

# COMPOSIÇÃO QUÍMICA, DEGRADABILIDADE RUMINAL E TEMPO DE COLONIZAÇÃO DE SUPLEMENTOS CONCENTRADOS COM TORTA DE CRAMBE<sup>1</sup>

ROSIELEN AUGUSTO PATUSSI<sup>2</sup>, RAFAEL HENRIQUE DE TONISSI E BUSCHINELLI DE GOES<sup>2\*</sup>, MILENE PUNTEL OSMARI<sup>3</sup>, ANTONIO FERRIANI BRANCO<sup>3</sup>, EUCLIDES REUTER DE OLIVEIRA<sup>2</sup>, MARCUS VINICIUS MORAES DE OLIVEIRA<sup>4</sup>, JEFFERSON RODRIGUES GANDRA<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Recebido para publicação em 02/04/15. Aceito para publicação em 28/08/15.

<sup>2</sup>Universidade Federal da Grande Dourados, Faculdade de Ciências Agrárias, Dourados, MS, Brasil.

<sup>3</sup>Universidade Estadual de Maringá, Departamento de Zootecnia, Maringá, PR, Brasil.

<sup>4</sup>Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana, MS, Brasil.

\*Autor correspondente: rafaelgoes@ufgd.edu.br

**RESUMO:** O objetivo foi avaliar a composição química, digestibilidade *in vitro*, degradabilidade *in situ* e tempo de colonização de suplementos concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe. Foram avaliados cinco níveis de inclusão de torta de crambe (0%, 2,5%, 5,0%, 10% e 15%) aos suplementos concentrados em substituição ao farelo de soja. A composição química e digestibilidade dos nutrientes foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições, e os dados submetidos a teste de regressão. As curvas de degradação dos nutrientes foram obtidas por procedimento regressão não linear. Os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo, nutrientes digestíveis totais, carboidratos totais, matéria mineral e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (MS) não foram influenciados pela inclusão de torta de crambe ao suplemento concentrado. Os teores da fibra em detergente neutro (FDN) e hemicelulose apresentaram comportamento linear decrescente o teor de carboidratos não estruturais apresentou comportamento linear crescente com inclusão da torta de crambe ao suplemento concentrado em substituição ao farelo de soja. A inclusão da torta de crambe ao suplemento concentrado não alterou a degradabilidade efetiva da MS, PB e FDN, que apresentaram valores médios de 51,56%, 61,21% e 39,21%, respectivamente, para a taxa de 5%/h. No entanto, a inclusão de 15% de torta de crambe ao suplemento concentrado apresentou maior degradação potencial da PB e da FDN ao longo dos tempos de incubação ruminal. A inclusão de até 15% da torta de crambe em substituição ao farelo de soja em suplemento concentrado para bovinos altera a composição química, mas não influencia a digestibilidade da matéria seca e a degradabilidade dos nutrientes, tornando uma alternativa viável à nutrição animal.

Palavras chave: bovinos, composição química, coproduto, digestibilidade, *Crambe abyssinica* Hochst.

## CHEMICAL COMPOSITION, RUMINAL DEGRADABILITY AND COLONIZATION TIME OF CRAMBE MEAL CONCENTRATE SUPPLEMENTS

**ABSTRACT:** The objective of this study was to evaluate the chemical composition, *in vitro* digestibility, *in situ* degradability and colonization time of concentrate supplements containing different inclusion levels of crambe meal. Five inclusion levels of crambe meal (0%, 2.5%, 5.0%, 10%, and 15%) replacing soybean meal in the concentrate supplements were evaluated. The chemical composition and nutrient digestibility were analyzed in a completely randomized design consisting of five treatments and three repetitions using regression analysis. A nonlinear regression procedure was used for construction of the nutrient degradation curves. Crude protein (CP) content, ether extract content, total digestible nutrients, total carbohydrates, mineral matter or *in vitro* dry matter (DM) digestibility was not influenced by the inclusion of crambe meal in the concentrate supplement. Neutral detergent fiber (NDF) and hemicellulose content exhibited a decreasing linear trend and non-structural carbohydrate content showed an increasing linear

trend with the inclusion of crambe meal in the concentrate supplement instead of soybean meal. The inclusion of crambe meal did not alter the effective degradability of DM, CP or NDF, whose mean degradability was 51.56%, 61.21% and 39.21%, respectively, for a rate of 5%/h. However, the inclusion of 15% crambe meal in the concentrate supplement resulted in a higher degradation potential of CP and NDF across the ruminal incubation times. The inclusion of up to 15% crambe meal in concentrate supplement for cattle instead of soybean meal alters its chemical composition, but does not influence DM digestibility or nutrient degradability, and is therefore a suitable alternative for animal nutrition.

Keywords: cattle, chemical composition, co-product, *Crambe abyssinica* Hochst, digestibility.

## INTRODUÇÃO

A produtividade anual do rebanho bovino é associada, principalmente, à qualidade dos alimentos fornecidos. Em função disto, a deficiência nutricional é responsável pela maior parte dos casos de baixa resposta de produção. No Brasil, grande quantidade de coprodutos da agricultura e da agroindústria, como os oriundos da produção do biodiesel (tortas e farelos) podem ser empregados como fontes de nutrientes para animais. No entanto, mais pesquisas são necessárias, visando a caracterização do alimento e posterior aplicação na nutrição animal, pois conforme SOUZA *et al.* (2009) somente serão viáveis economicamente quando esses coprodutos agregarem valor ao sistema de produção.

Como a produção de biodiesel é dependente da extração do óleo de soja, é interessante a diversificação para esta produção ser sustentável em longo prazo (ABDALLA *et al.*, 2008). A torta ou o farelo oriundo da extração do óleo, de fontes não-tradicionais não passam por processo de agregação de valor principalmente pelo desconhecimento das potencialidades nutricionais, econômicas e possível toxidez (GOES *et al.*, 2010).

A torta de crambe, proveniente da prensagem das sementes para extração do óleo de crambe é utilizada como uma fonte de proteína para a alimentação de bovinos (MIZUBUTI *et al.*, 2011; CANOVA *et al.*, 2015; MENDONÇA *et al.*, 2015), apresentando índices entre 26 e 28% de proteína bruta (SOUZA *et al.*, 2009; MIZUBUTI *et al.*, 2011), o que a torna um provável substituto do farelo de soja. Além da proteína bruta, a torta de crambe é rica em energia, apresentando entre 26 e 33% de extrato etéreo (SOUZA *et al.*, 2009; MIZUBUTI *et al.*, 2011). Características que a diferem do farelo de crambe, pois este apresenta teor proteico próximo aos 33% e 2% de extrato etéreo (SOUZA *et al.*, 2010). Todavia, para que o uso dos coprodutos possa ser empregado na produção animal, é necessário compreender melhor as características de digestão e degradação ruminal.

O objetivo do estudo foi avaliar a inclusão da torta de crambe ao suplemento concentrado em substituição ao farelo de soja, na composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca, e determinar os padrões cinéticos de degradação ruminal da matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro e tempo de colonização dos suplementos concentrados.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Nutrição de Ruminantes e no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal da Grande Dourados, seguindo as recomendações do comitê de ética no uso de animais - CEUA/UFGD, conforme protocolo nº 004/2013.

Foram avaliados cinco níveis de inclusão de torta de crambe (0%, 2,5%, 5,0%, 10% e 15% MS) aos suplementos concentrados em substituição ao farelo de soja (Tabela 1). A torta de crambe foi obtida por ocasião da extração do óleo de crambe por prensagem a frio e, posteriormente, foi triturada em moinho com peneira de 3 mm antes de ser utilizada na mistura concentrada.

Após a obtenção da mistura, foram coletadas três amostras de cada suplemento concentrado, que foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados, sendo armazenados em congelador a -20°C. Posteriormente, as amostras foram analisadas para a determinação da composição química e digestibilidade ruminal.

Os ingredientes do suplemento concentrado foram moídos em moinho tipo *Willey* em peneira de 1 mm para determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), conforme metodologias descritas pela AOAC (2006). As frações fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HCEL) e lignina (LIG) foram determinadas pela metodologia de Van SOEST *et al.* (1991) com uso do analisador de fibra TE-149 (TECNAL®, Piracicaba, SP), de forma sequencial,

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe

Ingredientes (% MS)	Níveis de inclusão de torta de crambe (%)				
	0	2,5	5,0	10	15
Torta de crambe	0	2,5	5,0	10,0	15,0
Farelo de soja	15,0	12,5	10,0	5,0	0,0
Farelo de arroz	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho	37,6	37,5	37,3	36,9	36,6
Ureia	0,35	0,52	0,70	1,05	1,40
Sal Comum	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Calcário	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
Flor de enxofre	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0
Fosfato bicálcico	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
Núcleo mineral <sup>1</sup>	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

<sup>1</sup>Níveis de garantia do produto (Ca: 120 g/kg; P: 88 g/kg; I: 75 mg/kg; Mn: 1300 mg/kg; Na: 126 g/kg; Se: 15 mg/kg; S: 12 mg/kg; Zn: 3630 mg/kg; Co: 55,5 mg/kg; Cu: 1530 mg/kg; Fe: 1800 mg/kg).

utilizando saquinhos (5,0 x 5,0 cm) confeccionados com tecido não tecido (TNT - 100 g/m<sup>2</sup>) (CASALI *et al.*, 2008). Na determinação da FDN foi utilizado 25 ml de amilase termoestável a 1%, adicionada no início da fervura. Na determinação da lignina, os resíduos obtidos com a análise de FDA foram transferidos para cadinhos filtrantes, para dar continuidade ao método, através da extração por permanganato de potássio (KMnO<sub>4</sub>) (Tabela 2).

A digestibilidade *in vitro* dos nutrientes foi determinada pela metodologia descrita por TILLEY e TERRY (1963), em duas etapas de 48 horas, através do uso do incubador *in vitro*, (TECNAL<sup>®</sup>, Piracicaba, SP) utilizando-se saquinho (5,0 x 5,0 cm) confeccionado com TNT- 100 g/m<sup>2</sup>. Foram utilizados 0,5 gramas de amostras das misturas concentradas e dos

ingredientes, previamente secas e moídas em moinho com peneira de 2 mm. As amostras foram colocadas nos sacos de fermentação para posterior processamento no fermentador ruminal.

Como doadores de líquido ruminal foram utilizados cinco bovinos mestiços adultos, de aproximadamente 526 kg de peso vivo, castrados, providos de cânula ruminal, mantidos em piquetes individuais de *Brachiaria brizantha* cv Marandu. A pastagem foi manejada conforme descrito por PATUSSI (2013). Os animais receberam diariamente, pela manhã, 8 g/kg de peso corporal de suplemento concentrado (Tabela 1). A água ficou disponível *ad libitum* aos animais.

Durante o período de 14 dias procedeu-se à adaptação dos animais ao manejo e a dieta. A

Tabela 2. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos ingredientes dos suplementos concentrados

Nutrientes <sup>1</sup>	Ingredientes				
	Torta de crambe	Farelo de soja	Farelo de arroz	Milho	Núcleo mineral
MS	94,3	85,64	88,71	87,86	96,31
MM	4,78	9,68	8,48	1,70	-
PB	26,19	50,99	13,95	11,68	-
EE	18,27	6,71	16,14	3,28	-
FDN	30,23	34,14	24,11	13,93	-
FDA	19,44	20,08	14,06	5,43	-
DIVMS <sup>2</sup>	62,04	95,40	81,46	98,80	-

<sup>1</sup>MS: matéria seca (%); MM: matéria mineral (% MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo (% MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); HCEL: hemicelulose (% MS); LIG: lignina (% MS); CNE: carboidratos não estruturais (% MS); CHOT: carboidratos totais (% MS); NDT: nutrientes digestíveis totais (%); <sup>2</sup>DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%).

colheita do conteúdo ruminal foi realizada no 15º dia no período da manhã, antes da primeira refeição. O material colhido foi acondicionado em garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C. Após a retirada da quantidade necessária de líquido ruminal, injetou-se gás CO<sub>2</sub> nas garrafas, formando um manto, a fim de manter a anaerobiose. Posteriormente, filtrou-se esse material em tecido de algodão, mediante pressão manual. O líquido obtido foi utilizado para inoculação nos jarros de fermentação do fermentador ruminal.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo equações propostas por CAPELLE *et al.* (2001), baseado na digestibilidade da MS (DMS), conforme modelo: %NDT = 9,6134+0,829 DMS (R<sup>2</sup>=0,82). Os carboidratos não estruturais (CNE) e os carboidratos totais (CHOT) foram calculados conforme descrito por SNIFFEN *et al.* (1992).

As variáveis avaliadas foram distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e três repetições. Os dados avaliados por análise de regressão pelo pacote estatístico SAEG (UFV, Viçosa, MG), e a significância foi declarada quando P<0,05.

Na degradabilidade *in situ* foram utilizados os mesmos novilhos doadores de líquido ruminal para o ensaio de digestibilidade *in vitro*, submetidos ao mesmo manejo alimentar descrito anteriormente. Na determinação da degradabilidade *in situ*, os suplementos concentrados foram moídos em moinhos de facas, em peneira de 2 mm, e posteriormente secos a 65°C, por 24 horas, retirados, e pesados. Após pesagem, os alimentos foram acondicionados em saquinhos de tecido não-tecido (TNT -100 g/m<sup>2</sup>) de tamanho de 5,0 x 5,0 cm, respeitando a relação 20 mg/cm<sup>2</sup> (CASALI *et al.*, 2008). Os saquinhos foram fechados e secos a 65°C por 24 horas, pesados e colocados em sacolas de filó, medindo 15 x 30 cm, com um peso de chumbo de 100 g, amarrado a linha de náilon de aproximadamente 0,5 m de comprimento livre. Todas as amostras foram preparadas segundo as recomendações propostas por HUNTINGTON e GIVENS (1995) e NOCEK (1988).

As sacolas de filó foram introduzidas diretamente no rúmen, em ordem decrescente de 48, 24, 12, 6, 3 e 0 horas, em triplicatas por animal/tempo de incubação, conforme NRC (2001). No tempo de 0 h, os saquinhos contendo os alimentos foram pré-incubados (mergulhados e imediatamente retirados) num recipiente com água. As sacolas de filó, contendo os saquinhos de TNT, foram retiradas do rúmen todas ao mesmo tempo e lavados em

água corrente. Os resíduos remanescentes das incubações foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C por 48 h e armazenados para posterior determinação da proteína PB e FDN. Os dados sobre desaparecimento da MS foram calculados baseando-se na diferença entre o peso da amostra incubada e peso dos resíduos remanescentes nos saquinhos após a incubação.

Na estimativa dos parâmetros da cinética de degradação da MS, PB e FDN foi utilizado o modelo assintótico de primeira ordem, proposto por ORSKOV e McDONALD (1979):  $DP = a + b(1 - e^{-ct})$ , em que: DP = degradabilidade ruminal potencial dos alimentos; a = fração solúvel; b = fração potencialmente degradável da fração insolúvel que seria degradada a uma taxa c; c = taxa de degradação da fração "b"; t = tempo de incubação em horas. A fração considerada indegradável foi calculada da seguinte forma:  $I = (100 - (a+b))$ .

Na estimativa da degradabilidade efetiva (DE), foi utilizado o modelo matemático:  $DE = a + [(b * c)/(c + K)]$ , em que K = taxa de passagem de sólidos pelo rúmen, definida aqui como sendo de 2%/h, 5%/h e 8%/h, que pode ser atribuído ao nível de consumo alimentar baixo, médio e alto. Após os dados serem ajustados ao modelo e utilizando o valor de desaparecimento obtido no tempo zero ("a"), foi estimado o tempo de colonização (TC) para MS, PB e FDN, da mesma forma que GOES *et al.* (2010), em que os parâmetros "a", "b", e "c" foram estimados pelo algoritmo de Gaus Newton:  $TC = [-\ln(a'-a-b)/c]$ .

As curvas de degradação da MS, PB e FDN dos suplementos concentrados avaliados, para cada animal utilizado, foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos utilizando o procedimento de regressão não linear do programa SAEG (UFV, Viçosa, MG) e a significância foi declarada quando P<0,05.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de FDN e HCEL apresentaram comportamento linear decrescente com inclusão da torta de crambe ao suplemento concentrado em substituição ao farelo de soja (P<0,05). Por outro lado, o teor de CNE apresentou comportamento linear crescente em relação aos níveis de inclusão da torta de crambe ao suplemento concentrado (Tabela 3).

Conforme esperado, os teores de HCEL apresentaram o mesmo comportamento que a FDN, visto que a HCEL constitui a maior parte da

Tabela 3. Composição química e digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos suplementos concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe

Nutrientes <sup>1</sup>	Níveis de inclusão de torta de crambe (%)					Média	EPM <sup>3</sup>	P<F <sup>4</sup>
	0	2,5	5,0	10	15			
MS	92,69	91,85	93,67	92,36	92,20	92,55	0,30	ns
MM	13,70	13,28	12,61	12,33	12,56	12,90	0,39	0,26
PB	15,34	14,86	15,50	14,57	14,00	14,82	0,35	0,24
EE	9,60	9,63	9,91	9,98	11,43	10,11	0,38	0,14
FDN	51,87	36,94	42,10	36,39	39,08	41,25	1,28	0,003
FDA	7,49	5,87	9,11	6,47	6,71	7,13	0,31	ns
HCEL	43,38	31,07	32,64	30,26	32,27	33,93	1,14	0,003
LIG	4,72	2,57	4,91	2,81	3,13	3,59	0,21	0,07
CNE	38,42	53,43	47,63	53,23	49,26	48,58	1,34	0,03 <sup>+</sup>
CHOT	63,65	64,71	61,80	63,12	62,00	63,09	0,69	ns
NDT	84,36	84,68	79,67	80,25	81,31	82,11	0,93	0,10
DVIMS <sup>2</sup>	90,16	90,56	84,50	85,21	86,48	87,80	6,98	0,10

<sup>1</sup>MS: matéria seca (%); MM: matéria mineral (% MS); PB: proteína bruta (% MS); EE: extrato etéreo (% MS); FDN: fibra em detergente neutro (% MS); FDA: fibra em detergente ácido (% MS); HCEL: hemicelulose (% MS); LIG: lignina (% MS); CNE: carboidratos não estruturais (% MS); CHOT: carboidratos totais (% MS); NDT: nutrientes digestíveis totais (%); <sup>2</sup>DIVMS: digestibilidade *in vitro* da matéria seca (%). <sup>3</sup>EPM: erro padrão da média. <sup>4</sup>ns: não significativo.

FDN:  $Y = 48,63 - 2,50 \times (R^2 = 0,33)$ ; HCEL:  $Y = 40,64 - 2,33 \times (R^2 = 0,35)$ ; CNE:  $Y = 41,95 + 2,15 \times (R^2 = 0,31)$ .

parede celular ( $P < 0,05$ ). Embora os teores de FDN dos suplementos concentrados sem (0%) e com 5% inclusão de torta de crambe tenham sido superiores aos recomendados por GARCIA *et al.* (2006), não influenciaram a DIVMS (em média 87,8%, Figura 3). Mesmo havendo influência dos níveis de inclusão da torta de crambe nos teores de FDN e CNE dos suplementos concentrados ( $P < 0,05$ ), os valores da FDA não foram alterados e apresentaram média de 7,13%.

CANOVA *et al.* (2015) verificaram que os elevados teores de FDA e lignina da torta de crambe (21,5 e 8,7%, respectivamente), favoreceram a redução linear da digestibilidade da FDA, FDN e celulose, à medida que aumentou a substituição do farelo de soja pela torta de crambe. Os elevados valores verificados por CANOVA *et al.* (2015) exemplificaram a grande variabilidade na composição química que pode ser encontrada na obtenção da torta de crambe, o que dificulta a padronização do produto a ser fornecido aos animais.

Com relação aos teores de EE dos suplementos concentrados, os níveis de inclusão de torta de crambe não influenciaram as respostas dessa variável, que apresentou média de 10,11%. SOUZA *et al.* (2009) verificaram teores de lipídios de 15,9% para a torta de crambe, sendo aproximadamente 13%

inferior aos verificados na Tabela 2. De acordo com VASCONCELOS e GALYEAN (2007) e MARÍN *et al.* (2010), o limite máximo de EE na dieta de ruminantes varia entre 6% e 7% da MS, visto que valores superiores podem alterar a degradação ruminal da fibra. No entanto, esse limite é variável, pois depende do tipo de dieta basal (volumoso x concentrado); do grau de insaturação dos ácidos graxos da fonte lipídica ou até mesmo a proteção física do lipídeo, como ocorre com os grãos inteiros ou tortas de oleaginosas.

O crambe apresenta elevada concentração de ácidos graxos insaturados, o que poderia comprometer a atividade microbiana no interior do rúmen pela interação entre estes ácidos graxos e os fosfolipídeos da membrana celular microbiana (KIM *et al.*, 2009) reduzindo a digestibilidade dos nutrientes. Todavia, a inclusão de níveis crescentes de torta de crambe ao suplemento concentrado de bovinos não influenciou a DIVMS ( $P > 0,05$ ), com valores considerados satisfatório, acima 80% em todos os níveis de substituição (Tabela 3). MENDONÇA *et al.* (2015) ao avaliarem níveis de inclusão de torta de crambe na terminação de bovinos de corte em confinamento, verificaram que houve uma tendência de aumento da digestibilidade da MS à medida que aumentou o fornecimento do coproduto devido a redução de consumo de MS,

visto que a torta de crambe possui glucosinolatos em sua composição o pode reduzir a palatabilidade da dieta.

Com relação aos parâmetros cinéticos da degradação *in situ* dos nutrientes, a inclusão da torta de crambe ao suplemento concentrado não alterou a degradabilidade efetiva (DE) da MS, PB e FDN, que apresentaram valores médios de 51,56%, 61,21% e 39,21%, respectivamente, para a taxa de 5%/h (Tabela 4).

A degradabilidade potencial da MS apresentou o mesmo comportamento sem (0%) e com inclusão de níveis crescente de torta de crambe ao suplemento concentrado de bovinos em relação ao tempo de permanência no rúmen (Figura 1). O período de 48 h apresentou maior degradação potencial, corroborando com o estudo de MIZUBUTI *et al.* (2011), que afirmaram que o tempo médio de retenção de alimentos no rúmen é de 48 horas e quanto maior for a degradação até este tempo, melhor será a fermentação do alimento.

O nível de 5,0% de inclusão de torta de crambe apresentou o maior valor de DE da MS (54,86%)

para a taxa de 5%/h. Este resultado é devido a menor fração indigestível (30,64%) associada às maiores frações “b” e “c”. Da mesma forma, o menor percentual de fração solúvel (6,68%) e maior percentual da fração indigestível (36,72%) quando foi incluído 10% de torta de crambe ao suplemento concentrado, proporcionou a menor DE da MS na taxa de 5%/h (49,08%) (Tabela 4).

A substituição do farelo de soja pela torta de crambe nos suplementos concentrados avaliados apresentou valores semelhantes, com DE média da PB de 61,20% para a taxa de 5%/h. GOES *et al.* (2010) verificaram que tanto o grão de crambe quanto a torta de crambe, apresentaram menor degradação que a torta de soja, principalmente pela baixa fração potencialmente degradada. Com a inclusão de 5% de torta de crambe no suplemento concentrado, foi observado maior fração solúvel (31,20%) e menor fração indigestível (24,31%) da PB, o que não foi suficiente para proporcionar maior DE. Esta resposta pode ser em virtude do maior tempo de colonização para a PB, que foi de 7,02 h (Tabela 5). O oposto foi verificado quando incluiu-se 15% de

**Tabela 4. Parâmetros cinéticos da degradação *in situ* da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro dos suplementos concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe**

Níveis	Parâmetros <sup>1</sup>			Degradabilidade Efetiva				R <sup>2</sup>
	a (%)	b (%)	c (%/h)	I (%)	2 (%/h)	5 (%/h)	8 (%/h)	
Matéria seca								
0	13,49	54,19	11,61	32,32	59,71	51,36	45,57	97,40
2,5	8,49	58,61	12,83	32,90	59,19	50,66	44,59	97,67
5,0	10,54	58,82	15,28	30,64	62,55	54,86	49,15	97,90
10	6,68	56,60	14,92	36,72	56,59	49,08	43,53	98,00
15	11,44	52,26	17,07	36,30	58,22	51,86	47,03	98,30
Proteína bruta								
0	20,32	48,43	8,08	31,24	68,61	59,15	50,24	52,78
2,5	18,67	44,30	16,61	37,03	62,97	58,20	52,71	73,79
5,0	31,20	44,49	3,98	24,31	73,15	60,80	50,90	81,99
10	23,63	42,98	13,98	33,40	66,60	61,22	55,28	90,39
15	29,52	39,83	27,62	30,65	69,35	66,66	63,25	95,26
Fibra em detergente neutro								
0	24,65	18,88	14,89	56,47	41,29	38,78	36,93	78,02
2,5	28,28	19,12	7,80	52,60	43,50	39,93	37,72	72,85
5,0	20,14	17,62	91,10	62,24	37,38	36,84	36,34	66,39
10	18,79	21,60	9,39	59,61	36,60	32,89	30,45	75,31
15	19,21	35,64	19,70	45,16	51,56	47,63	44,55	75,53

<sup>1</sup>a: fração solúvel, b: fração potencialmente degradável, c: taxa de degradação da fração b, I: fração indigestível.

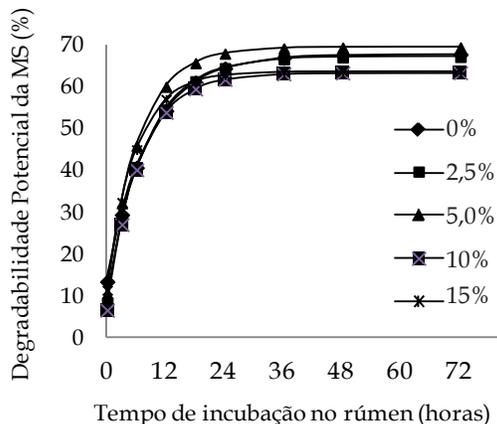


Figura 1. Degradabilidade potencial da MS em função do tempo de permanência no rúmen dos suplementos concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe.

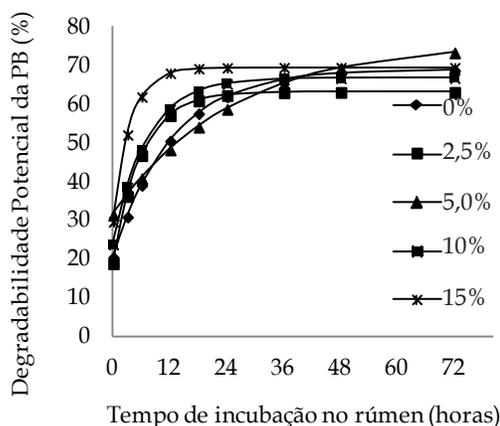


Figura 2. Degradabilidade potencial da PB em função do tempo de permanência no rúmen dos suplementos concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe.

Tabela 5. Tempo de colonização (h) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos suplementos concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe

Níveis (%)	Tempo de colonização (h)		
	MS	PB	FDN
0	6,15	6,40	4,84
2,5	6,12	5,59	5,50
5,0	5,95	7,02	5,37
10	5,94	5,73	5,44
15	5,72	4,97	5,20
EPM <sup>1</sup>	0,069	0,315	0,106

<sup>1</sup>EPM: erro padrão da média.

torta de crambe, que apresentou maior DE (66,66%) e menor tempo de colonização da PB (4,97 h) (Tabela 5).

A inclusão de 15% torta de crambe ao suplemento concentrado apresentou maior degradação potencial da PB ao longo dos tempos de incubação ruminal (Figura 2). Com elevados teores de fração solúvel (Tabela 4) associado ao baixo tempo de colonização da PB (Tabela 5), a torta de crambe pode ser considerada uma fonte de proteína para os microrganismos ruminais.

Os suplementos concentrados apresentaram baixa DE da FDN (Tabela 4). No entanto, o maior valor de DE da FDN foi com a inclusão de 15% de torta de crambe ao suplemento concentrado (47,63%), o que culminou na maior degradabilidade

potencial da FDN (Tabela 5, Figura 3). À medida que houve o aumento da inclusão da torta de crambe aos suplementos concentrados, houve redução dos níveis de FDN das dietas (Tabela 3), o que pode ter favorecido a melhor resposta da DE para o maior nível de inclusão do subproduto (47,63%) e maior degradabilidade potencial (Figura 3). QUEIROZ *et al.* (2010) avaliaram as características físico químicas de diferentes fontes proteicas, concluíram que o menor teor de FDN dos alimentos está associado à maior capacidade de retenção de água, maior densidade e, conseqüentemente, maior degradação ruminal.

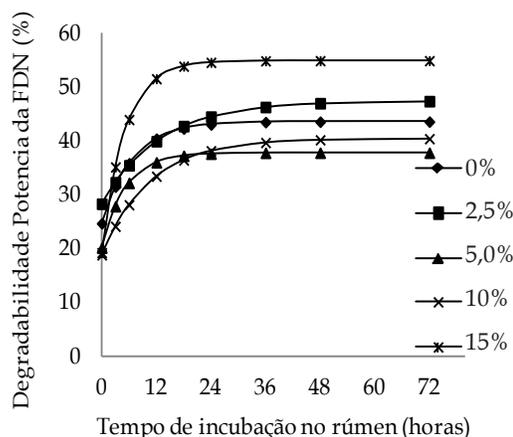


Figura 3. Degradabilidade potencial da FDN em função do tempo de permanência no rúmen dos suplementos concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe.

## CONCLUSÃO

A inclusão de até 15% da torta de crambe em substituição ao farelo de soja em suplementos concentrados para bovinos altera a composição química, mas não influencia a digestibilidade da matéria seca e a degradabilidade dos nutrientes, tornando uma alternativa viável à nutrição animal.

## AGRADECIMENTOS

Ao CNP, Capes e UFGD, pelas bolsas concedidas e ao CNPq e ao FUNDECT-MS pelo apoio financeiro a este trabalho. À Maria Gizelma de Menezes Gressler pelo auxílio nas conduções das análises laboratoriais. À Fundação - MS / Maracaju, em especial ao pesquisador Renato Roscoe, pela doação da torta de crambe.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.260-268, 2008. Suplemento Especial.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis**. 18th ed. Washington, DC: Association of Official Analytical Chemists, 2006.
- CANOVA, E.B.; BUENO, M.S.; MOREIRA, H.L.; POSSENTI, R.; BRÁS, P. Crambe cake (*Crambe abyssinica hochst*) on lamb diets. **Ciência e Agrotecnologia**, v.39, p.75-81, 2015.
- CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.1837-1856, 2001.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J.C.; HENRIQUES, L.T.; FREITAS, S.G.; PAULINO, M. F. 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, p.335-342, 2008.
- GARCIA, J.A.S.; VIEIRA, P.F.; CECON, P.R.; SETTI, M.C.; McMANUS, C.; LOUVADINI, H. Desempenho de bovinos leiteiros em fase de crescimento alimentados com farelo de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v.7, p.223-233, 2006.
- GOES, R.H.T.B.; SOUZA, K.A.; PATUSSI, R.A.; CORNELIO, T.C.; OLIVEIRA, E.R.; BRABES, K. C. S. Degradabilidade *in situ* dos grãos de crambe, girassol e soja, e de seus coprodutos em ovinos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.32, p.271-277, 2010.
- HUNTINGTON, J.A.; GIVENS, D.I. The *in situ* technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. **Nutrition Abstracts and Review (Serie B)**, v.65, p.63-93, 1995.
- KIM, E.J.; HUWS, S.A.; LEE, M.R.F.; SCOLLAN, N.D. Dietary transformation of lipid in the rumen microbial ecosystem. **Asian-Australian Journal Animal Science**, v.22, p.1341-1350, 2009.
- MARÍN, A.L.M.; HERNÁNDEZ, M.P.; ALBA, L.P.; CASTRO, G.G. Digestión de los Lípidos en los Rumiantes: una revisión. **Interciencia**, v.35, p.240-246, 2010.
- MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; PEREIRA, E.S.; PINTO, A.P.; FRANCO, A.L.C.; SYPERRECK, M.A.; DÓREA, J.R.R.; CUNHA, G.E.; CAPELARI, M.G.M.; MUNIZ, E.B. Cinética de fermentação ruminal *in vitro* de alguns coprodutos gerados na cadeia produtiva do biodiesel pela técnica de produção de gás. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.2021-2028, 2011.
- MENDONÇA, B.P.C.; LANA, R.P.; DETMANN, E.; GOES, R.H.T.B.; CASTRO, T.R. Torta de crambe na terminação de bovinos de corte em confinamento. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.67, p.583-590, 2015.
- NOCEK, J.E. *In situ* and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.71, p.2051-2069, 1988.
- NRC- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- ORSKOV, E.R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **Journal of Agriculture Science**, v.92, p.499-508, 1979.
- PATUSSI, R.A. **Torta de crambe na alimentação de bovinos em pastejo**. 2013. 107p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Dourados, Dourados, MS, 2013.
- QUEIROZ, M.A.A.; SUSIN, I.; VAZ PIRES, A.; FERREIRA, E.M.; MENDES, C.Q.; MOURÃO, G.B. Características físico-químicas de fontes proteicas e suas interações sobre a degradação ruminal e a taxa de passagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, p.1587-1594, 2010.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D.G.; RUSSELL, J.B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

- SOUZA, A.D.V.; FAVARO, S.P.; ITAVO, L.C.V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansão, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1328-1335, 2009.
- SOUZA, V.S; OLIVEIRA, P.B; LOUVANDINI, H; Potencial nutricional do *Crambe abyssinica* para ruminantes e seus coprodutos oriundos da obtenção do biodiesel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador **Anais...**Salvador: SBZ, 2010.p.1-6.
- TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- VASCONCELOS, J.T.; GALYEAN, M.L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**, v.85, p.2772-2781, 2007.