de abate mais precoce; os animais que ingeriram a dieta contendo FOS passaram 90,9 dias para ganhar 12 kg, 24 dias a menos que os animais ingerindo NT.

O melhor desempenho apresentado pelos ovinos consumindo dietas contendo torta de mamona autoclavada ou tratada com fosfato monobásico pode estar relacionado à maior acessibilidade dos microrganismos ruminais à proteína. Apesar de a torta de mamona ter um elevado teor protéico, seu maior teor de FDA e de NIDA (Tabela 3) limita o aproveitamento da proteína desse ingrediente, o que pode ser parcialmente superado pelo desarranjo da parede celular via tratamentos físicos (como a autoclavagem) ou químicos (como o fosfato monobásico). Adicionalmente ao efeito positivo em reduzir a toxidez da torta de mamona, como constatado por Furtado *et al.* (2012), que verificaram, em eletroforese, redução substancial na intensidade das subunidades de ricina no tratamento da torta de mamona com fosfato monobásico, esses tratamentos podem contribuir em melhorar o seu perfil nutricional, especialmente da fração protéica.

É válido ressaltar que esse desempenho produtivo superior nos animais alimentados com dietas contendo

Tabela 6 - Desempenho em ovinos alimentados com dietas contendo torta de mamona submetida a métodos de destoxificação

| Itens ¹ | Dietas experimentais ² | | | | | Sexo [#] | | Média | EP ³ | P ⁴ |
|--------------------|-----------------------------------|----------|----------|---------|--------|-------------------|---------|-------|-----------------|----------------|
| | NT | CC | UR | FOS | ACL | Macho | Fêmea | | | |
| GMD | 117b | 133 ab | 115 b | 149 ab | 156 a | 160 A | 108 B | 134 | 13,92 | 0,0087 |
| ND12 | 115,0 a | 100,9 ab | 108,1 ab | 90,9 ab | 77,5 b | 77,2 B | 119,8 A | 98,4 | 13,40 | 0,0292 |
| CA | 7,74 a | 6,94 ab | 7,39 a | 6,93 ab | 6,26 b | 6,17 B | 7,93 A | 7,05 | 0,38 | 0,0018 |

¹GMD - Ganho médio diário (g/animal•dia); ND12 = Número de dias para ganhar 12 kg; CA = Conversão alimentar; ²NT - Dieta contendo torta de mamona não tratada; CC - Dieta contendo torta de mamona tratada com calcário calcítico; UR - Dieta contendo torta de mamona tratada com ureia; FOS - Dieta contendo torta de mamona tratada com fosfato monobásico; ACL - Dieta contendo torta de mamona autoclavada; ³EP = Erro padrão da média; ⁴P = Probabilidade; Médias dos métodos de destoxificação na mesma linha, seguidas de letras minúsculas diferentes, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey; [#] Os blocos constituíram o sexo dos animais, portanto, utilizaram-se dois blocos, um com animais machos e outro com animais fêmeas. Médias dos sexos na mesma linha, seguidas de letras maiúsculas distintas, diferem entre si ($P < 0,05$) pelo teste de Tukey

torta de mamona autoclavada ou tratada com fosfato monobásico pode estar associado com a maior área de olho de lombo observada em animais que consumiram tais dietas (GOMES *et al.*, 2012), considerando que a área de olho de lombo é um indicador da musculosidade do animal (CLEMENTINO *et al.*, 2007).

Assim, apesar de não haver registros na literatura da utilização do fosfato monobásico na destoxificação da torta de mamona, é um método operacionalmente acessível e que pode ser economicamente viável, dado seu pH ácido produzido em solução aquosa, que pode causar, quando em contato com a torta, desnaturação da ricina (LEHNINGER; NELSON; COX, 1995), permitindo melhor aproveitamento da torta de mamona pelos microrganismos ruminantes e, assim, maior aporte de proteína microbiana ao animal. Os animais que ingeriram a dieta contendo torta de mamona tratada com calcário calcítico (CC) apresentaram ganho médio diário e conversão alimentar intermediários, sendo a média desta variável semelhante à obtida pelos animais alimentados com FOS, embora GMD destes animais tenha sido 12,0% superior ao daqueles. Isto pode ser explicado pelo maior consumo de MS absoluto por animais alimentados com FOS em comparação aos alimentados com CC. A torta tratada com calcário calcítico não promoveu desempenho superior dos animais, possivelmente, devido ao calcário calcítico ter em sua composição o carbonato de cálcio, que gera em solução aquosa pH 7,0, não ocorrendo alcalinidade. Além disso, este apresenta baixa solubilidade em água, dificultando hidrólise e elevação do pH.

CONCLUSÃO

As tortas de mamona tratada com fosfato monobásico ou autoclavada proporcionam melhores ganho médio diário e conversão alimentar quando utilizadas em dietas para terminação de borregos e borregas, destacando esses métodos de destoxificação em relação aos outros estudados (calcário calcítico e ureia).

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L. *et al.* Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 260-268, 2008. Número especial.

ALVES, E. M. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com farelo da vagem de algaroba associado a níveis de uréia. **Acta Scientiarum**, v. 32, n. 4, p. 439-445, 2010.

ANANDAN, S. *et al.* Effect of different physical and chemical treatments on detoxification of ricin in castor cake. **Animal Feed Science and Technology**, v. 120, n. 1, p. 159-168, 2005.

ASLANI, M. R. *et al.* Castor Bean (*Ricinus communis*) toxicosis in a sheep flock. **Toxicon**, v. 49, n. 3, p. 400-406, 2007.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY. **Official methods of analysis**. 15. ed. Arlington: AOAC International, 1990. 1117 p.

BOMFIM, M. A. D.; SILVA, M. M. C.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, v. 3, n. 4, p. 15-26, 2009.

BÜRGER, P. J. *et al.* Comportamento ingestivo de cabras leiteiras com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

CARVALHO, G. G. P. de. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos Santa Inês alimentados com dietas contendo farelo de cacau. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, n. 4, p. 660-665, 2008.

CARVALHO, G. G. P. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com dietas compostas de silagem de capim-elefante amonizada ou não e subprodutos agroindustriais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 35, n. 4, p. 1805-1812, 2006.

CLEMENTINO, R. H. *et al.* Influência dos níveis de concentrado sobre os cortes comerciais, os constituintes não-carcaça e os componentes da perna de cordeiros confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 36, n. 3, p. 681-688, 2007.

DINIZ, L. L. *et al.* Castor bean meal for cattle finishing: 1- Nutritional parameters. **Livestock Science**, v. 135, p. 153-167, 2010.

FIGUEIREDO, M. R. P. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com diferentes fontes de fibra. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 65, n. 2, p. 485-489, 2013.

FURTADO, R. N. *et al.* Balanço de nitrogênio e avaliação ruminal em ovinos machos e fêmeas alimentados com rações contendo torta de mamona sob diferentes tratamentos. **Semina**, v. 35, n. 6, p. 3.237-3.248, 2014.

FURTADO, R. N. *et al.* Valor nutritivo de dietas contendo torta de mamona submetida a métodos alternativos de destoxificação para ovinos. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 64, n. 1, p. 155-162, 2012.

GOMES, F. H. T. *et al.* Características de carcaça em ovinos alimentados com rações contendo torta de mamona. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 1, p. 283-295, 2012.

HALL, M. B. **Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain non-protein nitrogen**. Gainesville: University of Florida, 2000. p. a-25.

HÜBNER, C. H. *et al.* Comportamento ingestivo de ovelhas em lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. **Ciência Rural**, v. 38, n. 4, p. 1078-1084, 2008.

JOHNSON, T. R.; COMBS, D. K. Effects of prepartum diete, inert rumen bulk, and dietary polyethylene glycol on dry matter

- intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 3, p. 933-944, 1991.
- KABAT, E. A.; HEIDELBERGER, M.; BEZER, A. E. A study of the purification and properties of ricin. **Journal of Biological Chemistry**, v. 168, p. 629-639, 1947.
- LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de Bioquímica**. 2. ed. São Paulo: Sarvier, 1995. 840 p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervides, and world camelides**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2007. 362 p.
- OLIVEIRA, A. S. *et al.* In vitro ruminal degradation of ricin and its effect on microbial growth. **Animal Feed Science and Technology**, v. 157, p. 41-54, 2010a.
- OLIVEIRA, A. S. *et al.* Nutrient digestibility, nitrogen metabolism and hepatic function of sheep fed diets containing solvent or expeller castorseed meal treated with calcium hydroxide. **Animal Feed Science and Technology**, v. 158, p. 15-28, 2010b.
- POLLI, V. A. *et al.* Aspectos relativos à ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n. 5, p. 987-993, 1996.
- POMPEU, R. C. F. F. *et al.* Desempenho produtivo e características de carcaça de ovinos em confinamento alimentados com rações contendo torta de mamona detoxificada em substituição ao farelo de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, n. 3, p. 726-733, 2012.
- RIBEIRO, V. L. *et al.* Comportamento ingestivo de caprinos Moxotó e Canindé submetidos à alimentação à vontade e restrita. **Acta Scientiarum**, v. 28, n. 3, p. 331-337, 2006.
- SAS INSTITUTE. **SAS system for windows: version 9.1**. Cary, 2003.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B. **Analysis of forages and fibrous foods**. Ethaca: Cornell University, 1985. 202 p.
- VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carbohydrate methodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v. 74, n. 1, p. 3583-3597, 1991.
- VIEIRA, M. M. M. *et al.* Comportamento ingestivo de ovinos alimentados com rações contendo quarto níveis de inclusão do farelo de mamona. **Revista Ceres**, v. 58, n. 4, p. 444-451, 2011.