

USO DO FARELO E DA TORTA DE CRAMBE NA ALIMENTAÇÃO DE BEZERROS EM CRESCIMENTO¹

Bruno Pietsch Cunha Mendonça², Rogério de Paula Lana³, *, Edenio Detmann³, Rafael Henrique de Tonissi Buschinelli de Goes⁴, Thiago Rodrigues de Castro³

RESUMO – Foi objetivo avaliar a inclusão de coprodutos do crambe na dieta de bezerros sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes. Foram utilizados oito bezerros Nelore desmamados, fistulados no rúmen, com peso corporal médio inicial de $177 \pm 5,1$ kg, mantidos em baias individuais e com acesso irrestrito a água e a mistura mineral. Os animais foram distribuídos em dois quadrados latinos 4×4 , sendo testados a torta de crambe no quadrado latino 1 e o farelo de crambe no quadrado latino 2, incluídos nas proporções de 0, 5, 10 e 15% na base da matéria seca em dietas contendo 73% de feno de tifton 85 e 27% de concentrado à base de fubá de milho, farelo de soja e torta ou farelo de crambe. O experimento foi constituído de quatro períodos experimentais, com 18 dias cada, sendo os cinco primeiros dias destinados à adaptação dos animais ao tratamento e do 6º ao 10º dia para coleta de amostras. O consumo de matéria seca, de matéria orgânica, de proteína bruta, de fibra detergente neutro e de carboidratos não fibrosos não diferiu entre os diferentes níveis de inclusão de torta ou farelo de crambe, mas houve redução da digestibilidade com aumento do farelo de crambe na maioria das vezes.

Palavras chave: avaliação de alimentos, bovinos, consumo, digestibilidade, farelo de crambe, torta de crambe.

USE OF CRAMBE PIE AND MEAL IN THE FEEDING OF GROWING CALVES

ABSTRACT – *The objective was to evaluate the inclusion of byproducts of crambe in the diet of calves on consumption and digestibility of nutrients. Eight weaned Nelore calves, rumen fistulated, with initial average body weight of 177 ± 5.1 kg, were allotted in individual stalls and with unrestricted access to water and mineral mixture. The animals were divided into two 4×4 Latin squares, being tested crambe pie in Latin square 1 and crambe meal in Latin square 2, included in the proportions of 0, 5, 10 and 15% on the dry matter basis of diets containing 73% of Tifton 85 hay and 27% concentrate based on corn meal, soybean meal and crambe pie or crambe meal. The experiment consisted of four experimental periods, with 18 days each, with the first five days for the adaptation of animals to the treatment and the 6th to 10th day for samples harvesting. The intakes of dry matter, organic matter, crude protein, neutral detergent fiber and non-fibrous carbohydrates did not differ between the different levels of inclusion of crambe pie or crambe meal, but there was a reduction of digestibility with increases of crambe meal in most times.*

Keywords: cattle, crambe meal, crambe pie, digestibility, evaluation of food, intake.

¹ Projeto financiado pela Fundação MS. Maracaju-MS.

² Programa de Pós-Graduação - DZO/UFV. Viçosa-MG. Bolsista do CNPq.

³ Departamento de Zootecnia/UFV. *Bolsista 1B do CNPq.

⁴ Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD/MS.



1. INTRODUÇÃO

Com a crescente industrialização no Brasil, a produção de resíduos e coprodutos agroindustriais vem aumentando. Alguns desses não são aproveitados e considerados poluentes; porém, grande parte possui potencial para ser utilizado na alimentação de ruminantes, visando à redução de custos de produção, tendo em vista os elevados custos dos alimentos convencionais. Essa alternativa tende a viabilizar o sistema de produção para os produtores, além de reduzir os problemas causados pela deposição dos resíduos no meio ambiente.

No Brasil, o biodiesel é uma nova tecnologia alternativa aos combustíveis derivados do petróleo. Em dezembro de 2004, foi criado o Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNBP), visando ampliar a viabilidade do biodiesel no país (Mello et al., 2007). Fabricado a partir de fontes renováveis (girassol, soja, mamona, algodão, sebo, etc.), o biodiesel é um combustível que emite menor quantidade de poluentes que o diesel, derivado do petróleo, fonte não renovável de energia. A produção de biodiesel gera resíduos ou coprodutos com potencial de uso para alimentação animal.

Dentre as culturas que veem sendo estudadas no Brasil como possíveis substitutas das convencionais fontes de óleo para produção de biodiesel e de seus coprodutos (torta e farelo) para utilização em dietas para bovinos, o crambe (*Crambe abyssinica*) possui potencial de utilização. Originário da Etiópia, país africano de clima quente e seco, e domesticado na Europa, na região do Mediterrâneo, o crambe pertence à família das crucíferas, a mesma da colza e da canola. Como tem um ciclo médio de 90 dias, é indicado como excelente alternativa para a safrinha, em especial para produtores de soja e de milho, no sistema de rotação de culturas. O plantio apresenta produtividade que pode variar de 1.000 a 1.500 kg por hectare e, do grão, o óleo corresponde de 36% a 38%. Os coprodutos oriundos da extração do óleo do crambe (farelo e torta) são potenciais fontes proteicas para substituição de fontes tradicionais, como a soja e o caroço de algodão e seus respectivos coprodutos.

Objetivou-se avaliar o consumo voluntário e a digestibilidade em experimento utilizando novilhos nelores fistulados no rúmen e alimentados com dietas contendo torta ou farelo de crambe.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado nas dependências do Laboratório de Animais e do Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, entre setembro e dezembro de 2009.

Foram utilizados oito bezerros nelores desmamados, com oito meses de idade e peso corporal médio inicial de $177 \pm 5,1$ kg, fistulados no rúmen, mantidos em baias individuais cobertas, com piso de concreto, providas de comedouro e com acesso irrestrito a água e a mistura mineral.

A alimentação volumosa basal dos animais foi constituída por feno de tifton 85 (*Cynodon* spp), classificado como feno tipo B em relação às características nutricionais, sendo assim de qualidade média, com nível médio de proteína bruta (PB) de 9,1%, com base na matéria seca (MS), a qual foi fornecida como parte da dieta, compondo 73% da dieta total na base da MS.

A composição química do feno e dos demais ingredientes da dieta é apresentada na Tabela 1 e a composição das dietas dos diferentes tratamentos é mostrada nas Tabelas 2 e 3, para torta de crambe e farelo de crambe, respectivamente.

A torta e o farelo de crambe foram cedidos pela Fundação MS, situada no município de Maracaju, MS. A extração do óleo do grão de crambe foi feita por meio de prensa hidráulica e a torta resultante foi secada e armazenada para compor a dieta. O farelo, além da prensagem, sofreu tratamento com solventes para retirar mais óleo que não foi extraído com a prensagem mecânica.

Os oito animais foram distribuídos em dois quadrados latinos 4×4 , sendo testada a torta de crambe no quadrado latino 1 e o farelo de crambe no quadrado latino 2. A torta e o farelo de crambe foram incluídos nas proporções de 0, 5, 10 e 15% na base da matéria seca. A dieta fornecida continha 73% de feno e 27% de concentrado. O concentrado usado possuía em sua composição fubá de milho, farelo de soja e torta ou farelo de crambe. As dietas tiveram como base a inclusão dos coprodutos do crambe em substituição aos demais ingredientes, mantendo-se isoproteicas e isoenergéticas (exceto para as dietas do quadrado latino da torta de crambe), não havendo assim um ingrediente específico a ser substituído.



O fornecimento da dieta foi de forma *ad libitum*, permitindo-se entre 5 e 10% de sobras, sendo fracionada em duas porções diárias correspondentes a 60 e 40% do total, às 8 e 16 horas, respectivamente. Antes do fornecimento, o volumoso e o concentrado foram pesados separadamente e no fornecimento eram misturados para que ficassem de forma mais homogênea possível no cocho. O ofertado e as respectivas sobras foram

quantificados diariamente. Antes do fornecimento do trato pesavam-se as sobras do dia anterior para, se necessário, realizar os ajustes de fornecimento da dieta. Estes ajustes foram feitos mediante pesagem das sobras, em que, em quantidades inferiores a 5% de sobras no cocho, aumentavam-se 5% no fornecimento da dieta no dia seguinte, e sobras acima de 10% reduziam-se o fornecimento da dieta em 5% no dia seguinte.

Tabela 1 - Composição química dos ingredientes da dieta

| Item | MS ¹ | MO ² | PB ² | EE ² | FDNcp ² |
|-------------------|-----------------|-----------------|-----------------|-----------------|--------------------|
| Feno de tifton 85 | 89,8 | 94,0 | 9,1 | 2,4 | 73,0 |
| Fubá de milho | 89,8 | 98,5 | 8,9 | 4,1 | 12,0 |
| Farelo de soja | 90,2 | 94,1 | 50,0 | 1,5 | 11,0 |
| Torta de crambe | 89,7 | 94,4 | 27,5 | 19,7 | 25,8 |
| Farelo de crambe | 90,1 | 93,1 | 35,0 | 1,3 | 32,8 |

¹ % e ² % MS.

Tabela 2 - Composição porcentual e química das dietas experimentais com torta de crambe

| Item | Tratamento (Nível de torta de crambe) | | | |
|--------------------------------|---------------------------------------|-------|-------|-------|
| | Controle | 5 | 10 | 15 |
| | Proporção de ingredientes | | | |
| Feno de tifton 85 ¹ | 74,2 | 73,9 | 73,7 | 73,5 |
| Fubá de milho ¹ | 16,0 | 13,6 | 11,3 | 8,80 |
| Farelo de soja ¹ | 9,80 | 7,40 | 5,00 | 2,70 |
| Torta de crambe ¹ | 0,00 | 5,10 | 10,1 | 15,0 |
| | Composição (%) | | | |
| MS ¹ | 89,85 | 89,81 | 89,75 | 89,74 |
| PB ² | 12,91 | 12,92 | 12,94 | 12,94 |
| EE ² | 2,56 | 3,41 | 4,26 | 5,11 |
| FDNcp ² | 56,67 | 57,46 | 58,25 | 58,87 |
| CNF ² | 23,04 | 21,52 | 19,96 | 18,52 |

¹ Porcentagem (%) e ² Porcentagem da matéria seca. MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; e CNF = carboidratos não fibrosos.

Tabela 3 - Composição porcentual e química das dietas experimentais com farelo de crambe

| Item | Tratamento (Nível de farelo de crambe) | | | |
|--------------------------------|----------------------------------------|-------|-------|-------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 |
| Feno de tifton 85 ¹ | 74,2 | 73,9 | 73,8 | 74,3 |
| Fubá de milho ¹ | 16,0 | 14,4 | 12,6 | 10,7 |
| Farelo de soja ¹ | 9,80 | 6,60 | 3,50 | 0,20 |
| Farelo de crambe ¹ | - | 5,10 | 10,1 | 15,0 |
| MS ¹ | 89,85 | 89,80 | 89,78 | 89,74 |
| PB ² | 12,91 | 12,97 | 13,07 | 13,04 |
| EE ² | 2,56 | 2,51 | 2,46 | 2,41 |
| FDNcp ² | 56,67 | 57,88 | 59,03 | 60,28 |
| CNFcp ² | 24,64 | 21,93 | 20,84 | 19,68 |

¹ Porcentagem (%) e ² Porcentagem da matéria seca. MS = matéria seca; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CNFcp = carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína.

O experimento foi constituído de quatro períodos experimentais, com 18 dias cada, sendo os cinco primeiros dias destinados à adaptação dos animais ao tratamento. Para efeito de quantificação do consumo voluntário foram considerados os alimentos fornecidos entre o sexto e o 10º dia de cada período experimental, sendo as sobras computadas entre o sétimo e o 11º dia. As amostras de volumoso e sobras foram processadas em moinho de facas (1 e 2 mm), acondicionadas em potes plásticos e armazenadas para posterior análise.

Para estimação dos coeficientes de digestibilidade foram realizadas coletas fecais diretamente no reto dos animais do sétimo ao décimo dia do período experimental, segundo a distribuição: 7º dia – 6 e 14 horas; 8º dia – 8 e 16 horas; 9º dia – 10 e 18 horas; e 10º dia – 12 e 20 horas. As amostras de fezes foram secas em estufa de ventilação forçada (60°C/72 horas) e processadas em moinho de facas (1 mm). Posteriormente, foram elaboradas amostras compostas, com base no peso seco ao ar, por animal e período experimental.

Para avaliação do pH, foram realizadas no sexto dia do período experimental, coletas de líquido ruminal às 8 horas (antes do trato da manhã); 9, 10, 12 e 16 horas, obtendo-se a média destes tempos para posterior análise estatística. As amostras foram coletadas manualmente na interface líquido:sólido do ambiente ruminal e submetidas à avaliação do pH por intermédio de potenciômetro digital.

As amostras de concentrado, feno, sobras e fezes foram avaliadas quanto aos teores de MS, MO, PB, EE, segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). Os teores de FDN foram estimados segundo recomendações de Mertens (2002). As correções no tocante aos teores de cinzas contidos na FDN foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002).

Para quantificação do consumo de CNF para os tratamentos envolvendo a suplementação com compostos nitrogenados utilizou-se a equação de Hall (2000):

$$CCNF = CMO - [CEE + CFDN + CPB]$$

em que: CCNF, CMO, CEE, CFDNcp, CPB, CPBur e Cur equivalem aos consumos de carboidratos não fibrosos, matéria orgânica, extrato etéreo, FDN corrigido para cinzas e proteína, proteína bruta, proteína bruta proveniente da ureia, e de ureia, respectivamente (kg/dia).

As estimativas de excreção fecal foram obtidas utilizando-se a FDN indigestível (FDNi) como indicador interno. Amostras de feno, sobras e fezes foram processadas em moinho de facas (2 mm) e incubadas em duplicata (20 mg MS/cm²) em sacos de tecido não tecido (TNT – 100 g/m²) no rúmen de dois novilhos nelore à pasto (*Brachiaria decumbens*), recebendo 700 g de suplemento proteico por 240 horas (Casali et al., 2008). Após este período, o material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro (Mertens, 2002), para quantificação dos teores de FDNi. Os valores de excreção fecal foram obtidos por meio da relação entre consumo e concentração fecal de FDNi.

O experimento foi analisado em delineamento em quadrado latino 4 × 4 duplicado (um para torta de crambe e outro para farelo de crambe), com quatro níveis de inclusão (0, 5, 10 e 15%), quatro animais por quadrado latino e quatro períodos experimentais. As análises foram feitas usando o procedimento GLM do MINITAB (Ryan & Joiner, 1994), a 5% de probabilidade, de acordo com o seguinte modelo estatístico:

$$Y_{ijkl} = M + Q_i + N_j + Q_i * N_j + A_k / Q_i + P_l / Q_i + E_{ijkl}$$

em que: Y_{ijkl} é a observação referente ao quadrado latino i , nível de inclusão j , animal k dentro de quadrado latino i e período l dentro de quadrado latino i ; m , a média geral; Q_i , o efeito do quadrado latino i , $i = 1$ e 2 (torta *versus* farelo); N_j , o efeito do nível de inclusão j , $j = 1, 2, 3$ e 4 (0, 5, 10 e 15%); $Q_i * N_j$ a interação entre o quadrado latino i e o nível de inclusão j ; A_k / Q_i , o efeito do animal k dentro do quadrado latino i , $k = 1, 2, 3$ e 4 ; P_l / Q_i , o efeito do período l dentro do quadrado latino i , $l = 1, 2, 3$ e 4 ; e E_{ijkl} , o erro aleatório associado a cada observação. Quando o nível de inclusão ou sua interação com o quadrado latino (torta *versus* farelo) foi significativo, foram feitas análises de regressão (linear, quadrática e cúbica) para encontrar o melhor modelo de ajuste aos dados.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de PB, obtido para o farelo de crambe encontrado (35,0%; Tabela 1), está entre os encontrados por Anderson et al. (1993) e Mizubuti et al. (2011), que foram de 37,07 e 34,6%, respectivamente. Da mesma forma, o teor de PB da torta de crambe (27,5%; Tabela 1) foi próximo ao encontrado por Mizubuti et al. (2011), porém bastante divergente do valor encontrado por Goes et al. (2010), que foi de 52,8%. Segundo os



pesquisadores, estas variações demonstram a falta de padronização destes produtos, em virtude da variação no processamento do grão feito por diferentes métodos e equipa-mentos.

O consumo de matéria seca, de matéria orgânica, de proteína bruta, de fibra detergente neutro e de carboidratos não fibrosos não diferiu ($P>0,05$) entre os diferentes níveis de inclusão de torta ou farelo de crambe, não havendo interação entre a fonte de proteína testada (torta e farelo) e o nível de inclusão do alimento na dieta, como é apresentado na Tabela 4.

Não houve diferença no consumo ($P>0,05$) entre os diferentes níveis de inclusão para ambas as fontes (torta e farelo). Em um estudo com cordeiros, Canova (2012) avaliou a substituição da proteína oriunda do farelo de soja pela proteína da torta de crambe (22, 44, 64% e um tratamento-controle), sendo a relação volumoso:concentrado de 30:70. Assim, as dietas na base da matéria seca continham 0 (controle), 6,72, 13,86 e 21% de torta de crambe, respectivamente. O autor observou diminuição linear significativa consumo diário de MS (atribuiu este fato à baixa palatabilidade do crambe), porém, sem alterar o consumo total diário de MS em porcentagem do peso corporal (% PC) e por unidade do tamanho metabólico (UTM).

Este mesmo autor atribuiu à diminuição do consumo total de MS em virtude da diminuição da digestibilidade da MS e da digestibilidade da fração fibrosa da dieta.

Provavelmente, o alto teor de EE presente na torta de crambe pode ter contribuído, também, para esse resultado. No atual estudo não foi encontrada diferença ($P>0,05$) no CMS, em kg/dia, nem no CMS, em %/PC, à medida que os níveis de inclusão tanto de torta como de farelo de crambe na dieta foram aumentados.

O consumo de matéria seca em % do PC para as diferentes dietas experimentais observadas neste estudo foram inferiores às preditas pelo NRC (1996) e para o BR-Corte (Valadares Filho et al., 2010), que foram, respectivamente, de 3,77 e 3,63%, para um novilho nelore com 180 kg de peso vivo com ganho médio diário de 0,5 kg/dia. O relativo baixo consumo de matéria seca em % do PC pode ser atribuído ao alto teor de volumoso nas dietas experimentais (aproximadamente 73%), o que promoveu um efeito físico de repleção ruminal e inibindo maior ingestão de alimento pelo animal.

Corroborando as observações de Canova (2012), houve aumento no teor de extrato etéreo, à medida que se acrescentou mais torta de crambe na dieta, sendo este um possível motivo para redução no CMS diário.

Para que haja bom desempenho produtivo dos ruminantes é preciso ter um consumo alimentar adequado, que, por sua vez, depende do consumo de MS e de sua concentração energética.

Os maiores valores observados para consumo de matéria seca, tanto no estudo com torta quanto no estudo com farelo, foram para os níveis de 5% de inclusão. Sendo que para torta de crambe encontrou-se um valor semelhante para os tratamentos-controle e com 5% de inclusão de torta (4,35 kg/dia) e uma seguinte queda no consumo nos tratamentos 10 e 15% (4,2 e 3,84 kg/dia, respectivamente). Nas dietas com farelo de crambe o tratamento com 5% de inclusão foi o que apresentou maior CMS voluntário (4,58 kg/dia), seguido pelos tratamentos-controle, 10 e 15% (4,51, 4,12 e 3,7 kg/dia).

A qualidade biológica da torta e do farelo de crambe é afetada pela presença de glucosinolato (epi-progoitrina). Existem tipos diferentes de glucosinolatos com distintos

Tabela 4 - Consumo de matéria seca e de nutrientes em função das dietas experimentais

| Item | Torta | | | | Farelo | | | | EP | Valor de P | | |
|-------------|-------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------------|--------------------|-------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 0 | 5 | 10 | 15 | | F | N | FxN |
| CMS (kg) | 4,35 | 4,35 | 4,2 | 3,84 | 4,12 | 4,58 | 4,51 | 3,7 | 0,25 | 0,96 | 0,15 | 0,82 |
| CMS (%PV) | 2,4 | 2,32 | 2,31 | 2,05 | 2,27 | 2,48 | 2,46 | 2,01 | 0,12 | 0,99 | 0,13 | 0,76 |
| CMO (kg) | 4,08 | 4,1 | 3,96 | 3,63 | 3,86 | 4,30 | 4,25 | 3,49 | 0,23 | 0,94 | 0,14 | 0,82 |
| CPB (kg) | 0,56 | 0,56 | 0,54 | 0,49 | 0,53 | 0,59 | 0,59 | 0,48 | 0,03 | 0,99 | 0,12 | 0,75 |
| CEE (kg) | 0,11 | 0,15 | 0,18 | 0,19 | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,09 | 0,01 | 0,84 | 0,001 ¹ | 0,001 |
| CFDNcp (kg) | 2,47 | 2,50 | 2,45 | 2,26 | 2,33 | 2,65 | 2,66 | 2,23 | 0,46 | 0,96 | 0,14 | 0,68 |
| CCNF (kg) | 0,94 | 0,88 | 0,79 | 0,67 | 0,89 | 0,94 | 0,88 | 0,69 | 2,87 | 0,65 | 0,13 | 0,13 |

¹ CEE = 0,114+0,00235X.

derivados, sendo eles os isotiocianatos, tiocianatos e nitrilas, considerados tóxicos para a pecuária, potencialmente causadores de danos hepáticos e em outros órgãos, mas, também, reduzem a palatabilidade. Essas substâncias também afetam a disponibilidade de iodo e causam mudanças fisiológicas e morfológicas da tireóide, principalmente em animais não ruminantes (Tripathi & Mishra, 2007). O glucosinolato é uma classe de compostos orgânicos que contêm enxofre e são derivados de glicose e um aminoácido (van Etten, 1969; van Etten et al., 1969; Murakami et al., 1995). Wallig et al. (2002) relataram que a torta de crambe pode conter quantidade significativas de glucosinolato. Em dietas para ruminantes essa substância é facilmente degradada pelos microrganismos ruminais, tendo, portanto, o glucosinolato pouco efeito sobre os ruminantes. Porém, a ingestão voluntária de uma dieta com altos teores de torta e, ou, de farelo de crambe pode ficar comprometida pela baixa palatabilidade deste alimento.

Os processos de extração existentes nas indústrias esmagadoras (decorticagem, floculagem, condicionamento, expansão, extração por solvente e tostagem do farelo) reduzem o conteúdo de glucosinolatos entre 64 a 79% do valor encontrado na semente *in natura* (FUNDAÇÃO MS, 2012), possibilitando, com isso, a utilização da torta de crambe como fonte de proteína na dieta de ruminantes.

Já o consumo de extrato etéreo apresentou diferença significativa para o nível de inclusão e ainda houve interação entre o nível de inclusão e a fonte de crambe utilizada.

Esta diferença pode ser explicada em virtude da grande quantidade de óleo e outros componentes da fração extrato etéreo presentes na torta de crambe (19,7% da MS), que contribuíram para aumento no consumo deste nutriente ao mesmo tempo em que os níveis de inclusão da torta de crambe na dieta foram maiores.

A fonte de crambe (torta ou farelo) não apresentou efeito significativo para os coeficientes de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e o teor de nutrientes digestíveis totais – NDT (Tabela 5). Do mesmo modo, o nível de inclusão também não apresentou efeito sobre estas variáveis, exceto para a digestibilidade do extrato etéreo e o teor de NDT, que diminuíram. Os coeficientes de digestibilidade da PB e dos CNFcp foram os únicos que não apresentaram interação entre a fonte utilizada e o nível de inclusão de crambe na dieta.

As digestibilidades apresentaram valores relativamente baixos e estes resultados podem ser atribuídos à grande inclusão de volumoso na dieta, sendo um feno tipo B, que consiste em uma gramínea seca com grande quantidade de colmos lignificados em sua composição.

Segundo Johnson & McClure (1972) e Ørskov et al. (1978), a inclusão de níveis superiores a 5% de gordura na dieta de ruminantes pode levar à diminuição da ingestão, associada à redução da digestão da celulose. Segundo o AFRC (1993), os óleos não fornecem adenosina-tri-fosfato para o crescimento dos microrganismos ruminais e, assim, níveis elevados desta fração nutritiva podem diminuir a digestibilidade da fração fibrosa.

A dieta com nível de 15% de inclusão da torta de crambe apresentou teor de EE de 5,11%, pouco acima dos 5% preconizados por Johnson & McClure (1972) e Ørskov et al. (1978), porém essa diferença não reduziu a digestibilidade da FDN. Canova (2012) observou redução significativa ($P \leq 0,05$) na digestibilidade da FDN, à medida que substituiu farelo de soja por torta de crambe em dietas com ovinos, nas dietas com níveis de EE em 1,93, 4,57, 7,16 e 10,01% na MS.

A digestibilidade do EE (DEE) e o NDT apresentaram comportamento seme-lhante havendo efeito significativo para a interação entre fonte e nível (Tabelas 5 e 6). No experimento com torta de crambe houve aumento significativo na DEE, enquanto no experimento com farelo de crambe o efeito foi inverso. Como o extrato etéreo é componente das equações para cálculo do NDT e, por consequência, da EM, os resultados estatísticos para estes dois itens seguiram a mesma tendência.

O consumo de extrato etéreo aumentou 72% no nível de 15% de inclusão de torta de crambe em relação ao tratamento-controle, enquanto para o farelo reduziu 10% (Tabela 6).

A DMS se manteve similar para os tratamentos com torta de crambe (variação de 2,3%), comportamento semelhante à DFDNcp (-0,58%). Porém, para os tratamentos em que o farelo foi testado houve diminuição nas digestibilidades de 20 e 15%, respectivamente, para a MS e para o FDNcp.

A DCNFcp sofreu pequena variação, registrando aumento de 3% no nível de 15% de inclusão da torta



Tabela 5 - Digestibilidade da massa seca e dos nutrientes, nutrientes digestíveis totais e energia metabolizável, em função das dietas experimentais

| Item | Torta | | | | Farelo | | | | EP | Valor de P | | |
|-----------|-------|------|------|------|--------|------|------|------|------|------------|--------------------|-------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | 0 | 5 | 10 | 15 | | F | N | FxN |
| DMS (%) | 63,9 | 64,9 | 62,8 | 64,9 | 60,5 | 60,1 | 57,4 | 52,6 | 1,47 | 0,18 | 0,212 | 0,01 |
| DMO (%) | 63,4 | 64,6 | 62,7 | 64,8 | 61,4 | 60,7 | 58,3 | 53,7 | 1,47 | 0,49 | 0,201 | 0,01 |
| DPB (%) | 69,1 | 71,1 | 71,4 | 72,4 | 67,6 | 65,7 | 64,8 | 65,3 | 2,54 | 0,44 | 0,738 | 0,27 |
| DEE (%) | 63,0 | 71,9 | 71,3 | 79,9 | 63,5 | 51,2 | 45,3 | 46,1 | 4,77 | 0,51 | 0,025 ¹ | 0,002 |
| DFDNcp(%) | 52,1 | 51,5 | 50,0 | 51,8 | 49,4 | 48,2 | 45,7 | 42,2 | 1,61 | 0,38 | 0,645 | 0,04 |
| DCNFcp(%) | 77,2 | 79,2 | 78,8 | 79,7 | 77,4 | 78,6 | 78,7 | 76,9 | 0,87 | 0,65 | 0,133 | 0,13 |
| NDT (%) | 59,8 | 61,4 | 60,9 | 63,8 | 58,2 | 56,6 | 54,3 | 51,6 | 1,01 | 0,31 | 0,002 ² | 0,001 |

MS = massa seca; MO = massa orgânica; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo; FDNcp = fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; CNFcp = carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteína; NDT = nutrientes digestíveis totais; EM = energia metabolizável.

¹CDEE = 62,2-0,081X; ²%NDT = 59,1- 0,106X; ³EMmcal/kgMS = 2,14-0,00384X.

Tabela 6 - Interação entre fontes de proteína e níveis de inclusão no concentrado para algumas variáveis

| Item | Fonte | Níveis | | | | Variação (%) ¹ |
|---------------|-------|--------|------|------|------|---------------------------|
| | | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| CEE (kg) | T | 0,11 | 0,15 | 0,18 | 0,19 | +72 |
| | F | 0,10 | 0,11 | 0,11 | 0,09 | -10 |
| DMS (%) | T | 63,9 | 64,9 | 62,8 | 64,9 | +1,5 |
| | F | 60,5 | 60,1 | 57,4 | 52,6 | -13,6 |
| DEE (%) | T | 63,0 | 71,9 | 71,3 | 79,9 | +27 |
| | F | 63,5 | 51,2 | 44,3 | 46,1 | -27 |
| DFDNcp (%) | T | 52,1 | 51,5 | 50,0 | 51,8 | -0,58 |
| CDFDNcp | F | 49,4 | 48,2 | 45,7 | 42,2 | -15 |
| DCNFcp (%) | T | 77,2 | 79,2 | 78,8 | 79,7 | +3 |
| | F | 77,4 | 78,6 | 78,7 | 76,9 | -0,65 |
| NDT (%) | T | 59,8 | 61,4 | 60,9 | 63,8 | +7 |
| | F | 58,2 | 56,6 | 54,3 | 51,6 | -11 |
| EM (Kcal/gMS) | T | 2,16 | 2,22 | 2,20 | 2,31 | +7 |
| | F | 2,10 | 2,05 | 1,96 | 1,86 | -11 |

¹Variação do menor para o maior nível.

de crambe, comparado com a variação negativa de 0,65% para o farelo de crambe.

A DEE, NDT e a EM apresentaram o mesmo comportamento quando foram analisadas as interações entre fonte e nível. A DEE foi 27% maior para o nível de 15% de torta de crambe em relação ao nível-controle, ao mesmo tempo houve diminuição na DEE na ordem de 28% para o farelo de crambe. O NDT e a EM apresentaram os mesmos valores tanto para torta (aumento de 7%) e farelo (redução em 11%). A redução do NDT e EM da dieta contendo farelo de crambe ocorreu em virtude da redução do consumo e da digestibilidade do extrato etéreo e, principalmente, redução da digestibilidade da MS e FDNcp, sendo a última a principal fração da MS da dieta (Tabela 4).

O aumento no consumo de extrato etéreo, no tratamento contendo torta de crambe, proporcionou aumento na digestibilidade do extrato etéreo em relação ao farelo de crambe (Tabela 6), em virtude da diluição do extrato etéreo da fração endógena, fração esta que causa redução na estimativa da digestibilidade aparente do extrato etéreo (Silva & Leão, 1979).

Houve efeito ($P \leq 0,05$) de fontes de coprodutos de crambe, nível de inclusão e interação fontes * nível de inclusão sobre o pH ruminal (Tabela 7). O pH variou de 6,24 a 6,60, faixa em que não se espera efeito negativo sobre a fermentação ruminal, uma vez que valores de pH superiores a 6,2 não prejudicam a ação das bactérias celulolíticas (Russell, 1984; Russell et al., 1992). Nota-se que não houve efeito na digestão da FDN. Os valores

Tabela 7 - Valores médios de pH ruminal

| Item | Nível de Inclusão | | | | Erro-padrão |
|---------------------|-------------------|------|------|------|-------------|
| | 0 | 5 | 10 | 15 | |
| Torta ¹ | 6,24 | 6,60 | 6,51 | 6,51 | 0,03 |
| Farelo ² | 6,39 | 6,45 | 6,50 | 6,38 | 0,03 |

¹ pH = 6,24 + 0,153*X - 0,0198*X² + 0,00072*X³; R² = 75%.

² pH = 6,38 + 0,0274*X - 0,0018*X²; R² = 24%.

elevados de pH estão associados ao alto percentual de volumosos (74%) e de FDN das dietas experimentais (acima de 56% na matéria seca) (Tabela 2).

4. CONCLUSÃO

O farelo e a torta de crambe podem ser utilizados em até 15% de inclusão na matéria seca de dietas de bovinos em crescimento sem efeito negativo sobre o consumo e digestibilidade de nutrientes.

5. AGRADECIMENTOS

À Fundação MS, situada no município de Maracaju, MS, pelo financiamento do projeto e fornecimento da torta e do farelo de crambe.

6. LITERATURA CITADA

AGRICULTURAL AND FOOD RESEARCH COUNCIL - AFRC. **Technical committee on responses to nutrients: energy and protein requirements of ruminants.** Wallingford: Commonwealth Agricultural Bureaux International, 1993. 159p.

ANDERSON, V.L.; SLANGER, W.D.; BOYLES, S.L. et al. Crambe meal is equivalent to soybean meal for backgrounding and finishing beef steers. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2608-2613, 1993.

CANOVA, E.B. **Torta de crambe (Crambe Abyssinica Hochst) na alimentação de cordeiros.** 2012. 64f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa, SP, 2012.

CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos in situ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

FUNDAÇÃO MATO GROSSO DO SUL – FUNDAÇÃO MS. Maracaju – MS. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.org.br/>>. Acesso em: 24 fev. 2012.

GOES, R.; SOUZA, K.; PATUSSI, R. et al. Degradabilidade in situ dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, Maringá, v.32, n.3, p.271-277, 2010.

HALL, M. B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates: nutritional relevance and analysis, a laboratory manual.** Gainesville: University of Florida, 2000. 42p. (Extension Bulletin, 339).

JOHNSON, R.R., McCLURE, K.E. High fat rations for ruminants. I. The addition of saturated and unsaturated fats to high concentrate rations. **Journal of Animal Science**, v.34, n.3, p.501-509, 1972.

MELLO, F.O.T.; PAULILLO, L.F.; VIAN, C.E.F. O biodiesel no Brasil: panorama, perspectivas e desafios. **Informações Econômicas**, v.37, n.1, p.28-40, 2007.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fibre in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; PEREIRA, E.S. et al. Cinética de fermentação ruminal in vitro de alguns coprodutos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, supl. 1, p.2021-2028, 2011.

MURAKAMI, A.E.; OKAMOTO, E.; MOREIRA, I. et al. Farelo de canola na alimentação de frangos de corte. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.437-444, 1995.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. Washington: National Academy Press, 1996. 234p.

ØRKOSV, E.R.; HINE, R.S.; GRUBB, D.A. The effect of urea on digestion and voluntary intake by sheep of diets supplemented with fat. **Animal Production**, v.27, n.3, p.241-245, 1978.



RYAN, B.F.; JOINER, B.L. **Minitab handbook**. 3.ed. Belmont, CA, EUA: Duxbury Press, 1994.

RUSSELL, J.B. Factors influencing competition and composition of the ruminal bacterial flora. In: GILCHRIST, F.M.C.; MACKIE, R.I. (Ed.). **The herbivore nutrition in the subtropics and tropics**. Craighall, South Africa: Science Press, 1984. p.313-345.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminal fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3551-3561, 1992.

SILVA, J.F.C.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos)**. 3.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002. 235p.

TRIPATHI, M.K.; MISHRA, A.S. Glucosinolates in animal nutrition: A review. **Animal Feed Science and Technology**, v.132, p.1-27, 2007.

VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; CHIZZOTTI, M.L. et al. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados – BR Corte**. 2.ed. Viçosa, MG: DZO, 2010. 193p.

VAN ETTEN, C.H. **Toxic constituents of plant foodstuffs in Goitrogens**. In: LIENER, I.E. (Ed.). New York: Academic Press, 1969. p.103.

VAN ETTEN, C.H.; GAGNE, W.E.; ROBBINS, D.J. et al. Biological evaluation of crambe seed meals and derived products by rat feeding. **Cereal Chemistry**, v.46, p.145, 1969.

WALLIG, M.A.; BELYEA, R.L.; TUMBLESÓN, M.E. Effect of pelleting on glucosinolate content of crambe meal. **Animal Feed Science and Technology**, v.99, p.205-214, 2002.

Recebido para publicação em 28/05/2014 e aprovado em 22/12/2014.