



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TORTA DE CRAMBE NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS EM PASTEJO

ROSIELEN AUGUSTO PATUSSI

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados
Mato Grosso do Sul – Brasil
Março – 2013



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

TORTA DE CRAMBE NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS EM PASTEJO

ROSIELEN AUGUSTO PATUSSI

Zootecnista

Orientador: Rafael Henrique de Tonissi e
Buschinelli de Goes

Co-orientador: Walmes Marques Zeviani

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal da Grande Dourados, como parte dos requisitos à obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Área de Concentração: Produção Animal.

Dourados

Mato Grosso do Sul – Brasil

Março – 2013

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Biblioteca Central da UFGD, MS, Brasil.

P322t	Patussi, Rosielen Augusto. Torta de crambe na alimentação de bovinos em pastejo / Rosielen Augusto Patussi. – Dourados, MS : UFGD, 2013. 107f. Orientador: Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal da Grande Dourados. 1. Novilhos - Alimentação. 2. Suplementação alimentar. I. Goes, Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de. II. Título. CDD: 636.2
-------	--

“Torta de crambe na alimentação de bovinos em pastejo”

por

ROSIELEN AUGUSTO PATUSSI

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

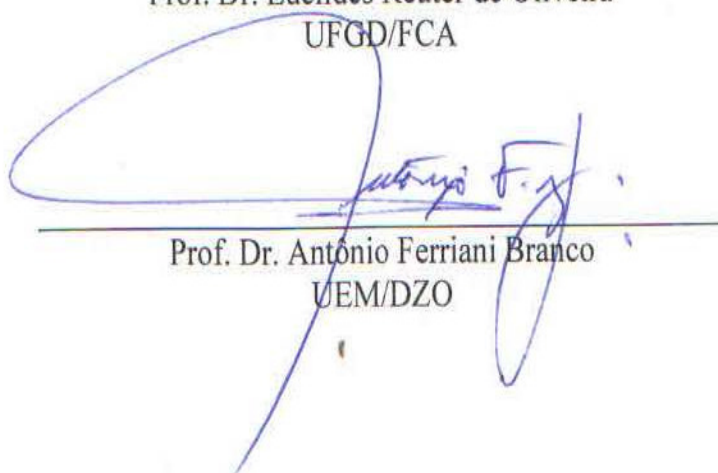
Aprovado em: 07/03/2013



Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Euclides Reuter de Oliveira
UFGD/FCA



Prof. Dr. Antonio Ferriani Branco
UEM/DZO

AGRADECIMENTOS

A Deus,

por ter conduzido minha vida, me permitindo o ingresso no Mestrado e ter colocado no meu caminho pessoas que foram fundamentais para realização e conclusão de mais esta etapa.

No âmbito Universitário, agradeço a Deus por ter me disponibilizado um orientador excepcional, que com sua paciência, amizade, humildade, sabedoria e prontidão, sempre se dispôs a me ajudar em todos os momentos. A expressão “Pai”, termo Universitário utilizado para se referir a orientadores, no meu caso, não foi apenas um termo ou expressão. Posso dizer que tive, realmente, um Pai durante os quatro anos de Graduação e dois anos de Mestrado, que com seu amor paternal guiou-me nessa jornada. Professor Rafael Henrique de T. e B. de Goes, muitíssimo obrigada por tudo!

Agradeço a todos os amigos que estiveram ao meu lado nesse período, os quais com querer sincero me ajudaram a realizar a presente pesquisa.

No âmbito familiar, agradeço aos meus pais Aparecido Augusto e Laura Patussi da Silva Augusto, e meus irmãos, Rosimeire A. Patussi e Ronildo A. Patussi, pelo incentivo, apoio, compreensão e pelas muitas palavras animadoras e conselhos que me deram força para enfrentar as dificuldades. Por terem compartilhado comigo momentos de alegria e por acreditarem e sempre torcerem por mim. Obrigado por terem sido meu alicerce, pé-direito, paredes e cobertura; sem vocês, eu nada seria.

Agradeço ao meu noivo André Luís dos Santos Catella, pelo companheirismo, apoio, incentivo, carinho e por jamais medir esforços para me ajudar. Também o agradeço por não ter tido coragem de colocar a mão no rúmen, mas sempre esteve presente quando precisei.

Agradeço a minha segunda família advinda através do meu noivo. Pessoas maravilhosas que se dispuseram a ajudar, ouvir, aconselhar, incentivar e que sempre torceram por mim.

Deus, obrigada!

BIOGRAFIA

ROSIELEN AUGUSTO PATUSSI, filha de Aparecido Augusto e Laura Patussi da Silva Augusto, nasceu em Coxim, Mato Grosso do Sul, em 25 de maio de 1988.

Em Fevereiro de 2007, ingressou na Universidade Federal da Grande Dourados - UFGD, no curso de Zootecnia, colando grau em Agosto de 2010.

Em Março de 2011, iniciou o programa de Pós-Graduação, em nível de Mestrado, em Zootecnia, pela Universidade Federal da Grande Dourados, desenvolvendo estudos na área de Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de dissertação em 07 de Março de 2013.

SUMÁRIO

RESUMO

ABSTRACT

CAPÍTULO 1

1.INTRODUÇÃO.....	5
2.REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1 Suplementação de bovinos a pasto.....	7
2.2 Resíduos agroindustriais em suplementos concentrados.....	8
2.3 Crambe na alimentação animal.....	9
3.OBJETIVOS.....	13
4.REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	14

CAPÍTULO 2

Degradabilidade ruminal e tempo de colonização de coprodutos de crambe.....	17
Resumo.....	17
Abstract.....	18
Introdução.....	19
Material e Métodos.....	20
Resultados e Discussão.....	22
Conclusão.....	30
Referências Bibliográficas.....	31

CAPÍTULO 3

Composição bromatológica, degradabilidade ruminal e tempo de colonização dos suplementos com níveis crescentes de torta de crambe.....	33
Resumo.....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	40
Conclusão.....	47
Referências Bibliográficas.....	48

CAPÍTULO 4

Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em novilhos mantidos a pasto e suplementados com torta de crambe.....	51
Resumo.....	51
Abstract.....	52
Introdução.....	53
Material e Métodos.....	54
Resultados e Discussão.....	59
Conclusão.....	65
Referências Bibliográficas.....	66

CAPÍTULO 5

Parâmetros ruminais de novilhos suplementados com torta de crambe em substituição os farelo de soja, sob pastejo.....	69
Resumo.....	69
Abstract.....	70
Introdução.....	71
Material e Métodos.....	72
Resultados e Discussão.....	75
Conclusão.....	82
Referências Bibliográficas.....	83

CAPÍTULO 6

Balço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana em novilhos suplementados com torta de crambe em substituição ao farelo de soja	85
Resumo.....	85
Abstract.....	86
Introdução.....	87
Material e Métodos.....	88
Resultados e Discussão.....	92
Conclusão.....	98
Referências Bibliográficas.....	99
CONSIDERAÇÕES FINAIS	103

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 2

TABELA 1	Composição percentual dos suplementos.....	20
TABELA 2	Composição bromatológica do farelo e da torta de crambe.....	23
TABELA 3	Parâmetros cinéticos da degradação <i>in situ</i> , para a matéria seca e proteína bruta da torta e do farelo de crambe.....	23
TABELA 4	Tempo de colonização (h) para matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) e do farelo e torta de crambe.....	26
TABELA 5	Parâmetros cinéticos da degradação <i>in situ</i> , para a matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (FDN) da torta de crambe em diferentes granulometrias.....	27
TABELA 6	Tempo de colonização (h) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da torta de crambe em diferentes granulometrias.....	28

CAPÍTULO 3

TABELA 1.	Composição percentual dos suplementos.....	36
TABELA 2.	Composição Bromatológica dos ingredientes utilizados (%MS).....	37
TABELA 3.	Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), lignina (LIG), carboidratos não estruturais (CNE), nutrientes digestíveis totais (NDT), Extrativo não-nitrogenado (ENN) e matéria mineral (MM) dos concentrados, expressos em g/kg.....	41
TABELA 4.	Digestibilidade <i>in vitro</i> da matéria seca dos suplementos avaliados.....	43
TABELA 5.	Parâmetros cinéticos da degradação <i>in situ</i> , para a matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (FDN) dos concentrados.....	44
TABELA 6.	Tempo de colonização (h) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos concentrados.....	47

CAPÍTULO 4

TABELA 1	Temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar máxima (URmax) e mínima (URmin) e precipitação (Prec) da cidade de Dourados-MS durante os meses de março, abril e maio de 2011.....	56
TABELA 2	Composição percentual dos suplementos.....	56
TABELA 3	Composição bromatológica dos ingredientes utilizados.....	57
TABELA 4	Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), carboidratos não estruturais (CNE), nutrientes digestíveis totais (NDT), e matéria mineral (MM) dos concentrados, expressos em g/kg.....	57
TABELA 5	Valores médios para a disponibilidade de matéria seca total (Ton MST/ha) de matéria seca verde (MV, Ton/ha), colmo (%), folha (%), material senescente (%), da <i>B. brizantha</i> cv Marandu.....	60

TABELA 6.	Valores médios da Composição Bromatológica da forragem (extrusa) na base da matéria seca (g/kgMS) da <i>Brachiaria brizanta</i> cv Marandu, ingerida pelos animais.....	61
TABELA 7.	Valores médios de Consumo de matéria seca de forragem (CMSF), consumo de matéria seca de suplemento (CMSS) e consumo de nutrientes de novilhos suplementados a pasto com torta de crambe.....	62
TABELA 8.	Peso dos animais (kg) em função dos tratamentos e períodos.....	63
TABELA 9.	Coefficientes de digestibilidade total de novilhos suplementados com torta de crambe em substituição ao farelo de soja suplemento (CMSS) e consumo de matéria seca total (CMST).....	65
CAPÍTULO 5		
TABELA 1	Composição percentual dos suplementos.....	75
TABELA 2	Composição bromatológica dos ingredientes utilizados.....	75
TABELA 3	Teores em percentagem, da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais (NDT) e matéria mineral (MM) dos concentrados.....	76
TABELA 4	Valores médios de pH do líquido ruminal de bovinos.....	77
TABELA 5	Valores médios de nitrogênio amoniacal (mg/dL) em função dos tempos de coleta de líquido ruminal.....	80
CAPÍTULO 6		
TABELA 1	Participação dos ingredientes (g/kg de matéria natural) e composição bromatológica dos concentrados (g/100g de MS).....	91
TABELA 2	Composição bromatológica da pastagem e dos ingredientes utilizados no concentrado para os novilhos.....	91
TABELA 3	Valores médios de consumo de Matéria Seca de forragem (CMSF), de suplemento (CMSS) e total (CMST), expresso em quilos por dia (kg/dia).....	94
TABELA 4	Valores médios para consumo de nitrogênio (N), N fecal, N urinário, excreção de N total, balanço de nitrogênio (BN), nitrogênio endógeno basal (NEB) e retenção de nitrogênio (N Ret), expresso em g/dia.....	95
TABELA 5	Valores médios para concentração de uréia na urina, excreção de uréia, creatinina na urina, excreção de creatinina, concentração de creatinina e de uréia plasmática, excreção fracional de uréia, N-uréia (ENUréia) e N-creatinina (ENCreatinina).....	96
TABELA 6	Valores médios de volume urinário (VU), alantoína (ALA), ácido úrico (UA), derivados de Purina (DP), purinas absorvidas (Pabs), nitrogênio microbiano (N mic), proteína bruta microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (Emic), de novilhos recebendo torta de crambe em suplementos.....	97

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 2

FIGURA 1.	Degradabilidade potencial da matéria seca da torta e farelo de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.....	24
FIGURA 2.	Degradabilidade potencial da proteína bruta da torta e farelo de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.....	25
FIGURA 3.	Degradabilidade potencial da matéria seca da torta de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.....	28
FIGURA 4.	Degradabilidade potencial da proteína bruta da torta de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.....	29
FIGURA 5.	Degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro da torta de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.....	29

CAPÍTULO 3

FIGURA 1.	Degradabilidade potencial da matéria seca em função do tempo de permanência no rúmen	44
FIGURA 2.	Degradabilidade potencial da proteína bruta em função do tempo de permanência no rúmen.....	45
FIGURA 3.	Degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro em função do tempo de permanência no rúmen.....	46

CAPÍTULO 4

FIGURA 1.	Consumo de suplemento em função do tempo após o fornecimento e concentração de crambe.....	65
FIGURA 2.	Consumo de ração em função do tempo após fornecimento e concentração de crambe. Ênfase no intervalo de 0 a 100 min.....	66

CAPÍTULO 5

FIGURA 1.	pH do líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes níveis de torta de crambe, em vários tempos de coleta.....	78
FIGURA 2.	Concentração de Nitrogênio Amoniacal do líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes níveis de torta de crambe, em vários tempos de coleta.....	79
FIGURA 3.	Concentração de ácido acético do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.....	80
FIGURA 4.	Concentração de ácido propiônico do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.....	81
FIGURA 5.	Concentração de ácido butírico e isobutírico do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.....	82
FIGURA 6.	Concentração de valérico e isovalérico do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.....	82

FIGURA 7.	Relação acetato:propionato do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.....	83
FIGURA 8.	Soma total dos AGCC do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.....	84

RESUMO

PATUSSI, Rosielen Augusto, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS, Março de 2013. **Torta de crambe em suplementos para bovinos em pastejo.** Orientador: Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes; Co-orientador: Walmes Marques Zeviani.

Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar parâmetros nutricionais como: consumo de matéria seca total, parâmetros ruminais e sanguíneos, balanço de compostos nitrogenados em novilhos suplementados com torta de crambe em substituição ao farelo de soja; bem como avaliar a qualidade da forragem *Brachiaria brizantha* cv Marandu, Utilizou-se cinco novilhos machos, castrados, providos de cânula ruminal, desvermifugados com peso médio de 526 kg. Os animais foram mantidos em piquetes individuais de *B. brizantha* cv Marandu, em delineamento quadrado latino 5x5. Os suplementos avaliados foram isoprotéicos (180 g/kg de proteína) e foram fornecidos na quantidade de 8 g/kg de peso vivo por dia, sendo o farelo de soja substituído nas proporções de 0; 2,5, 5; 10 e 15%, pela torta de crambe. Para avaliação da degradabilidade *in situ* dos suplementos, os mesmos foram acondicionados em saquinhos de tecido não-tecido (TNT -100 g/m²) de tamanho de 5,0 x 5,0 e incubados no rúmen dos animais nos tempos de 48, 24, 12, 6, 3 e 0 h. Para se avaliar os parâmetros ruminais, (pH, amônia ruminal (N-NH₃) e ácidos graxos de cadeia curta), foram coletadas amostras de líquido ruminal antes do fornecimento de suplemento e 2, 4, 6 e 8 horas após a suplementação. O consumo de matéria seca (CMS) foi estimado através do uso de um indicador externo (dióxido de titânio), durante dez dias e de um indicador interno (FDAi), obtido após 144h de incubação *in situ*. As amostras de fezes foram coletadas durante cinco dias às 6, 8, 10, 12, 14, 16 e 18h00min para determinação pra fluxo fecal. As coletas de urina foram realizadas na forma “spot”, quatro horas após o fornecimento do suplemento, para determinação de creatinina, nitrogênio total, derivados de purina, e para estimar a síntese de proteína microbiana e o balanço de compostos nitrogenados. As amostras de sangue foram coletadas por punção da veia jugular e foram utilizados tubos Vacutainer[®] com heparina. Do plasma resultante foram determinados níveis de uréia e creatinina plasmática por colorimetria através do kit comercial (Gold Analisa[®]). A coleta da forrageira ingerida pelos animais (extrusa) foi realizada através do esvaziamento ruminal no 15º dia experimental, após jejum de sólidos por 12 horas. A substituição em até 15% do farelo de soja pela torta de crambe no suplemento altera a composição bromatológica dos suplementos, mas não

influencia na digestibilidade *in vitro* da matéria seca. Os concentrados apresentaram média degradabilidade efetiva da matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) e baixa degradabilidade para a fibra em detergente neutro (FDN). A torta de crambe aumenta o consumo de suplemento, no entanto, este é consumido mais lentamente à medida que se aumenta a concentração de torta; sem alterar o consumo total de matéria seca e a digestibilidade total dos nutrientes. A suplementação com níveis crescentes de torta de crambe teve efeito direto entre o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal. Uma vez que os maiores valores de N-NH₃ foram observados no mesmo intervalo de tempo em que o pH se encontrava mais ácido. A torta de crambe reduziu a concentração dos ácidos graxos de cadeia curta do líquido ruminal em até 6 horas após ingestão do concentrado. A torta de crambe apresentou degradação ruminal para MS e PB superior que o farelo de crambe e a torta moída em peneira de crivo de 1 e 3 mm apresentou as maiores degradabilidades para PB e FDN. A torta de crambe aumentou a uréia plasmática, no entanto não alterou, o consumo de N ingerido, as excreções de uréia e creatinina, a concentração de alantoína, derivados de purina, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano, proteína bruta microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (Emic), dos animais. A inclusão da torta de crambe alterou a excreção de N urinário, sem alterar o N fecal, proporcionando um balanço de nitrogênio positivo.

Palavras-chave: parâmetros ruminais, parâmetros fisiológicos, consumo de matéria seca, balanço de nitrogênio, suplementação a pasto

ABSTRACT

PATUSSI, Rosielen Augusto, Federal University of Dourados, Dourados – MS, March of 2013. **Crambe crushed in supplements for grazing cattle.** Advisor: Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes; Co-advisor: Walmes Marques Zeviani.

The objective of this work by evaluating nutritional parameters such as total dry matter intake, ruminal and blood nitrogen balance in steers supplemented with crushed crambe to replace soybean meal, and to assess the quality of the forage *Brachiaria brizantha* Marandu, were used five steers castrated male fitted with rumen cannula, dewormed with an average weight of 526 kg. The animals were kept in individual paddocks *B. brizantha* Marandu in 5x5 Latin square design. The supplements were evaluated isonitrogenous (180 g / kg protein) and were provided in the amount of 8 g / kg body weight per day, soybean meal substituted in the ratios of 0, 2.5, 5, 10 and 15% crambe crushed. To evaluate the *in situ* supplements, they were packed in bags of non-woven fabric (TNT -100 g/m²) size of 5.0 x 5.0 and incubated in the rumen of animals in times of 48, 24 , 12, 6, 3 and 0 h. To evaluate ruminal parameters (pH, ruminal ammonia (NH₃-N) and short-chain fatty acids), samples were collected rumen fluid before providing supplement and 2, 4, 6 and 8 hours after supplementation. The dry matter intake (DMI) was estimated by use of an external indicator (titanium dioxide), for ten days and an internal indicator (iADF), obtained after 144h incubation *in situ*. Stool samples were collected for five days at 6, 8, 10, 12, 14, and 16 to 18:00 to determine fecal flow. The urine collections were made in the form "spot", four hours after the supply of the supplement for determination of creatinine, total nitrogen, purine derivatives, and to estimate microbial protein synthesis and nitrogen balance. Blood samples were collected by jugular vein puncture and were used Vacutainer ® tubes with heparin. The resulting plasma levels were determined in plasma urea and creatinine by colorimetry using the commercial kit (Gold Analisa ®). The collection of forage consumed by animals (extrusive) was performed using rumen emptying the 15th experimental day, after fasting for 12 hours solid. Replacing up to 15% of soybean meal with crambe crushed supplement alters the chemical composition of the supplements, but does not influence the *in vitro* digestibility of dry matter. The concentrates had an average effective degradability of dry matter (DM) and crude protein (CP) degradability and low for neutral detergent fiber (NDF). The crambe crushed supplement consumption increases, however, this is consumed more slowly

as it increases the concentration of tart; without changing the total dry matter intake and total tract digestibility of nutrients. Supplementation with increasing levels of crambe crushed had a direct effect between pH and ruminal ammonia concentration. Since the highest values of NH₃-N were observed in the same time interval in which the pH was more acidic. The crambe crushed reduced the concentration of short chain fatty acids in the rumen fluid up to 6 hours after ingestion of the concentrate. The crambe crushed presented ruminal DM and CP for more than crambe meal and cake ground into sieve sieve of 1 mm and 3 had the highest degradability of CP and NDF. The crambe crushed increased plasma urea, but did not alter the consumption of nitrogen intake, urinary excretion of urea and creatinine, allantoin concentration, purine derivatives, purines absorbed, microbial nitrogen, microbial crude protein (PBmic) and efficiency microbial (Emic) animals. The inclusion of the crambe crushed altered urinary N excretion without altering the fecal N, providing a positive nitrogen balance.

Keywords: ruminal, physiological parameters, consumption of raw dry, nitrogen balance, supplementation in pasture.

CAPÍTULO 1

1. INTRODUÇÃO

Tem-se observado uma crescente preocupação por parte dos ambientalistas, bem como da população como um todo, com a poluição causada pelos produtos advindos da queima de combustíveis fósseis. As principais fontes de energia no mundo atual provêm do petróleo, carvão e gás natural. Estes geram grande impacto ambiental no seu processo de produção, extração e utilização pelo homem. Além disso, são fontes de energia não renováveis que comprometem o equilíbrio do meio ambiente (Ferrari et al. 2005). A redução na emissão de gases tóxicos e a geração de combustíveis biodegradáveis (biodiesel), advindos de fontes renováveis como óleos vegetais e gorduras animais, que emitam quantidades reduzidas de poluentes, estão sendo estudadas com o intuito de reduzir a poluição ambiental e proporcionar estratégias sustentáveis à produção de alimentos de origem animal. De acordo com a Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP, 2011), é obrigatória a utilização de 5% de biodiesel em todo diesel comercializado no território brasileiro, e isso acarretaria numa diminuição de 3% da emissão de dióxido de carbono proveniente da queima de combustível fóssil.

No Brasil, a soja é a principal matéria prima para a produção de óleo, responsável por mais de 70% do biodiesel produzido no país. A soja é uma das principais fontes de proteína utilizada na nutrição animal e grandemente utilizada na alimentação humana, aspectos que cooperam para uma competição com a produção de biodiesel. Os óleos vegetais utilizados para a produção de biodiesel podem ser extraídos dos grãos de plantas oleaginosas a partir de dois diferentes processos: com uso de solventes ou por prensagem. O uso de solventes para a extração do óleo produz como resíduo o farelo, e a prensagem produz a torta. Muitos estudos têm sido desenvolvidos para avaliar a utilização desses coprodutos agroindustriais como fontes alternativas para a alimentação animal, principalmente para espécies ruminantes.

O sistema extensivo de produção de bovinos de corte possui uma relação interespecífica com a sazonalidade climática (estações seca e chuvosa), a qual reflete diretamente na produtividade do rebanho, tendo este, disponibilidade de forragem de alto valor nutritivo por curto espaço de tempo. No período da seca a pastagem decresce rapidamente em digestibilidade e, particularmente, em conteúdo total de nitrogênio (N),

o que leva a perda excessiva de peso, constituindo o principal fator limitante para a produção animal. Dentre as alternativas existentes para contornar o problema de crescimento descontínuo do rebanho devido à oscilação natural da disponibilidade e qualidade da forragem, a suplementação com nutrientes limitantes, aliada às práticas de manejo de pastagem, surge como opção para exploração mais intensiva dos sistemas pastoris brasileiros (Goes et al. 2008).

A elevação do custo dos principais alimentos utilizados na formulação de rações aumentou o custo de produção e redução da margem de lucro para os produtores, com isso torna-se necessário avaliar as possibilidades de utilização de alimentos alternativos de boa qualidade, que possuem menor custo, permitindo assim manter o patamar atual da produção dos rebanhos.

Neste cenário de biodiesel e suplementação, surge a torta de crambe, que é um coproduto advindo da extração do óleo a partir da prensagem dos grãos de crambe. Este resíduo agroindustrial vem sendo utilizado como ingrediente em suplementos proteico-energéticos por produtores de bovinos de corte na região Centro-Oeste. No entanto, são desconhecidas suas potencialidades nutricionais e possível toxidez, se tratando bovinos de corte suplementados a pasto. Além do elevado teor de óleo e proteína bruta presentes na torta de crambe, esta por sua vez, contém grandes quantidades de ácido erúico, glucosinolatos e outras substâncias que são consideradas tóxicas para algumas espécies animais.

Até o presente momento, são limitadas as informações sobre os níveis e efeitos da inclusão da torta ou farelo de crambe, na dieta de bovinos de corte em condições brasileiras. A caracterização destes coprodutos é de extrema importância na avaliação da viabilidade de novas oleaginosas, uma vez que a composição e o uso correto destes coprodutos podem ser decisivos na definição de potenciais usos.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Suplementação de bovinos a pasto

As pastagens representam a forma mais prática e econômica de alimentação de bovinos, e responde por 95% do ganho total de peso dos animais abatidos anualmente (Anualpec, 2010). Nos países tropicais e subtropicais, os ruminantes são submetidos a flutuações estacionais quanto à disponibilidade e qualidade das pastagens, principalmente, durante a estação seca, quando o crescimento das forragens diminui, o que leva conseqüentemente, à redução da qualidade nutricional dos mesmos (Goes et al. 2012).

A redução na taxa de crescimento, ou mesmo a perda de peso dos animais devido à escassez de forragem na estação seca têm sido considerados os principais fatores que afetam a produtividade (Brito et al. 2008).

A suplementação a pasto é uma ótima alternativa visando suprir os nutrientes escassos disponíveis nas forragens, sendo nutrientes limitantes para o crescimento e desempenho de bovinos de corte. Os concentrados utilizando grãos e seus coprodutos podem ser utilizados na alimentação de ruminantes buscando melhorar a produção animal através de aumento no consumo de matéria seca (CMS) diário, fornecendo os nutrientes necessários ao animal, assim como para a microbiota do rúmen (Domingues et al. 2010).

Com base no consumo reduzido e no baixo valor energético da maioria das forrageiras, o nutriente mais limitante para ganho de peso é a energia, considerada um nutriente de segunda importância, já que a correção da deficiência de proteína das forrageiras tem recebido maior atenção. O fornecimento da suplementação energética não eliminaria por si só a deficiência de energia por não atender às exigências de proteína. Por outro lado, tanto a deficiência de energia como a de proteína podem ser eliminadas apenas pela correção na deficiência protéica. O uso de suplementação concentrada, complementando a necessidade de proteína, pode gerar melhor aproveitamento da forrageira disponível, aprimorando o desempenho animal. Suplementos protéico-energéticos melhoram o uso de pastagens, principalmente se a relação entre nutrientes digestíveis totais (NDT) e proteína bruta (PB) for superior que 7:1 (Moore et al. 1999).

A suplementação com o uso de misturas múltiplas torna possível ganho superior ao estabelecido apenas com a ingestão de pasto, para a época de transição (Goes et al.

2005). Euclides et al. (2001) demonstraram que é possível reduzir a idade de abate de animais suplementados durante o período seco, o que pode variar de dois a nove meses, dependendo da suplementação utilizada, e aumentar a capacidade suporte das pastagens em até 30%.

Embora essa estratégia tenha apresentado ritmo de adoção massiva no Brasil, poucos estudos foram realizados com o objetivo de se avaliar o impacto produtivo e efeitos nutricionais destes suplementos. Estudos recentes têm procurado avaliar diferentes fontes alimentares na composição dos suplementos múltiplos para terminação de bovinos em pastejo, em que se encontraram níveis satisfatórios de ganho. No entanto, estudos que envolvam características quantitativas, englobando, notadamente, o balanceamento e otimização dos níveis de nutrientes, são praticamente inexistentes em condições tropicais, fazendo com que as recomendações atuais assumam características indesejavelmente empíricas, demonstrando a necessidade de avaliação mais profunda dos suplementos.

2.2 . Resíduos agroindustriais em suplementos concentrados

Os principais alimentos utilizados para a formulação de rações, para ruminantes são o milho e a soja; isso porque ambos não apresentam nenhuma restrição quanto à presença de fatores antinutricionais e, juntos, formam uma excelente combinação de energia e proteína. A elevação do custo destes alimentos aumentou o custo de produção e redução da margem de lucro para os produtores, com isso torna-se necessário avaliar as possibilidades de utilização de alimentos alternativos de boa qualidade, que possuem menor custo, permitindo assim manter o patamar atual de produção de rebanhos.

No Brasil, grande quantidade de coprodutos da agroindústria tem potencial para uso na alimentação de animais, como os oriundos da cadeia do biodiesel (Van Cleef, 2008), e estes podem ser empregados como fontes de nutrientes para animais por apresentarem alta digestibilidade da matéria seca (Krishna, 1985). A utilização das tortas de oleaginosas na alimentação de ruminantes tem despertado o interesse de vários produtores, que em certos casos fornecem este alimento aos animais mesmo sem saber informações básicas sobre limitação de consumo (Neiva Junior et al. 2007).

A utilização de resíduos agroindustriais na alimentação animal, normalmente propicia redução no custo da alimentação, além de servir como alternativa sustentável de reaproveitamento da matéria orgânica de origem vegetal, evitando o acúmulo desses

resíduos no meio ambiente, com conseqüente contaminação ambiental, solo, água, colaborando com a preservação dos recursos naturais e com a produção animal sustentável.

Nos sistemas de produção animal, a alimentação representa o maior gasto, situando-se, em geral, em torno de 70% do custo total (Martins et al. 2000). Deste modo, é necessário avaliar as possíveis alternativas de alimentos que assegurem taxas compatíveis de desempenho animal com boa lucratividade. Assim, a caracterização do valor nutritivo dos alimentos alternativos é de suma importância para produtores e nutricionistas, pois permite melhor avaliação de suas vantagens e ou limitações na produção animal.

De acordo com Abdalla et al. (2008), os resíduos gerados na extração do óleo não passam por processo de agregação de valor, pois suas potencialidades nutricionais e econômicas são desconhecidas, exceto algumas culturas já estabelecidas, como a soja, algodão e girassol. Portanto, são necessários estudos que visem avaliar as características nutritivas desses coprodutos, buscando maior valor agregado e proporcionando assim oportunidade para o produtor comercializar também os resíduos de sua cultura.

2.3 . Crambe na alimentação animal

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma planta de inverno, originária do Mediterrâneo e tem sido cultivada na África, Ásia, Europa, Estados Unidos, México e América do Sul. Pertence à família das crucíferas que apresenta grande potencial para ser cultivada com a finalidade de produção de biodiesel, devido o óleo não ser recomendado para o consumo humano. Há relatos de que a pesquisa com crambe tenha se iniciado na Rússia no século passado, porém sua intensificação se deu nos anos 80, nos Estados Unidos. No Brasil, os estudos se iniciaram nos anos 90 com os pesquisadores da Fundação MS, os quais desenvolveram uma variedade de crambe brasileira, a FMS Brilhante, com boa produtividade e adaptada às condições do país (Fundação MS, 2010).

A cultura de crambe tem despertado interesse dos produtores de soja, porque todo seu cultivo é mecanizado e principalmente, por ser uma cultura de inverno (mais uma alternativa para a safrinha), semeada após a colheita da soja em março/abril, apresenta baixo custo de produção, com percentual de óleo total entre 36% e 38%. Pesquisas realizadas apontaram para uma produção entre 1.000 e 1.500 quilos por hectare. O

crambe é tolerante à seca, à geadas e a sua precocidade são as grandes vantagens da planta, que floresce aos 35 dias e pode ser colhida aos 85 a 90 dias, com maturação uniforme (Pitol, 2008).

O grão apresenta entre 46 e 58% de PB com 44% de EE (Souza et al. 2009). O grão de crambe contém aproximadamente 3-4%, ou 90 mol/g, de glucosinolatos, [(S)-2-hydroxy-3-butenyl glucosinolate] (Lazzeri, 1994). Essa concentração é aproximadamente o dobro do presente na colza (Carlson, 1985). O Glucosinolato é tóxico para muitos organismos e reduz a atividade da flora ruminal em bovinos após seis dias de sua ingestão (Duncan & Milne, 1991).

O óleo extraído das sementes do crambe apresenta alto teor de ácidos graxos insaturados e se distingue de outros óleos pelo alto teor de ácido erúico ($C_{22:2}$) (50-60%), utilizado principalmente como lubrificante industrial na fabricação de tintas, plásticos, nylon, colas, entre outros. Possui também considerável concentração de ácidos graxos: Oléico ($C_{18:1}$) de 16%, Linoléico ($C_{18:2}$) de 9,0% e Linolênico ($C_{18:3}$) de 5,0% (Watkins, 1999). Além disso, possui os isotiocianatos que são compostos que apresentam efeitos inibidores de células carcinogênicas, (p. ex. 2-hidroxi-3-enilciano) (Niedoborski, 2001); e glucosinolatos que podem reduzir a palatabilidade do alimento e, (Carlson & Tookey, 1983; Fenwick et al. 1983) em concentrações acima de 5% pode inibir o crescimento de animais.

A casca do grão de crambe apresenta baixa digestibilidade em bovinos em torno de 45%; o farelo de crambe descascado pode atingir degradabilidade da matéria orgânica de aproximadamente 85% e 50% de PB em sua composição bromatológica (Steg et al. 1994).

O resíduo da extração do óleo do crambe resulta em dois coprodutos, sendo eles, o farelo de crambe, que é originado a partir da extração do óleo do grão por solvente químico e este, apresenta características desejáveis a um concentrado protéico de boa qualidade, tornando uma alternativa na alimentação de ruminantes (Mizubuti et al. 2011). O outro coproduto é a torta de crambe, que é oriunda da extração do óleo por prensagem. Esta apresenta elevado teor protéico (20 a 30%) e energético (em torno de 29%) e é considerada uma boa alternativa na alimentação de ruminantes, reduzindo assim o descarte do resíduo no meio ambiente.

O farelo de crambe é estudado como uma fonte de proteína para a alimentação de bovinos (Canova, 2012; Mendonça, 2012; Anderson et al. 1993; Stock et al. 1993;), rica em aminoácidos como a cisteína, metionina, lisina e treonina, os quais as proteínas dos

cereais são deficientes (Knight, 2002). Liu et al. (1994) destacaram que a proteína do farelo de crambe é degradada mais rapidamente que a proteína do farelo de soja. Este coproduto apresenta em torno de 30,5% de proteína bruta (PB), podendo variar de 22,7 a 49,5% em função da presença ou ausência de casca. Em revisão, Carlson & Tookey (1983) indicaram que o farelo pode ser mais aceitável por bovinos jovens, e que bovinos em confinamento submetidos às rações contendo até 10% de farelo de crambe, por até 30 dias, não apresentaram compostos de degradação dos glucosinolatos nos tecidos corporais (gordura, músculo, fígado e rins) e líquido ruminal, o que sugere que estes compostos são rapidamente destruídos ou convertidos em outros produtos pelos microrganismos ruminais. Segundo Wallig et al. (2002), o farelo de crambe pode conter glucosinolatos que são degradados ou conjugados pelos microrganismos do rúmen, tendo assim, pouco efeito negativo em ruminantes.

Souza et al. (2009) estudando a torta de crambe encontraram valores de 31,7% de PB e 15,8% de EE; já Goes et al. (2010) encontraram valores de 52,80%PB. Goes et al. (2010) encontraram degradabilidade ruminal efetiva para MS e PB de 60,43 e 35,50%; respectivamente. Carlson et al. (1996), encontraram digestibilidade ruminal da matéria orgânica em torno de 95%, semelhante ao farelo de soja. O desaparecimento ruminal da proteína bruta e da fibra em detergente neutro é maior do que o apresentado pelo farelo de soja, porém o processamento a quente e a floculação do grão para a extração de óleo pode diminuir substancialmente a digestibilidade do farelo de crambe (Liu et al. 1993b).

O Crambe é liberado para utilização na dieta de gado de corte pelo Food and Drug Administration (FDA), nos Estados Unidos em até 4,2% (Knight, 2002); Carlson et al. (1996) e Favaro et al. (2010), destacam que esta decisão deve ser revista, pois estudos recentes têm apontado a possibilidade de se elevar a quantidade de farelo desta oleaginosa nas dietas de ruminantes. No Brasil, não existe até o momento o registro do farelo/torta junto ao ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA).

Em ruminantes não ocorre à formação de produtos tóxicos durante a digestão; no entanto há relatos de redução de consumo, decorrente da baixa aceitabilidade apresentada pelo coproduto (Canova, 2012). Stock et al. (1993) observaram redução do consumo por três dias com a inclusão do farelo de crambe na dieta, porém após este período o consumo voltou ao normal.

A grande variação na composição bromatológica da torta de crambe encontrada por diferentes autores é decorrente do processo de extração do óleo, o que demonstra uma falta de padronização deste alimento (Tabela 1).

Quadro 1. Composição bromatológica da torta de crambe segundo diferentes autores.

Torta de Crambe	Souza et al. (2009)	Brás, (2011)	Mizubuti et al. (2011)	Goes et al. (2010)
MS	91,18	92,72	93,33	69,43
MO	-	-	95,86	65,13
PB	31,73	24,67	29,17	52,80
FDN	-	29,34	33,08	48,90
FDA	-	21,54	24,75	37,15
MM	6,30	5,47	4,14	4,13
EE	15,88	29,6	24,90	-

Até o presente momento, são limitadas as informações sobre os níveis e efeitos da inclusão da torta de crambe, na dieta de bovinos de corte em condições brasileiras. A caracterização deste coproduto é de extrema importância na avaliação da viabilidade dessa nova oleaginosa uma vez que a composição e o uso correto desse coproduto podem ser decisivos na definição de potenciais usos.

3. OBJETIVOS

Estudar o efeito de dieta com torta de crambe, em substituição ao farelo de soja no consumo, parâmetros ruminais e sanguíneos, comportamento ingestivo e degradabilidade de nutrientes em novilhos suplementados a pasto.

3.1 Objetivos específicos

- 3.1.1 Avaliar a degradabilidade ruminal e tempo de colonização da torta e do farelo de crambe (Capítulo 2);
- 3.1.2 Avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela torta de crambe na composição bromatológica, degradabilidade ruminal e tempo de colonização dos suplementos (Capítulo 3);
- 3.1.3 Avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela torta de crambe no consumo de nutrientes, digestibilidade e o comportamento ingestivo dos bovinos suplementados a pasto (Capítulo 4);
- 3.1.4 Avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela torta de crambe nos parâmetros ruminais (pH, nitrogênio amoniacal e ácidos graxos de cadeia curta) dos bovinos suplementados a pasto (Capítulo 5);
- 3.1.5 Avaliar o balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana em novilhos suplementados com torta de crambe em substituição ao farelo de soja (Capítulo 6).

4. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- ABDALLA, A.L. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.37, p. 258-260, 2008.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS - ANP. **Boletim Mensal do Biodiesel**, Dezembro 2011. Brasília, DF, 2011.
- ANDERSON, V.L.; BERG, P.; BOYLES, S.L. Dehulled crambe meal as a protein source for feedlot steers. **NDSU Carrington Research/Extension Center**. p.16-22, 1993.
- ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, p.420, 2010.
- BRÁS, P. **Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. 2011. 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa-SP.
- BRITO, R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; FERNANDES, A.R.M.; et al. Desempenho de bezerros em pastagem de capim-marandu recebendo suplementação com concentrados balanceados para diferentes níveis de produção. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.9, p.1641-1649, 2008.
- CANOVA, E.B. **Torta de crambe (*crambe abyssinica* hochst) na alimentação de cordeiros**. 2012. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa - SP.
- CARLSON, K. D.; TOOKEY, H. L. Crambe meal as a protein source for feed. **Journal American Oil Chemists Society**, v.60, p.1979 -1985, 1983.
- CARLSON, K. D.; BAKER, E.C.; MUSTAKAS, G.C. Processing of *Crambe abyssinica* seed in commercial extraction facilities. **Journal of American Oil Chemists Society**, v.62, p.897-905, 1985.
- CARLSON, K.D.; GARDNER, J.C.; ANDERSON, V.L.; et al. Crambe: New crop success. In: J. Janick (ed.), **Progress in new crops**. ASHS Press, Alexandria, p.306-322, 1996.
- DOMINGUES, A.R.; SILVA, L.D.F.; RIBEIRO, E.L.A.; et al. Consumo, parâmetros ruminais e concentração de uréia plasmática em novilhos alimentados com diferentes níveis de torta de girassol em substituição ao farelo de algodão. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.4, p.1059-1070, 2010.
- DUNCAN, A.J.; AND MILNE, J.A. Rumen microbial degradation of allyl cyanide as a possible explanation for the tolerance of sheep to Brassica-derived glucosinolates. **Journal of Science Food Agriculture**. v.58, p.15, 1991.
- EUCLIDES, V.P.B.; EUCLIDES FILHO, K.; COSTA, F.P. et al. Desempenho de novilhos F1s Angus-Nelore em pastagens de *Brachiaria decumbens* submetidos a diferentes regimes alimentares. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.2, p.451-462, 2001.
- FAVARO, S.P.; ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A.; et al. Produtos e Co-produtos. IN: **Tecnologia e produção do Crambe**: 2010. Maracaju: FUNDAÇÃO MS, p.60, 2010.

- FENWICK, G.R.; HEANEY, R.K.; MULLIN, W.J. Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. **CRC Critical Review Food Science Nutrition**. 18:187. 1983.
- FERRARI, R.A.; OLIVEIRA, V. S.; SCABIO, A. Biodiesel de soja – taxa de conversão em ésteres etílicos, caracterização físico-química e consumo em gerador de energia. **Química Nova**, v.28, n.1, p.19-23, 2005.
- FUNDAÇÃO MS. **Tecnologia e produção: crambe 2010**. Maracaju. Fundação MS: p.60, 2010.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; LANA, R.P. et al. Recria de Novilhos Mestiços em Pastagem de *Brachiariabrizantha*, com diferentes níveis de suplementação, na região Amazônica. Desempenho Animal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.34, n.05, p.1740-1750, 2005.
- GOES, R.H.T.B.; LAMBERTUCCI, D.M.; BRABES, K.C.S.; et al. Suplementação protéica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v.11.n.2, p.129-137. 2008.
- GOES, R.H.T.B.; SOUZA, K.A.; PATUSSI, R.A.; et al. 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.
- GOES, R.H.T.B.; CERILLO, S.L.N.; LIMA, H.L.; et al. Torta de girassol em substituição ao farelo de soja nos suplementos de novilhas: desempenho e características de carcaça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.13, n.2, p.396-409, 2012.
- KNIGHT, S.C. Crambe a North Dakota Case Study, Rural Industries Research and Development Corporation. February, p.25. 2002.
- KRISHNA, G. Nylon bag dry matter digestibility in agro-industrial byproducts and wastes of the topics. **Agricultural Wastes**, v.13, p.155-158, 1985.
- LAZZERI, L.; LEONI, O.; CONTE, L.S.; et al. Some technological characteristics and potential uses of *Crambe abyssinica* products. **Industrial Crops and Products**, v.3, p.103-112, 1994.
- LIU, Y.G.; STEG, A.; HINDLE, V.A. Rumen degradation and intestinal digestion of crambe and other oilseed by-products in dairy cows. **Animal Feed Science Technology**. v.45, p.133-147. 1993.
- LIU, Y.G.; STEG, A.; HINDLE, V.A. Rumen degradation and intestinal digestion of crambe and other oilseeds by-products in dairy cows. **Animal Feed Science Technology**, v.45, n.3-4, p.397-409, 1994.
- MARTINS, A. S. et al. Digestibilidade aparente de dietas contendo milho ou casca de mandioca como fonte energética e farelo de algodão ou levedura como fonte protéica em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.269-277, 2000.
- MENDONÇA, B.P.C. **Uso de co-produtos do crambe (*Crambe abyssinica*) na alimentação de bovinos nelore em confinamento**. 2012. 51p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- 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. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, p.2021-2028, 2011.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E.; et al. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**. Savoy, v.77, p.122-135, 1999.
- NEIVA JÚNIOR, A.P.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; PARDO, R.M.P.; et al. **Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes**. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, Anais. Brasília: MCT/ABIPTI v.2, 2007.
- NIEDOBORSKI, T.E.; KLEIN, B.P.; WALLIG, M. Rapid isolation and purification of 1-cyano-2-hidroxy-3-butene (crambe) from *Crambe abyssinica* seed meal using immiscible solvent extraction and high-performance liquid chromatography. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**. v.49, p.3594-3599, 2001.
- PITOL, C. **Crambe: uma nova opção para produção de biodiesel**. Maracaju, Fundação MS, 2008. Disponível em: <<http://www.fundacaoms.com.br>>. Acesso em: janeiro de 2008.
- SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S.P.; ÍTAVO, L.C.V.; ROSCOE, R. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansó, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.10, p.1328-1335, 2009.
- STEG, A; HINDLE V.A.; LIU, I.G. By-products of some novel oilseeds for feeding: laboratory evaluation. **Animal Feed Science Technology**. 50:87. 1994.
- STOCK, R.; BRITTON, R.; KLOPFENSTEIN, T. et al. Feeding value of crambe meal. *Nebraska Beef Cattle Rep.* p.51-53, 1993.
- VAN CLEEF, E.H.C.B. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p. 1994.
- WATKINS, C. Crambe - ready to be a commercial success. v.10, p.828-836, 1999.

CAPÍTULO 2

Degradabilidade ruminal e tempo de colonização de coprodutos de crambe

RESUMO: Avaliou-se a composição bromatológica, degradabilidade ruminal e tempo de colonização da torta e do farelo de crambe. Foram utilizados três bovinos mestiços fistulados no rúmen, com peso médio de 526 kg, alimentados com *Brachiaria brizantha* cv Marandu e suplemento contendo torta de crambe. Os alimentos foram moídos em peneira de crivo de 1 mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG). Para as degradabilidades foram feitos dois experimentos; no primeiro a torta e o farelo de crambe foram moídos em peneira de crivo de 5 mm e, no segundo, a torta foi moída em peneiras de crivo de 1, 3 e 5 mm com o intuito de determinar se a granulometria influencia nos parâmetros de degradação, ambos distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado. A torta de crambe teve média degradação ruminal para MS e PB sendo superior ao farelo de crambe (ambos moídos em peneira de crivo de 3 mm). A torta de crambe moída em peneira de crivo de 1 mm apresentou degradabilidade potencial para a PB e FDN. No entanto, para a matéria seca foi observada maior degradabilidade para a peneira de 3 mm.

Palavras-chave: cinética de degradação, fibra em detergente neutro, granulometria, proteína

Degradability and colonization time of coproducts of crambe

Abstract: We evaluated the chemical composition, degradability and colonization time crushed and crambe meal. We used three bovine rumen, with an average weight of 526 kg, fed *Brachiaria brizantha* Marandu and supplement containing crambe crushed. The feed samples were ground through a sieve of 1 mm sieve for determination of dry matter (DM), crude protein (CP), mineral matter (MM) and ether extract (EE), neutral detergent fiber (NDF), fiber acid detergent (ADF) and lignin (LIG). For degradations were performed two experiments; in the first meal and crambe crushed were milled through sieve of sieve size 5 mm and in the second, the crushed was ground into sieves of 1, 3 and 5 mm in order to determine if the particle size influences the degradation parameters, both distributed in a completely randomized design. The crushed had crambe average ruminal DM and CP for being above the crambe meal (both ground into sieve sieve of 3 mm). The crambe crushed ground into sieve 1 mm sieve presented degradability potential for CP and NDF. However, for the dry product was greater degradability sieve of 3 mm.

Keywords: degradation kinetics, neutral detergent fiber, grain, protein

INTRODUÇÃO

No Brasil, grande quantidade de coprodutos da agricultura e da agroindústria tem potencial para uso na alimentação de animais, como os oriundos da cadeia do biodiesel (Van Cleef, 2008), e estes podem ser empregados como fontes de nutrientes para animais por serem prontamente degradados no rúmen (Krishna, 1985). As oleaginosas são utilizadas em dietas para ruminantes pelas altas concentrações de lipídeos, bem como pela composição de ácidos graxos, ricos em ácidos insaturados (ω -3 e ω -6), e por apresentarem lenta liberação do óleo, decorrente da mastigação, proporcionando a chegada de pequenas frações ao ambiente ruminal (Coppock & Wilks, 1991). A utilização das tortas de oleaginosas na alimentação de ruminantes tem despertado o interesse de vários produtores, que em certos casos fornecem este alimento aos animais mesmo sem saber informações básicas sobre limitação de consumo (Neiva Junior et al. 2007).

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) vem sendo muito utilizado para a extração do óleo para a produção de biodiesel. Os óleos vegetais utilizados para a produção de biodiesel podem ser extraídos dos grãos de plantas oleaginosas a partir de dois diferentes processos: com uso de solventes ou por prensagem. O uso de solventes para a extração do óleo produz como resíduo o farelo, e a prensagem produz a torta. Muitos estudos têm sido desenvolvidos para avaliar a utilização desses subprodutos agroindustriais como fontes alternativas para a alimentação animal, principalmente para espécies ruminantes.

Em estudos de degradação de nutrientes a técnica *in situ* vem sendo muito difundida, pela simplicidade e economicidade, o que contribui para a confecção de uma tabela nacional de composição de alimentos em condições tropicais (Goes et al. 2010). Segundo Mehrez e Ørskov (1977), propicia estimativa rápida e simples da degradação dos nutrientes no rúmen, além de permitir o acompanhamento da degradação ao longo do tempo. No Brasil, estudos são realizados com a utilização dessa técnica para avaliar forragens, resíduos agrícolas e produtos industriais (Goes et al. 2004); provavelmente por oferecer a estimativa mais exata da degradação ruminal do que as determinadas em laboratórios.

Os processos digestivos no ruminante sofrem influência do tamanho de partícula do alimento e de seu fluxo pelo rúmen. A redução do tamanho de partícula dos grãos aumenta efetivamente a área de contato superficial tornando as frações mais susceptíveis à digestão (Goes et al. 2011).

Até o presente momento, são limitadas as informações sobre a inclusão da torta ou farelo de crambe, na dieta de bovinos de corte em condições brasileiras. A caracterização destes coprodutos é de extrema importância na avaliação da viabilidade desses novos ingredientes, uma vez que a composição e o uso correto destes coprodutos podem ser decisivos na definição de potenciais usos.

Com base nestas informações, objetivou-se avaliar a composição bromatológica, determinar os padrões cinéticos de degradação ruminal e tempo de colonização da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro da torta e do farelo de crambe.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor Nutrição de Ruminantes e no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Federal da Grande Dourados. Foram utilizados três novilhos castrados, com peso médio de 526 kg providos de cânula ruminal. Os animais foram mantidos em piquetes individuais de 0,25 ha com pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, providos de cochos e bebedouros e recebiam diariamente pela manhã 8 g/kg de peso corporal de suplemento concentrado contendo torta de crambe (Tabela 1). Os coprodutos de crambe avaliados foram a torta e o farelo de crambe, com os quais foram realizados dois ensaios, sendo o primeiro para avaliar a degradabilidade ruminal da torta de crambe em diferentes granulometrias e a segunda para se avaliar a degradabilidade da torta e do farelo de crambe.

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos

Ingredientes	C00	C2,5	C5	C10	C15
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	37,64	37,47	37,29	36,94	36,59
Uréia	0,35	0,52	0,70	1,05	1,40
Mineral	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5

¹Níveis de garantia (Kg/produto): Cálcio: 120,00 g, Fósforo: 88,00 g, Iodo: 75,00 mg, Manganês: 1300,00 mg, Sódio: 126,00 g, Selênio: 15,00 mg, Enxofre: 12,00 mg, Zinco: 3630,00 mg, Cobalto: 55,50 mg, Cobre: 1530,00 mg e Ferro: 1800,00 mg.

Os alimentos foram moídos em peneira de crivo de 1 mm para determinação dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), matéria mineral (MM) e extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina (LIG), que foram determinadas segundo metodologias descritas por Silva e Queiroz

(2002). As FDN e FDA foram determinadas com o uso de saquinhos TNT -100 g m⁻² por meio do determinador de fibra (TE-149 – Tecnal®).

Para o primeiro ensaio as tortas de crambe foram moídas em peneiras de crivo de 1, 3 e 5 mm, e para o segundo ensaio foi utilizada a peneira de crivo de 3 mm.

Para a determinação da degradabilidade os alimentos foram secos a 65°C, por 24 horas e pesados em quantidades aproximadas de 0,5 g. Após pesagem os alimentos foram acondicionados em saquinhos de tecido não-tecido (TNT), com gramatura de 100 g/m² e tamanho de 5,0 x 5,0 cm, conforme recomendação de Casali et al. (2008), respeitando a relação 20 mg/cm². Os saquinhos foram fechados e secos a 65°C por 24 horas, pesados e colocados em sacolas de filó, medindo, 15x30 cm, com um pequeno peso de chumbo de 100g. A sacola foi amarrada a uma 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 contendo o farelo de crambe foram introduzidas diretamente no rúmen, em ordem decrescente de 48, 24, 12, 6, 3 e 0 h., em triplicatas por animal/tempo de incubação, conforme NRC (2001). Já as sacolas contendo torta de crambe (peneiras de 1, 3 e 5 mm) foram introduzidas no rúmen em ordem decrescente de 48, 36, 24, 12, 8, 4, 2, e 0 h. No tempo de 0h, os saquinhos contendo os alimentos foram pré-incubados num recipiente com água. Os sacos de náilon foram retirados do rúmen todos ao mesmo tempo e lavados em água corrente. Os resíduos remanescentes das incubações foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 48h e armazenados para serem analisados, a fim de se determinar as variáveis em estudo.

Os dados sobre desaparecimento da matéria seca e proteína bruta foram calculados baseando-se na diferença entre o peso incubado e os resíduos após a incubação. O desaparecimento da fibra em detergente neutro foi determinado a partir da análise de FDN dos resíduos incubados.

Para a estimativa dos parâmetros cinéticos da MS, PB e FDN foram utilizados o modelo assintótico de primeira ordem:

$$DP = a + b(1 - e^{-ct})$$

Onde:

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 não degradável seria calculada segundo (Orskov & McDonald, 1979):

$$I = (100 - (a+b))$$

Para se estimar a 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, 5 e 8,0% por hora (h), que pode ser atribuído ao nível de consumo alimentar baixo, médio e alto. Após os dados serem ajustados ao modelo e utilizando-se o valor desaparecimento obtido no tempo zero (“a”), foi estimado o tempo de colonização (TC) para a MS, PB e FDN segundo adequação proposta por Patiño et al. (2001), onde os parâmetros a, b, e c foram estimados pelo algoritmo de Gaus Newton.

$$TC = [-\ln(a'-a-b)/c]$$

As curvas de degradação da matéria seca e proteína bruta dos alimentos avaliados, para cada animal utilizado, foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos utilizando-se o procedimento “Regressão Não Linear” do Software SAEG 9.1, o que permitiu a obtenção dos parâmetros analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A torta e o farelo de crambe apresentaram teores de PB de 26,19% e 35,0% (Tabela 2). Para a torta, Souza (2011) observou 31,79% de PB. Já Goes et al. (2010) encontraram valor de PB de 52,8%, superior ao observado neste trabalho. Em relação ao extrato etéreo (EE), a torta de crambe apresentou 18,27%. Souza et al. (2009), obtiveram valores de 15,88% e Brás (2011) encontrou teor de 29,60% na matéria seca.

A forma de extração do óleo do grão de crambe influencia na composição bromatológica do resíduo. O farelo é obtido a partir da extração do óleo por solvente químico, o qual extrai maior quantidade de óleo restando pequena quantidade desse ingrediente no resíduo. Foi observado para o farelo de crambe 4,1% de EE, bastante inferior ao teor de EE da torta, que é o resíduo da extração do óleo a partir da prensagem a frio dos grãos.

Tabela 2. Composição bromatológica do farelo e da torta de crambe.

Alimentos	MS	PB	EE	FDN	FDA	MM	LIG
Torta de crambe	94,30	26,19	18,27	30,23	19,44	4,78	8,40
Farelo de crambe	89,90	35,00	4,10	35,00	24,20	6,81	11,30

Para a matéria seca, tanto o farelo quanto a torta apresentaram baixa degradabilidade efetiva a 5%/h, (Tabela 3). Goes et al. (2010) avaliando a torta de crambe, observaram 60,43% de degradabilidade efetiva a 5%/h, valor superior ao encontrado neste trabalho. Da mesma forma ocorreu com Souza (2011), que encontrou para o farelo de crambe 50,67% de degradabilidade efetiva a 5%/h. A baixa degradabilidade pode estar associada com os baixos valores apresentados pela fração potencialmente degradável (b), semelhante ao encontrado por Brás (2011), o que acarretou em elevados valores para a fração indegradável, e baixa taxa de degradação; porém a torta de Crambe apresentou maior fração solúvel para a matéria seca, valor este semelhante ao apresentado por Goes et al. (2010).

A diferença entre as cinéticas de degradação entre os coproduto pode estar relacionada com o processo de prensagem que o grão é submetido. Segundo Beran et al. (2005), a prensagem do grão causa compactação, que após a moagem pode causar partículas menores, que facilita a solubilização. Já Bras, (2011), ressalta que a degradabilidade apresentada pelos coprodutos de crambe pode estar associada ao ambiente ruminal não ser propício a ação microbiana, provocando alterações decorrentes de fatores antinutricionais, como o ácido erúxico.

Tabela 3. Parâmetros cinéticos da degradação *in situ*, para a matéria seca e proteína bruta da torta e do farelo de crambe.

	Parâmetros*				Degradabilidade Efetiva(%/h)			
	a (%)	b (%)	c(%/h)	I (%)	2	5	8	r ²
Matéria Seca								
Torta	26,20	23,17	0,07	50,63	43,96	39,35	36,64	91,49
Farelo	18,94	31,39	0,11	49,67	29,17	38,26	34,95	99,14
Proteína Bruta								
Torta	34,33	28,67	0,19	16,63	59,15	55,42	52,88	74,27
Farelo	20,68	43,24	0,10	36,08	37,44	48,80	44,05	94,44

*a=fração solúvel; b=fração potencialmente degradável; c=taxa de degradação da fração b, I=fração indigestível.

As sugestões de que o elevado teor de óleo de um alimento incubado pode obstruir os poros dos sacos de náilon e diminuir a degradação, não foram confirmadas neste estudo, visto que todos os coprodutos apresentaram o mesmo comportamento de degradação para degradabilidade potencial para a matéria seca (Figura 1).

A diferença entre os valores para fração “a” dos alimentos pode estar relacionada com a capacidade de hidratação da fonte. Alterando a solubilidade em decorrência da hidratação; estando associada a valores mais elevados de solubilidade e conseqüentemente a redução da fração potencialmente degradável (fração b). Segundo Queiroz et al. (2010) além da capacidade de retenção de água, os parâmetros físicos são determinantes para a determinação de degradabilidade ruminal, entre eles o teor de fibra dos alimentos. Alimentos com baixa densidade apresentam bolsas de ar entre a matriz da parede celular, as quais podem reter água livre no ambiente ruminal (Seoane et al. 1981).

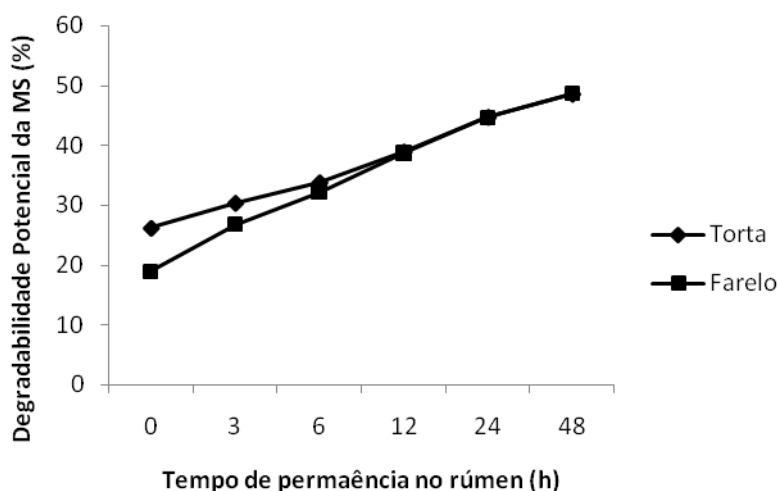


Figura 1. Degradabilidade potencial da matéria seca da torta e farelo de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.

Para a PB a torta de crambe apresentou o mesmo comportamento, com maior fração solúvel (Tabela 3), porém com maior taxa de degradação, o que acarretou maior degradabilidade efetiva. Carlson et al. (1996) evidenciaram que a casca e o grão possuem baixa degradação (44,5 e 57,3%), e que a degradabilidade do farelo de crambe descascado seria similar ao do farelo de soja; neste trabalho o farelo de soja apresentou elevados teores de fibra, o que pode ter interferido na sua degradabilidade.

Liu et al. (1994) avaliaram a torta de crambe parcialmente descascada e encontraram baixa degradação ruminal e que estes valores estariam associados aos

elevados teores de EE, neste trabalho mesmo apresentando maiores valores de EE a torta apresentou comportamento semelhante ao farelo, o que indicaria que os teores de óleo não interferiram na degradabilidade da PB (Figura 2).

A torta de crambe apresentou maior fração solúvel em comparação ao farelo, 34,33% e 20,68% respectivamente, sendo a primeira acometida com os maiores valores de degradabilidade efetiva a 5%/h e menor fração indigestível (55,42% e 16,63%). Os maiores valores de fração indegradável estão associados aos valores de fibra apresentado pelo farelo (Tabela 2). Brás (2011) observou degradabilidade efetiva a 5%/h de 80,25% para a proteína bruta da torta de crambe, valor superior ao observado neste trabalho. Para a degradabilidade potencial da proteína bruta, a torta de crambe também foi acometida dos maiores valores (Figura 2).

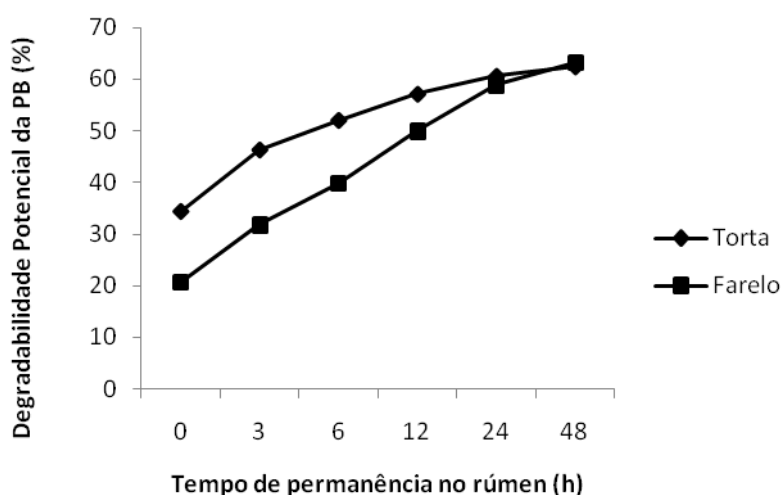


Figura 2. Degradabilidade potencial da proteína bruta da torta e farelo de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.

Em relação ao tempo de colonização, que é o tempo necessário para os microrganismos aderirem à partícula alimentar e iniciarem os processos digestivos foram observados para a matéria seca valores próximos para a torta e para o farelo de crambe (5,88 e 5,86 h) (Tabela 4). No entanto, para a proteína bruta o tempo de colonização para a torta de crambe foi menor quando comparado ao farelo (5,27 e 6,07), o que pode explicar os maiores valores para a taxa e degradação e com isso maior valor de degradabilidade. A capacidade de retenção de água tem forte impacto na colonização pelos microrganismos (Bennink et al. 1978), o que pode explicar os valores obtidos pela torta de crambe. Queiroz et al. (2010), avaliando as características físico químicas de diferentes fontes protéicas concluíram que os menores teores de FDN dos alimentos está

associado com a maior capacidade de retenção de água e maior densidade e consequente maior degradação ruminal.

O baixo tempo de colonização para a proteína bruta juntamente com a maior fração solúvel e degradabilidade efetiva da torta de crambe, mostra que esse alimento pode ser utilizado na alimentação animal com uma fonte de proteína para os microrganismos ruminais, por ser prontamente degradado no rúmen em um curto espaço de tempo.

Tabela 4. Tempo de colonização (h) para matéria seca (MS) e proteína bruta (PB) e do farelo e torta de crambe.

Alimentos	Tempo de colonização (h)	
	MS	PB
Torta	5,88	5,27
Farelo	5,86	6,07

Para a torta de Crambe avaliada em diferentes granulometrias, os parâmetros cinéticos de degradação *in situ*, foram semelhantes apresentando médias degradabilidades para MS e PB e baixa degradabilidade para a FDN (Tabela 5).

Para a matéria seca, foi observada maior fração solúvel, maior degradabilidade efetiva a 5%/h e maior taxa de degradação “c”, consequentemente, menor fração indigestível quando a torta de crambe foi moída em peneira de 3 mm (28,16%, 43,21% e 44,82%, respectivamente). No entanto, houve pouca variação desses três parâmetros entre as três peneiras (1 mm, 3 mm e 5 mm). Apresentando uma degradabilidade potencial (Figura 1) semelhante.

A maior fração potencialmente degradável em função do tempo de permanência no rúmen também foi observada para a torta de crambe moída em peneira de 3 mm (Figura 3).

Os processos digestivos no ruminante sofrem influência do tamanho de partícula do alimento e de seu fluxo pelo rúmen. A redução do tamanho de partícula dos grãos aumenta efetivamente a área de contato superficial tornando as frações mais susceptíveis à digestão (Pereira et al. 2009). Apesar de ter-se triturado os alimentos avaliados com o intuito de aumentar a área de contato todos os alimentos apresentaram média degradação com tempos de colonização semelhante.

Neste trabalho a torta de crambe moída com crivo de 3 mm, apresentou as maiores taxa de degradação para a MS, PB e FDN; maior fração potencialmente degradável para a MS e FDN. Para a PB a moagem de 5 mm apresentou a maior fração

solúvel, o que não acarretou em maior degradabilidade efetiva, que foi de 56,24 para a moagem de 1 mm, semelhante a moagem de 3 mm.

Conforme já citado as características físico químicas interferem na degradabilidade dos alimentos, onde os menores teores de FDN são associados com maior capacidade de retenção de água. A capacidade de retenção de água tem forte impacto na colonização pelos microrganismos (Bennink et al. 1978) e pode influenciar o efeito de enchimento, alterando a taxa de passagem, o que pode ser visto na Tabela 6, onde o tempo de colonização para a PB da torta de crambe a 3 mm foi menor.

Tabela 5. Parâmetros cinéticos da degradação *in situ*, para a matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (FDN) da torta de crambe em diferentes granulometrias.

Matéria Seca	Parâmetros*				Degradabilidade Efetiva			
	a (%)	b (%)	c(%/h)	I (%)	2	5	8	r ²
1 mm	27,86	22,24	0,08	49,90	45,31	41,16	38,65	88,75
3 mm	28,16	27,01	0,17	44,82	47,83	43,21	40,80	97,04
5 mm	26,20	23,37	0,07	50,42	44,11	39,46	36,73	91,49
Proteína Bruta	a (%)	b (%)	c(%/h)	I (%)	2	5	8	r ²
1 mm	25,64	36,89	0,25	37,47	59,71	56,24	53,43	90,90
3 mm	31,55	28,56	0,31	39,89	58,36	56,11	54,21	88,28
5 mm	34,33	28,67	0,19	37,00	59,15	55,42	52,88	74,27
FDN	a (%)	b (%)	c(%/h)	I (%)	2	5	8	r ²
1 mm	5,71	14,13	0,70	80,16	19,41	18,82	18,28	92,42
3 mm	9,31	23,35	0,32	67,34	19,09	17,63	16,92	76,36
5 mm	6,08	13,42	0,19	80,49	17,69	15,90	14,70	82,29

*a=fração solúvel; b=fração potencialmente degradável; c=taxa de degradação da fração b, I=fração indigestível.

Inúmeras alternativas são avaliadas com o propósito de diminuir a degradabilidade da proteína no rúmen e, com isso, permitir melhor disponibilidade de aminoácidos para a digestão intestinal (Santos et al. 2004). Segundo Carlson et al. (1996), o crambe é uma excelente fonte de cisteína, metionina, lisina e treonina, com isso a manipulação do perfil aminoacídico no duodeno, podem ser interessante pois fontes protéicas de baixa degradabilidade possibilitam a manipulação deste perfil; entretanto isso pode reduzir o aporte de nitrogênio para a síntese microbiana.

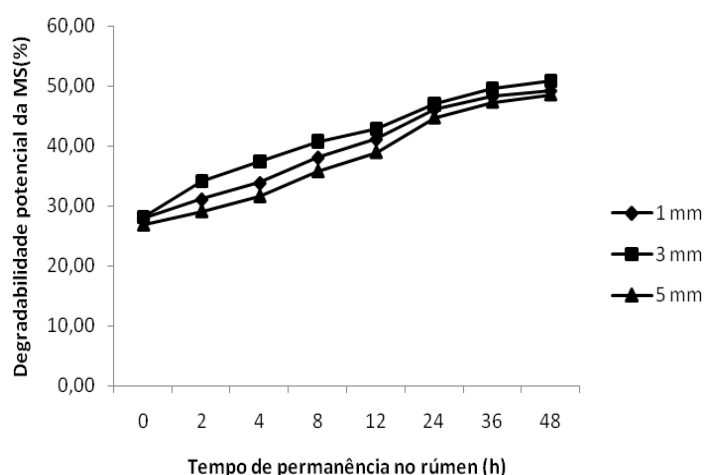


Figura 3. Degradabilidade potencial da matéria seca da torta de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.

O menor tempo de colonização foi observado quanto a torta foi moída em peneira de 1 mm para a FDN, e para a peneira de 3 mm, para a PB. No entanto as diferenças entre as peneiras não foram acentuadas.

Tabela 6. Tempo de colonização (h) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) da torta de crambe em diferentes granulometrias.

Peneiras	Tempo de colonização (h)		
	MS	PB	FDN
1 mm	5,70	5,01	3,05
3 mm	5,77	4,52	5,67
5 mm	5,88	5,24	4,56

A cinética de degradação da proteína bruta não corresponde à cinética da matéria seca. Foi observada fração solúvel para a torta moída em peneira de 5 mm de 34,33%, no entanto este valor não corresponde à uma maior degradabilidade efetiva a 5%/h que foi igual a 55,42%, sendo este valor inferior às peneiras de 1 e 3mm. O que se observa é que a granulometria não influencia na degradabilidade da proteína bruta, sendo a fração solúvel desse nutriente elevado em todas as peneiras utilizadas. O baixo tempo de colonização e a curva de degradabilidade potencial para a PB semelhante entre as peneiras cooperam com essa conclusão. Em relação ao tempo de incubação, observa-se um aumento na degradabilidade até 24h de permanência no rúmen. Após esse tempo, a degradabilidade potencial da PB se torna estável (Figura 4).

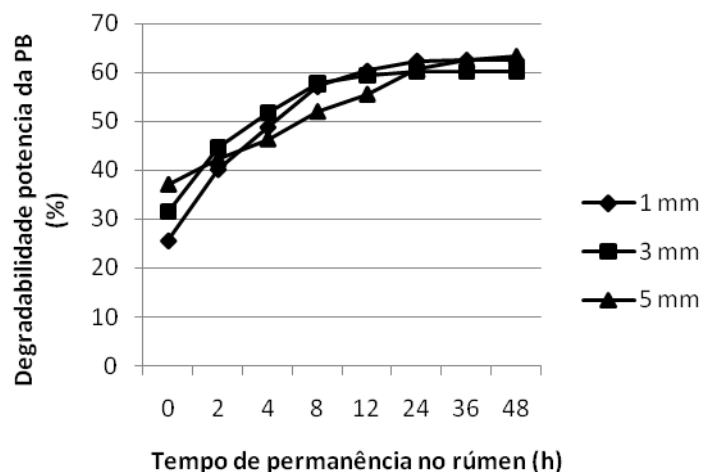


Figura 4. Degradabilidade potencial da proteína bruta da torta de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.

Para a fibra em detergente neutro, foi observada maior degradabilidade efetiva a 5%/h (18,82%) para a torta moída em peneira de 1 mm, juntamente com o menor tempo de colonização (3,05h), o que proporcionou uma maior degradabilidade potencial, quando comparada às outras peneiras (Tabela 4, Tabela 5 e Figura 5).

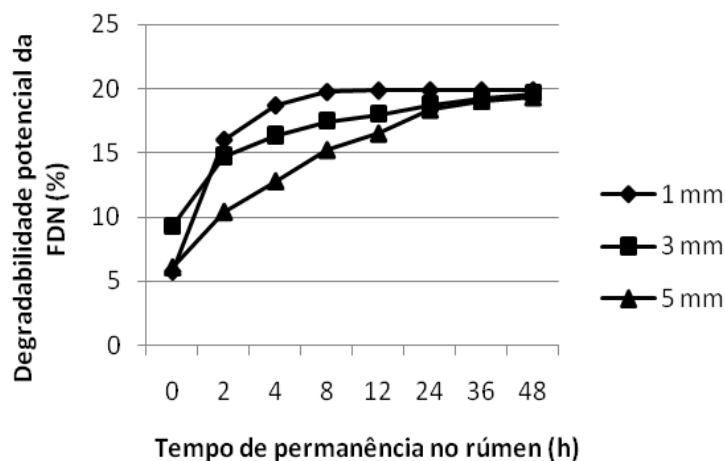


Figura 5. Degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro da torta de crambe, em função do tempo de permanência no rúmen.

A menor degradabilidade efetiva e potencial da fibra em detergente neutro foi observada quando a torta de crambe foi moída em peneira de 1 e 3 mm, ficando evidente que o tamanho de partícula influencia na degradabilidade da FDN da torta de crambe.

A curva de degradabilidade potencial da FDN para a peneira 1 mm, é crescente até oito horas de permanência no rúmen, havendo após esse tempo, uma estabilização

da degradação. Já para as peneiras de 3 e 5 mm a curva é ascendente até trinta e seis horas, estabilizando em quarenta e oito horas de incubação.

Horários de incubação menores que o tempo de colonização fazem com que a curva de degradação acentue sua curvatura alterando a assíntota (potencial de degradabilidade), tendo como consequência a diminuição na taxa de degradação (Dhanao, 1988), o que pode explicar os valores de degradação dos alimentos avaliados.

CONCLUSÕES

A torta de crambe apresentou melhor degradação ruminal para MS e PB que o farelo de crambe. A torta de crambe moída em peneira de crivo de 1 e 3 mm apresentou as maiores degradabilidades para PB e FDN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BENNINK, M.R.; TYLER, T.R.; WARD, G.M. et al. Ionic milieu of bovine and ovine rumen as affected by diet. **Journal of Dairy Science**, v.61, p.315-323, 1978.
- BERAN, F.H.B. SILVA, L. D. F. ; RIBEIRO, E. L. A.; CASTRO, V. S.; CORREIA, R.A.; KAGUEYAMA, E. O.; ROCHA, M. A. Degradabilidade ruminal *in situ* da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta de alguns suplementos concentrados usados na alimentação de bovinos. **Semina: Ciências agrárias**, Londrina: vol. 26, n. 3, p. 405-418. 2005.
- BRÁS, P. **Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. 2011. 91 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa-SP.
- CARLSON, K. D.; GARDNER, J. C.; ANDERSON, V. L.; HANZEL, J. J. Crambe: new crop success. In: JANICK, J. (Ed.). **Progress in new crops**. Alexandria: ASHS Press, p.306-322. 1996.
- 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.
- COPPOCK, C. E.; WILKS, D. L. Supplemental fat in high energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and composition. **Journal of Animal Science**, v. 69, n. 9, p. 3826- 3837, 1991.
- DHANOVA, M. S. On the analysis of dracon bag data for low degradability feed. **Grass and Forage Science**, v. 43, n. 5, p. 441-444, 1988.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.1, p.167-173. 2004.
- GOES, R.H.T.B.; SOUZA, K.A.; PATUSSI, R.A.; et al. 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.
- GOES, R.H.T.B; SOUZA, K.A; NOGUEIRA, K.A.G; Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, e tempo de colonização microbiana de oleaginosas, utilizadas na alimentação de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Maringá, v.33, n.4, p.373-378, 2011.
- 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, n.2, p.63-93. 1995.
- KRISHNA, G. Nylon bag dry matter digestibility in agro-industrial by products and wastes of the topics. **Agricultural Wastes**, v.13, p.155-158, 1985.
- LIU, Y.G.; STEG, A.; Hindle, V.A. Rumen degradation and intestinal digestion of crambe and other oilseed by-products in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.45,(3-4), p.397-409. 1994.
- MEHREZ, A.Z., ORSKOV, E.R. A study of the artificial fibre bag technique for determining the digestibility of feeds in the rumen. **Journal Agriculture Science, Cambridge**. v.88, n.3, p.645-650. 1977.

- NEIVA JÚNIOR, A.P.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; PARDO, R.M.P.; et al. Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ABIPTI, 2007.
- NOCEK, J.E. *In situ* and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, 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, n.1, p.499-508, 1979.
- PATIÑO, H.O.; LANGWINSKI, D.; SILVEIRA, A.L.F.; et al. Avaliação de métodos de ajuste da curva de degradação ruminal da FDN de forragens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2001. p.970.
- PEREIRA, E.S.; MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A. et al. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e comportamento ingestivo de bovinos da raça Holandesa alimentados com dietas contendo feno de capim-tifton 85 com diversos tamanhos de partícula. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.190-195, 2009.
- QUEIROZ, M.A.A.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; 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, n.7, p.1587-1594, 2010.
- SANTOS, G. T.; DAMASCENO, J. C.; JOBIM, C. C.; GONÇALVES, G. D.; NETO, M. C.; PORTO, P. P.; RIBEIRO, C. R. Efeito dos tratamentos com autoclave e/ou ácido tânico na degradabilidade *in situ* e na degradabilidade *in vitro* de grãos de canola. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.26, n.4, p.507-512. 2004.
- SEOANE, J.R.; COTE, M.; GERVAIS, P. Prediction on the nutritive value of alfalfa (Saranc), bromegrass (Saratoba) and timothy (Champ, Climax, Bounty) fed as hay to growing sheep. **Canadian Journal of Animal Science**, v.61, p.403-413, 1981.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002.
- SOUZA, A.D.V. **Farelo de Crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) em Substituição ao Farelo de Soja na Dieta de Ruminantes**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Católica Dom Bosco, UCBD/Campo Grande/MS, 2011.159p.
- SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S.P.; ÍTAVO, L.C.V.; et al. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-mansão, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.10, p.1328-1335, 2009.
- VAN CLEEF, E.H.C.B. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

CAPÍTULO 3

Composição bromatológica, degradabilidade ruminal e tempo de colonização dos suplementos com níveis crescentes de torta de crambe

Resumo: Foram avaliados a composição bromatológica, digestibilidade *in vitro*, degradabilidade *in situ* e tempo de colonização de concentrados com diferentes níveis de inclusão de torta de crambe em substituição ao farelo de soja nas proporções de 0; 2,5; 5; 10 e 15%. Nas análises bromatológicas realizou-se um delineamento inteiramente casualizado com três repetições por tratamento e, para o ensaio de degradabilidade utilizou-se um delineamento em blocos casualizados. Os teores de proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), nutrientes digestíveis totais (NDT), extrativo não-nitrogenado (ENN), carboidratos totais (CHOT), matéria mineral (MM) e digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS) não foram influenciados pela inclusão de torta de crambe no suplemento. Porém, diferenças significativas ($p < 0,05$) foram observadas nos teores de fibra em detergente neutro e ácido (FDN e FDA), lignina (LIG), hemicelulose (HCEL) e carboidratos não fibrosos (CNF). A inclusão da torta alterou a FDN e FDA, o que influenciaria no teor de NDT do concentrado, porém neste trabalho a alteração dos componentes da parede celular não resultou na redução da DIVMS. A substituição em até 15% do farelo de soja pela torta de crambe altera a composição bromatológica, mas não influencia na digestibilidade *in vitro* da matéria seca. A torta de crambe não alterou a degradabilidade ruminal da matéria seca, no entanto ela aumentou as degradabilidades, efetiva e potencial da proteína bruta e fibra em detergente neutro.

Palavras-chave: bovinos, composição química, *Crambe abyssinica* Hochst, qualidade, suplementação

Chemical composition and *in vitro* ruminal digestibility of concentrates with increasing levels of crambe crushed

Abstract: We evaluated the chemical composition, *in vitro* digestibility, degradability and colonization time of concentrates with different inclusion levels of crambe crushed to replace soybean meal in the proportions of 0, 2.5, 5, 10 and 15%. The chemical analyzes carried out a randomized block with three replicates per treatment and for the degradability trial used a 5x5 latin square design (treatments x replicates). The crude protein (CP), ether extract (EE), total digestible nutrients (TDN), non-extractive nitrogen (ENN), total carbohydrates (TCHO), mineral matter (MM) and *in vitro* digestibility of dry matter (DM) were not affected by the inclusion of crambe crushed in the supplement. However, significant differences ($p < 0.05$) were observed in the levels of neutral detergent fiber and acid (NDF and ADF), lignin (LIG), hemicellulose (HCEL) and non-fiber carbohydrates (NFC). The inclusion crushed changed the NDF and ADF, which would influence the TDN content of the concentrate, but in this work the modification of cell wall components did not result in the reduction of IVDMD. Replacing up to 15% of soybean meal with crambe crushed alters the chemical composition, but does not influence the *in vitro* digestibility of dry matter. The crambe crushed did not alter ruminal degradability of dry matter, however it increased the degradability, effective and potential crude protein and neutral detergent fiber.

Keywords: cattle, chemical composition, *Crambe abyssinica* Hochst, quality, supplementation

INTRODUÇÃO

A qualidade dos alimentos fornecidos aos animais está associada à produtividade do rebanho bovino brasileiro que apresenta baixos índices anualmente, principalmente ligados à deficiência nutricional. No Brasil, grande quantidade de coprodutos da agricultura e da agroindústria, como os oriundos da cadeia do biodiesel (tortas e farelos) podem ser empregados como fontes de nutrientes para animais (Van Cleef, 2008). O beneficiamento de produtos agroindustriais produz coprodutos que contribuem com até 2,9 trilhões de Mcal de energia metabolizável (EM) e se processados 0,6 trilhões de Mcal de Energia Metabolizável.

A torta de crambe, coproduto advindo da prensagem a frio dos grãos para extração do óleo para a produção de biodiesel, vem sendo utilizada como um ingrediente alternativo nas formulações de suplementos concentrados, como fonte de proteína e energia, apresentando teores de proteína bruta (PB) variando de 275 a 317,3 g/kg, FDN de 258 a 330,8 g/kg e EE de 158,8 a 249 g/kg (Mendonça, 2012; Mizubuti et al. 2011; Souza et al. 2009). Segundo Goes et al. (2010) a matéria seca da torta de crambe apresenta média degradabilidade ruminal efetiva com valores de 60,43%; porém Brás (2011) encontrou valores de 61,28% para a Digestibilidade *in vitro* da Matéria seca (DIVMS). Carlson et al. (1996), avaliando o farelo de soja encontraram digestibilidade ruminal da matéria orgânica semelhante ao farelo de soja, em torno de 95%. O óleo extraído das sementes do crambe apresenta alto teor de ácidos graxos insaturados e se distingue de outros óleos pelo alto teor de ácido erúico (C_{22:2}) (50-60%), possuindo também considerável concentração de ácidos graxos: Oléico (C_{18:1}) de 16%, Linoléico (C_{18:2}) de 9,0% e Linolênico (C_{18:3}) de 5,0% (Watkins, 1999).

A inclusão de óleo na dieta de ruminantes pode ser atribuída a um fator benéfico para os animais, auxiliando na mitigação do metano entérico (Abdalla et al. 2008). A utilização de fontes lipídicas na alimentação animal eleva a densidade energética das dietas possibilitando a diminuição da quantidade de concentrado fornecida, evitando distúrbios metabólicos digestivos, causados por dietas ricas em carboidratos prontamente fermentescíveis (Yamamoto et al. 2005). Quando gordura é suplementada à dieta de ruminantes em níveis superiores a 5% da matéria seca, observa-se geralmente redução na digestibilidade da parede celular de forragens e queda no consumo de volumoso (Palmquist & Mattos, 2006).

A técnica *in situ* vem sendo muito difundida, pela simplicidade e economicidade, proporcionando uma estimativa rápida e simples da degradação dos

nutrientes no rúmen, além de permitir o acompanhamento da degradação ao longo do tempo. No Brasil, estudos são realizados com a utilização dessa técnica para avaliar forragens, resíduos agrícolas e produtos industriais (Goes et al. 2004); provavelmente por oferecer a estimativa mais exata da degradação ruminal do que as determinadas em laboratórios.

Com base nestas informações, objetivou-se com teste trabalho avaliar a inclusão da torta de crambe em substituição ao farelo de soja na composição bromatológica, 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. Foram estudados cinco tipos de concentrados, os quais corresponderam aos tratamentos avaliados. Os níveis de inclusão da torta de crambe nos concentrados foram de 0; 2,5; 5,0; 10 e 15% (Tabela 1). A torta de crambe foi obtida por prensagem a frio, e processada em peneiras de 3 mm antes de ocorrer a mistura.

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos

Ingredientes	C00	C2,5	C5	C10	C15
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 Integral	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho	37,64	37,47	37,29	36,94	36,59
Uréia	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
Mistura Mineral ¹	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

¹Níveis de garantia (Kg/produto): Cálcio: 120,00 g, Fósforo: 88,00 g, Iodo: 75,00 mg, Manganês: 1300,00 mg, Sódio: 126,00 g, Selênio: 15,00 mg, Enxofre: 12,00 mg, Zinco: 3630,00 mg, Cobalto: 55,50 mg, Cobre: 1530,00 mg e Ferro: 1800,00 mg.

Após a obtenção da mistura foram coletadas três amostras de cada concentrado de forma homogênea, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos previamente identificados, sendo armazenados em congelador a -20°C. Posteriormente, elas foram

analisadas para a determinação tanto da composição bromatológica quanto da degradabilidade ruminal.

Os alimentos foram moídos em peneira de crivo de 1 mm para determinação dos teores de 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), e ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), e lignina (LIG), foram determinadas pela metodologia de Van Soest et al. (1991), de forma sequencial utilizando-se 25 ml de amilase termoestável a 1% adicionada no início da fervura, através do uso do equipamento da Tecnal[®] (TE-149), com modificação do material do saquinho utilizado (5,0 x 5,0 cm) confeccionado com tecido não tecido (*TNT* -100 g/m²). Para a 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 (KMnO₄). A composição química dos ingredientes da dieta é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados (% MS).

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

A digestibilidade *in vitro* da matéria seca foi determinada pela metodologia descrita por Tilley & Terry (1963), em duas etapas de 48 horas, através do uso do incubador *in vitro*, da Tecnal[®] (TE-150), com modificação do material do saquinho utilizado (5,0 x 5,0 cm), confeccionado com *TNT* -100 g/m² (Casali et al. 2008). Foram utilizadas 0,5 gramas de amostras dos concentrados e de alimentos, previamente secas e moídas em moinho com peneira contendo crivos 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, castrados, providos de cânula ruminal de aproximadamente 526 kg de peso, mantidos em piquetes individuais de *B. Brizantha* cv Marandu, com bebedouros e suplementados com os concentrados descritos na Tabela 1. Durante o período de quatorze dias procedeu-se à adaptação do animal aos suplementos, ao local e ao tratador. A colheita do conteúdo ruminal foi realizada no período da manhã, no 15º dia

do início da adaptação, antes da primeira refeição. O material colhido foi acondicionado em garrafas térmicas previamente aquecidas a 39°C. Após a retirada da quantidade necessária, injetou-se gás CO₂, 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 teores de NDT foram estimados segundo equações propostas por Capelle et al. (2001), baseado na digestibilidade da matéria seca, conforme modelo: %NDT = 9,6134+0,829DMS ($r^2=0,82$). Os carboidratos não estruturais (CNE): %CNE=%CT-%FDN_{cp}, e os carboidratos totais (CHOT): %CHOT = 100-(%PB+%EE+%MM), foram estimados conforme descrito por Sniffen et al. (1992).

As variáveis avaliadas foram distribuídas em delineamento inteiramente ao acaso com cinco tratamentos e três repetições; e os dados avaliados por análise de regressão pelo pacote estatístico *Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG*.

Para a degradabilidade *in situ* foram utilizados cinco novilhos castrados, mestiços com peso médio de 526 kg providos de cânula ruminal, mantidos em piquetes individuais de *B. Brizantha* cv Marandu, com bebedouros e suplementados com os concentrados descritos na Tabela 1. Os animais recebiam diariamente pela manhã 8 g/kg de peso corporal de suplemento concentrado, com 18% de PB balanceado de acordo com o NRC (2000).

Para a determinação da degradabilidade *in situ* os 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/m²) de tamanho de 5,0 x 5,0 cm respeitando a relação 20 mg/cm² (Casali et al. 2008). Os saquinhos foram fechados e secos a 65°C por 24 horas, pesados e colocados em sacolas de filó, medindo, 15x30 cm, com um pequeno peso de chumbo de 100g. A sacola foi amarrada a uma linha de náilon de aproximadamente 0,5 m de comprimento livre. Todas as amostras foram preparadas segundo as recomendações propostas por Huntington & Givens, (1995) e Nocek, (1988).

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

tempo e lavados em água corrente. Os resíduos remanescentes das incubações foram secos em estufa de ventilação forçada a 65°C, por 48h e armazenados para serem analisados, a fim de se determinar as variáveis em estudo.

Os dados sobre desaparecimento da matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e FDN foram calculados baseando-se na diferença entre o peso incubado e os resíduos após a incubação.

Para a estimativa dos parâmetros cinéticos da MS, PB e FDN foram utilizados o modelo assintótico de primeira ordem, proposto por Orskov e McDonald, (1979):

$$DP = a + b(1 - e^{-ct})$$

Onde:

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:

$$I = (100 - (a+b))$$

Para se estimar a 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, 5 e 8,0% por hora (h), que pode ser atribuído ao nível de consumo alimentar baixo, médio e alto. Após os dados serem ajustados ao modelo e utilizando-se o valor desaparecimento obtido no tempo zero (“a”), foi estimado o tempo de colonização (TC) para a MS, PB e FDN segundo adequação proposta por Patiño et al., (2001), onde 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 alimentos avaliados, para cada animal utilizado, foram submetidas ao ajuste pelos respectivos modelos utilizando-se o procedimento “Regressão Não Linear” do Software SAEG (*Sistema de Análises*

Estatísticas e Genéticas, versão 9.1), o que permitiu a obtenção dos parâmetros analisados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de MS, PB, EE, FDA; NDT, ENN, CHOT, MM não foram influenciados pela inclusão de torta de crambe no suplemento (Tabela 3). Porém, diferenças significativas foram observadas nos teores de FDN, LIG e HCEL. Os teores de FDN dos concentrados apresentaram redução linear de 24,66%, possivelmente decorrente da substituição do farelo de soja, que neste trabalho apresentava a fração de parede celular maior que a torta de crambe (Tabela 2). A redução dos teores de FDN poderia ocasionar alteração nos teores de NDT e CHOT, o que não ocorreu possivelmente decorrente da redução dos teores de FDA. Ahmad et al. (2004), destacaram que as tortas de oleaginosas por apresentaram maior valor de FDN, podem restringir sua mistura em rações, por acarretar redução no desempenho.

Os teores de hemicelulose apresentaram o mesmo comportamento que a FDN; o que era de se esperar, pois a hemicelulose constitui a maior parte da parede celular. Com a inclusão da torta de crambe nos suplementos, ocorreu aumento dos carboidratos não fibrosos, no entanto este aumento não influenciou a porcentagem de NDT (em média 821,1 g/kg), possivelmente em função da digestibilidade *in vitro* apresentada pela torta de crambe.

Era de se esperar que o aumento dos teores de FDN reduzisse os teores de NDT, o que correlacionaria com a possibilidade de o valor de FDN indicar, com boa precisão, o nível energético de um alimento/dieta em modelos estáticos de predição de consumo (Detmann et al. 2003). Para Valadares et al. (1997), há correlação entre NDT e digestibilidade da matéria orgânica, o que pode inferir nos dados apresentados na Tabela 3; porém as características da FDN variam entre fontes de fibra, o que facilita a distinção entre os componentes alimentares de lenta degradação daqueles solúveis e de rápida degradação (Detmann et al. 2003).

Tabela 3. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), hemicelulose (HCEL), lignina (LIG), carboidratos não estruturais (CNE), nutrientes digestíveis totais (NDT), Extrativo não-nitrogenado (ENN) e matéria mineral (MM) dos concentrados, expressos em g/kg.

	Concentrados [#]					Média	CV(%)	EPM	P<F
	C00	C2,5	C5	C10	C15				
MS	926,9	918,5	936,7	923,6	922,0	925,5	1,48	0,30	*****
PB	153,4	148,6	155,0	145,7	140,0	148,2	12,39	0,35	0,2333
EE	96,0	96,3	99,1	99,8	114,3	101,1	20,37	0,38	0,1345
FDN	518,7	369,4	421,0	363,9	390,8	412,5	15,26	1,28	0,0029
FDA	74,9	58,7	91,1	64,7	67,1	71,3	23,91	0,31	*****
HCEL	433,8	310,7	326,4	302,6	322,7	339,3	16,46	1,14	0,0021
LIG	47,2	25,7	49,1	28,1	31,3	35,9	31,26	0,21	0,0648
CNE ⁺	384,2	534,3	476,3	532,3	492,6	485,8	13,55	1,34	0,0220
ENN ⁺	551,6	588,3	528,6	566,4	552,9	557,8	7,33	0,75	*****
CHOT ⁺	636,5	647,1	618,0	631,2	620,0	630,9	5,80	0,69	*****
MM	137,0	132,8	126,1	123,3	125,6	129,0	16,91	0,39	0,2593
NDT ⁺	843,6	846,8	796,7	802,5	813,1	821,1	6,05	0,93	0,0929

C00=concentrado sem inclusão de torta de crambe; C2,5= concentrado com 2,5% de torta de crambe; C5=concentrado com 5% de torta de crambe; C10=concentrado com 10% de torta de crambe; C15=concentrado com 15% de torta de crambe.

FDN: $Y = 48,63 - 2,50x$ ($r^2 = 0,33$); HCEL: $Y = 40,64 - 2,33x$ ($r^2 = 0,35$). CNE: $Y = 42,39 - 2,15x$ ($r^2 = 0,21$); NDT = $Y = 85,44 - 1,16x$ ($r^2 = 0,38$).

+ENN = $100 - (\%PB + \%EE + \%FB + \%MM)$; %CHOT = $100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$; %CNE = $\%CT - \%FDNcp$; %NDT = $9,6134 + 0,829DMS$.

*****Não-significativo.

Níveis acima de 25% de FDA ou 40% de FDN limitariam o consumo de MS, decorrente da limitação física (Garcia et al. 2006). Tomlinson et al. (1991) relataram que FDA abaixo de 230 g/kg não interfere na digestibilidade da matéria seca, o que não acontece com FDN acima de 410 g/kg. Mesmo os teores de FDN dos tratamentos C00 e C5 serem superiores aos recomendados por Garcia et al. (2006) e Tomlinson et al. (1991), estes não influenciaram na DIVMS (em média 878,0g/kg). Oliveira et al. (2007) destaca que aumentos no teor de FDA na ração podem prejudicar a digestibilidade, em decorrência da lignina representar maior proporção da FDA. Neste trabalho, os maiores valores de FDA correspondem aos maiores teores de LIG (Tabela 3), no entanto não houve alteração da DIVMS (Tabela 4).

Alterações dos teores de FDA estão associadas com a alteração dos teores de NDT; já que a maior parte do NDT está associada ao teor de carboidratos dos alimentos. A torta de crambe apresenta baixo teor de FDA. Mesmo ocorrendo alteração nos teores de FDN e CNF, com valores médios de 412,5 e 485,8 g/kg os valores de FDA dos concentrados não se alteraram e apresentaram média de 71,3 g/kg. Goes et al. (2013) e Oliveira et al. (2007) trabalhando com torta de girassol em concentrados para bovinos e

apresentaram valores maiores semelhantes ao encontrado neste trabalho; porém estes valores estão dentro do limite aceitável sugerido por Tomlinson et al. (1991), para aos bovinos.

Apesar dos teores de EE, não apresentar efeitos com a inclusão da torta de crambe, os concentrados apresentaram média de 101,1 g/kg. Segundo Vasconcelos & Galyean, 2007; Marín et al. 2010), o limite máximo de EE na dieta de ruminantes varia entre 60 e 70 g/kg de matéria seca valores superiores podem alterar a degradação ruminal da fibra; entretanto esse limite é variável, pois depende do tipo de dieta basal (volumoso VS 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 (Dhiman et al. 2000). Com a presença de EE na dieta ocorre a biohidrogenação ruminal, uma medida “*auto protetora*” realizada pelos microrganismos contra os efeitos nocivos dos ácidos graxos insaturados, principalmente poli-insaturados (Marín et al. 2010). O crambe apresenta elevada concentração de ácidos 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, comprometendo a estabilidade e permeabilidade, fato que inibe o desenvolvimento dos microrganismos (Kim et al. 2009).

Os teores de CHOT e ENN são considerados os principais componentes da dieta de bovinos. Teixeira & Santos (2001), relatam que os carboidratos não estruturais (CNE) incluem o amido e açúcares (fermentação rápida no rúmen); o que está relacionada ao crescimento microbiano e a prevenção da acidose Nesse caso, os teores de CNE podem variar de 200 a 450 g/kg, sendo valores de 400 – 450 g/kg típico de dietas com relação volumoso:concentrado de 40% a 60% ou menos de forragem. No presente trabalho, os teores de CNE apresentaram média de 485,8 g/kg.

Apesar de não ocorrer efeito na DIVMS, ocorreu uma redução de 4,08%. Goes et al. (2013) e Oliveira et al. (2007), substituindo farelo de soja pela torta de girassol em concentrados encontraram redução na digestibilidade *in vitro* da MS. Segundo Oliveira et al (2007), dependendo da categoria animal, os teores de EE, FDA ou de FDN, além do teor de carboidratos, a serem fornecidos pelo concentrado, são importantes, dada a sua influência direta na ingestão e na digestibilidade dos nutrientes, sobretudo no desempenho dos animais. Apesar do maior nível de substituição, a DIVMS se manteve acima de 800 g/kg e, considerando-se a média geral, o valor foi de 878, 0 g/kg.

Tabela 4. Digestibilidade *in vitro* da matéria seca dos suplementos avaliados

	C00	C2,5	C5	C10	C15	Média	EPM	CV(%)	P<F
DVIMS	901,6	905,6	845,0	852,1	864,8	878,0	1,16	6,98	0,0929

#C00=concentrado sem inclusão de torta de crambe; C2,5= concentrado com 2,5% de torta de crambe; C5=concentrado com 5% de torta de crambe; C10=concentrado com 10% de torta de crambe; C15=concentrado com 15% de torta de crambe.

DIVMS: $Y = 914,7 - 0,1406x$ ($r^2=0,40$)

Os parâmetros cinéticos da degradação *in situ*, para matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (FDN) dos concentrados são apresentados na Tabela 5.

A inclusão da torta de crambe, não alterou a degradabilidade efetiva da matéria seca dos concentrados avaliados, que apresentaram média de 51,56% (Tabela 5). Estes valores estão associados a média taxa de fração potencialmente degradável (b) e taxas de degradação (c) da fração b, semelhantes. Os concentrados avaliados apresentaram o mesmo comportamento para a degradabilidade potencial da matéria seca em relação ao tempo de permanência no rúmen (Figura 1), e uma tendência à estabilização pôde ser observada no tempo 48 h. Segundo Mizubuti et al. (2011) o tempo médio de retenção de alimentos no rúmen é de 48 horas, quanto maior for a degradação até este tempo, melhor é a qualidade fermentativa do alimento; todos os concentrados avaliados atingiram sua maior degradação potencial no intervalo de 48h.

O tratamento C5, com 5% de inclusão de torta de crambe foi o que apresentou maior degradabilidade efetiva para a matéria seca (54,86%) e menor fração indigestível (30,64%) associada às maiores frações “c” e “b”. A menor fração solúvel e menor degradabilidade efetiva foram observadas no tratamento C10, com 6,68 e 49,08% respectivamente, para a matéria seca.

Segundo Brás (2011) e Goes et al., (2010) a torta de crambe apresenta média degradabilidade efetiva para a MS, variando de 54,00 - 60,43%, semelhante ao obtido pelo presente trabalho, porém a fração solúvel dos concentrados com torta de crambe foram inferiores. As diferenças para a fração solúvel da MS pode ser decorrente do processo de extração do óleo, onde ocorre certo aquecimento durante a prensagem dos grãos, tornando a fração menos disponível, o que pode estar associado as taxas de degradação “c”. Brás, (2011), ressalta que a média degradabilidade apresentada pela torta de crambe pode estar associada ao ambiente ruminal não ser propício a ação microbiana, provocando redução de consumo, perda de peso, decorrentes de fatores antinutricionais, como o ácido erúxico, porém o tempo de colonização para a matéria seca foi menor para a maior concentração de crambe. Primo, (2013) avaliando a atividade microbiana no líquido ruminal de novilhos suplementados com os mesmos

níveis de torta de crambe avaliados (0; 2,5; 5,0; 10 e 15%), encontrou redução na microbiota com a presença de crambe na dieta.

Tabela 5. Parâmetros cinéticos da degradação *in situ*, para a matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (FDN) dos concentrados.

Tratamentos	Parâmetros*				Degradabilidade Efetiva (%/h)			
	a (%)	b (%)	c(%/h)	I (%)	2	5	8	r ²
Matéria Seca								
C00	13,49	54,19	0,1161	32,32	59,71	51,36	45,57	97,40
C2,5	8,49	58,61	0,1283	32,90	59,19	50,66	44,59	97,67
C5	10,54	58,82	0,1528	30,64	62,55	54,86	49,15	97,90
C10	6,68	56,60	0,1492	36,72	56,59	49,08	43,53	98,00
C15	11,44	52,26	0,1707	36,30	58,22	51,86	47,03	98,30
Proteína Bruta								
C00	20,32	48,43	0,0808	31,24	68,61	59,15	50,24	52,78
C2,5	18,67	44,30	0,1661	37,03	62,97	58,20	52,71	73,79
C5	31,20	44,49	0,0398	24,31	73,15	60,80	50,90	81,99
C10	23,63	42,98	0,1398	33,40	66,60	61,22	55,28	90,39
C15	29,52	39,83	0,2762	30,65	69,35	66,66	63,25	95,26
FDN								
C00	24,65	18,88	0,1489	56,47	41,29	38,78	36,93	78,02
C2,5	28,28	19,12	0,0780	52,60	43,50	39,93	37,72	72,85
C5	20,14	17,62	0,9110	62,24	37,38	36,84	36,34	66,39
C10	18,79	21,60	0,0939	59,61	36,60	32,89	30,45	75,31
C15	19,21	35,64	0,1970	45,16	51,56	47,63	44,55	75,53

*a=fração solúvel; b=fração potencialmente degradável; c=taxa de degradação da fração b, I=fração indigestível.

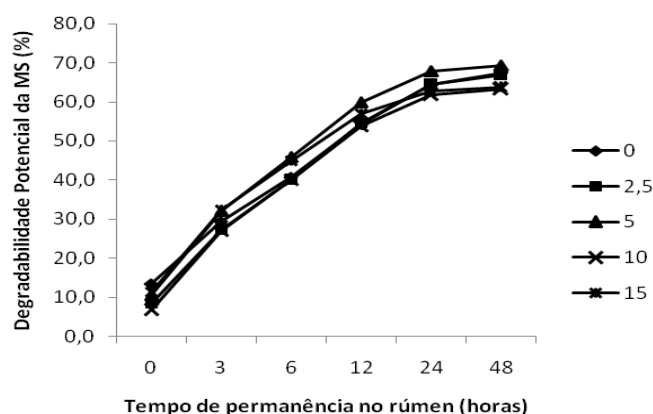


Figura 1. Degradabilidade potencial da matéria seca em função do tempo de permanência no rúmen.

A substituição farelo de soja pela torta de crambe nos concentrados avaliados apresentou valores semelhantes, com degradabilidade efetiva (DE) média para a PB de 61,20%, estes valores são de acordo com Caton et al. (1994) que avaliaram a taxa de

desaparecimento *in situ* para a proteína no rúmen e não encontraram diferença entre o crambe e o farelo de soja.

Para a proteína bruta, foi observada maior fração solúvel para o tratamento C5 (31,20%) e menor fração indigestível (24,31%), o que não proporcionou a maior degradabilidade efetiva (DE) que foi observada no tratamento C15 (66,66%) (Tabela 5). Segundo Liu et al. (1994) a torta de crambe apresenta alta degradabilidade ruminal, com baixa proporção de proteína lentamente degradável, apresentando taxa de degradação de 11,4%/h, apesar do concentrado C15, apresentar a maior DE, a fração potencialmente degradável foi baixa. As maiores solubilidades apresentadas pelos concentrados com torta de crambe em sua composição podem estar associado a presença de uréia, com complemento da proteína. O concentrado C15 apresentou as maiores degradações potenciais ao longo dos tempos de incubação ruminal (Tabela 2).

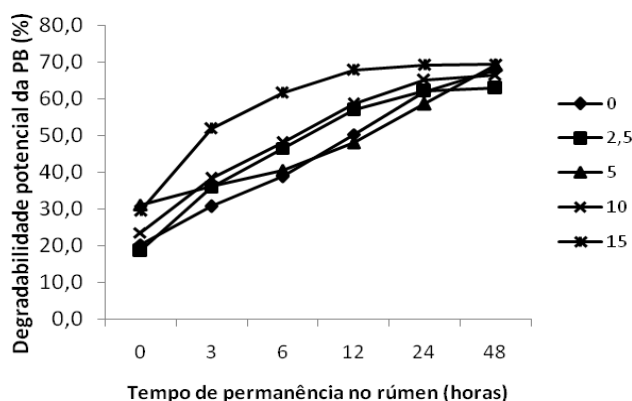


Figura 2. Degradabilidade potencial da proteína bruta em função do tempo de permanência no rúmen.

Com elevados teores de fração solúvel para a proteína bruta, a torta de crambe pode ser considerada uma fonte de proteína para os microrganismos ruminais. O baixo tempo de colonização para a proteína bruta observado no tratamento C15 corrobora com essa conclusão (Tabela 6). Segundo Carlson et al. (1996), o crambe é uma excelente fonte de cisteína, metionina, lisina e treonina, com isso a manipulação do perfil aminoacídico no duodeno, pode ser interessante pois fontes proteicas de baixa degradabilidade possibilitam a manipulação deste perfil; entretanto isso pode reduzir o aporte de nitrogênio para a síntese microbiana.

Os concentrados apresentaram baixa degradabilidade para FDN, sendo correlacionada a redução dos teores de FDN (Tabela 5). Para a fibra em detergente neutro, a maior degradabilidade efetiva também foi observada no tratamento C15

(47,63%), juntamente com a maior degradabilidade potencial da FDN (Tabela 6 e Figura 3). Carlson et al. (1996) evidenciaram que a casca de crambe possuem baixa degradação (44,5 e 57,3%), destacando que a medida que se reduz a percentagem de casca a digestibilidade é aumentada, a degradabilidade do farelo de crambe, neste trabalho ocorreu redução dos teores de FDN dos concentrados o que poderia explicar as maiores DE e DP apresentada pelos concentrados.

Queiroz et al. (2010), avaliando as características físico químicas de diferentes fontes protéicas concluíram que os menores teores de FDN dos alimentos está associado com a maior capacidade de retenção de água e maior densidade e consequente maior degradação ruminal.

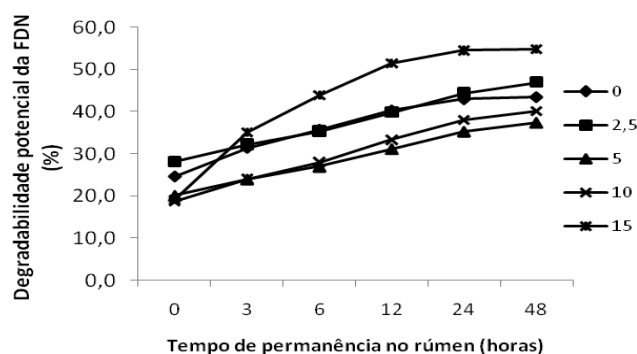


Figura 3. Degradabilidade potencial da fibra em detergente neutro em função do tempo de permanência no rúmen.

A maior degradação pode levar a uma disponibilidade de óleo no rúmen, porém, a suplementação de lipídeos em dietas de ruminantes pode trazer problemas relacionados ao decréscimo na degradação da fração fibrosa da dieta e alterações no metabolismo ruminal, uma vantagem do girassol e do crambe é que estes alimentos são ricos em ácidos graxos poli-insaturados que podem ser biohidrogenados pelas bactérias e protozoários ruminais, proporcionando aumento na disponibilidade de energia (Goes et al. 2010).

Tabela 6. Tempo de colonização (h) para matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) dos concentrados.

Tratamentos	Tempo de colonização (h)		
	MS	PB	FDN
C00	6,15	6,40	4,84
C2,5	6,12	5,59	5,50
C5	5,95	7,02	5,37
C10	5,94	5,73	5,44
C15	5,72	4,97	5,20

CONCLUSÕES

A substituição em até 15% do farelo de soja pela torta de crambe no suplemento altera a composição bromatológica, mas não influencia na digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

Os concentrados apresentaram média degradabilidade efetiva da MS e PB e baixa degradabilidade para a FDN.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, supl. Especial, p.260-268, 2008.
- AHMAD, T.; ASLAM, Z.; RASSOL, S.; Reducing fiber content of sunflower oil meal through treatment of enzymes produced from *Arachnoitus* SP. **Journal of Animal Science**, v.75, p.231–235, 2004.
- AOAC. Official Methods of Analysis. 18th ed. Official Association of Chemical Analysis, Washington, DC. 2006.
- BRÁS, P. **Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. 2011. 91 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa-SP.
- CAPELLE, E.R.; VALADARES FILHO, S.C.; SILVA, J.F.C.; et al. Estimativas de valor energético a partir de características químicas e bromatológicas dos alimentos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.06, p.1837-1856, 2001.
- CARLSON, K.D.; GARDNER, J.C.; ANDERSON, V.L.; et al. Crambe: New crop success. In: J.Janick (ed.), **Progress in new crops**. ASHS Press, Alexandria, p.306-322, 1996.
- 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.
- CATON, J.S.; BURKE, V.I.; ANDERSON, V.L.; BURGWARD, L.A.; NORTON, P.L.; OLSON, K.C. Influence of crambe meal as a protein source on intake, site of digestion, ruminal fermentation, and microbial efficiency in beef steers fed grass hay. **Journal of Animal Science**, v.72, n.12, p.3238-3245, 1994.
- DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON. P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; LANA, R.P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003 (supl 1).
- DHIMAN, T.R.; SATTER, L.D.; PARIZA, M.W.; GALLI, M.P.; ALBRIGHT, K.; TOLOSA, M.X. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in linoleic and linolenic acid. **Journal of Dairy Science**, v.83 (5). p.1016-1027. 2000.
- 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, n.3, p.223-233, 2006.
- GOES, R.H.T.B.; LIMA, H.L.; CERILLO. S.L.N.; GRESSLER, M.G.M.; OLIVEIRA, E.R.; BRABES, K.C.S.; NOGUEIRA, K.A.G.; VELOSO, K.T.D. Chemical composition and in vitro digestibility of concentrated containing sunflower crushed seeds. **Agrarian**, 2013. Artigo no Prelo.
- GOES, R.H.T.B.; MANCIO, A.B.; VALADARES FILHO, S.C.; et al. Degradação ruminal da matéria seca e proteína bruta, de alimentos concentrados utilizados como suplementos para novilhos. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.1, p.167-173, 2004.

- GOES, R.H.T.B.; SOUZA, K.A.; PATUSSI, R.A.; et al. 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, n.2, 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, n.9, p.1341 – 1350. 2009.
- LIU, Y.G.; STEG, A.; Hindle, V.A. Rumen degradation and intestinal digestion of crambe and other oilseed by-products in dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.45,(3-4), p.397-409. 1994.
- 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, n.04, p. 240-246, 2010.
- MENDONÇA, B.P.C. **Uso de co-produtos do crambe (*Crambe abyssinica*) na alimentação de bovinos nelore em confinamento**. 2012. 51p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.
- 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. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, p.2021-2028, 2011.
- NOCEK, J.E. *In situ* and others methods to estimate ruminal protein and energy digestibility. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p.2051-2069, 1988.
- NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington D.C., 2000. 233p.
- NRC-National Research Council. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- OLIVEIRA, M.D.S.; MOTA, D.A.; BARBOSA, J.C., et al. Composição Bromatológica e Digestibilidade ruminal *in vitro* de concentrados contendo diferentes níveis de torta de girassol. **Ciência Animal Brasileira**, v.8, n.4, p.629-638, 2007.
- 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, n.1, p.499-508, 1979.
- PALMIQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandre Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira, 2006. cap.10, p.287-310.
- PATIÑO, H.O.; LANGWINSKI, D.; SILVEIRA, A.L.F.; et al. Avaliação de métodos de ajuste da curva de degradação ruminal da FDN de forragens. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: **Sociedade Brasileira de Zootecnia**, 2001. p.970.
- PRIMO, R.B.S. **Avaliação *in vitro* da microbiota ruminal utilizando torta de Crambe: Determinação da ação antimicrobiana e caracterização química das sementes de *Crambe abyssinica***. 2013, 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental) – Universidade Federal da Grande Dourados, UFGD, Dourados – MS.

QUEIROZ, M.A.A.; SUSIN, I.; PIRES, A.V.; 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, n.7, p.1587-1594, 2010.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: Métodos Químicos e Biológicos**. Viçosa: UFV, 2002.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70. p.3562-3577. 1992.

SOUZA, A.D.V.; FÁVARO, S.P.; ÍTAVO, L.C.V.; et al. Caracterização química de sementes e tortas de pinhão-manso, nabo-forrageiro e crambe. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n.10, p.1328-1335, 2009.

TEIXEIRA, J. C.; SILVA, E. A.; BRAGA, R. A. N.; MORON, I. R. Cinética da Digestão Ruminal do caroço de algodão e do grão de milho em diferentes formas físicas em vacas da raça Holandesa. **Ciência e Agrotecnologia**, v.26, n.4, p.842-845, 2002.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v.18, p.104-111, 1963.

TOMLINSON, D.J.; JAMES, R.E.; MCGILLIARD, M.I. Effect of varying levels of neutral detergent fiber and total digestible nutrients on intake and growing of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.2, p.537-545, 1991.

VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. Recentes avanços em proteína na nutrição de vacas leiteiras. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE BOVINOCULTURA DE LEITE, 2., 2001, Lavras. Anais... Lavras: UFLA, 2001. p.228-243.

VALADARES, R.F.; GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M. SAMPAIO, I.B.M.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C. Níveis de proteína bruta em dietas de bovinos. 1. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1252-1258, 1997.

VAN CLEEF, E.H.C.B. Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. **Métodos de fibra dietética, detergente neutro e fibra de polissacarídeos nonstarch em relação à nutrição animal**. *Journal Dairy Science*. 1991. v.74. p.3583-3597.

VASCONCELOS, J.T., GALYEAN, M.L. Nutritional recommendations of feedlot consulting nutritionists: The 2007 Texas Tech University survey. **Journal of Animal Science**. v.85:2772-2781, 2007.

WATKINS, C. Crambe - ready to be a commercial success. *Informv*.10, p.828-836, 1999.

YAMAMOTO, S. M.; MACEDO, F.A.F.; ZUNDT, M. et al. Fontes de Óleo Vegetal na Dieta de Cordeiros em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.703-710, 2005.

CAPÍTULO 4

Consumo e digestibilidade aparente de nutrientes em novilhos mantidos a pasto e suplementados com torta de crambe

RESUMO: Para a avaliação do comportamento ingestivo e consumo de matéria seca de bovinos suplementados a pasto, foram utilizados cinco animais, os quais foram submetidos a cinco níveis de inclusão de torta de crambe no concentrado. Os tratamentos consistiam na substituição do farelo de soja do concentrado pela torta de crambe nas proporções de 0; 2,5; 5; 10 e 15%. Os modelos foram ajustados aos dados por meio na minimização iterativa da soma de quadrados dos resíduos pelo método de Gauss-Newton. No 10º dia de cada período experimental realizou-se a avaliação de comportamento ingestivo dos suplementos concentrados. Pesaram-se as sobras de suplementos nos cochos aos 20, 40, 60, 90, 120, 180, 300, 420, 540 e 1440 minutos após o fornecimento do concentrado, totalizando 24 horas de observação. O consumo voluntário foi estimado com o uso de indicador externo (TiO_2) e interno (FDAi). A inclusão de torta de crambe em substituição ao farelo de soja no concentrado reduz o consumo prolonga o tempo de ingestão. Não foi observada alterações no consumo de forragem e consumo total de matéria seca, havendo efeito da torta de crambe para o consumo de suplemento de modo que para cada 1% de torta de crambe espera-se um aumento no consumo de 0,006838 de suplemento.

Palavras-chave: coproduto, ingestão, pastagem, suplementação

Replacement of soybean meal with crambe crushed on dry matter intake and ingestive behavior of beef cattle on pasture supplemented

Abstract: For the assessment of ingestive behavior and dry matter intake from grazing cattle supplemented, five animals were used, which were submitted to five inclusion levels of crambe crushed in the concentrate. The treatments consisted of the substitution of soybean concentrate the crambe crushed in proportions of 0, 2.5, 5, 10 and 15%. The models were fitted to the data through the iterative minimization of the sum of squared residuals by the Gauss-Newton. On the 10th day of each trial was conducted to evaluate the ingestive behavior of concentrated supplements. Were weighed leftover supplements in the troughs 20, 40, 60, 90, 120, 180, 300, 420, 540 and 1440 minutes after feeding the concentrate, totalizing 24 hours of observation. The voluntary intake was estimated using external indicator (TiO_2) and internal (iADF). The inclusion of crambe crushed to replace soybean meal in the concentrate reduces consumption prolongs intake. No change was observed in forage intake and total dry matter intake, with effect pie crambe supplement for consumption so that for every 1% crambe crushed expected to increase in the consumption of 0.006838 supplement.

Keywords: coproduct, intake, pasture, supplementation

INTRODUÇÃO

O consumo voluntário de nutrientes pelos bovinos pode ser limitado por características físico-químicas das forrageiras, tais como baixos teores de proteína bruta (PB) e altos conteúdos de fibra. Teores de PB abaixo de 7% limitam a produção animal em função da diminuição do consumo voluntário, em virtude da deficiência de nitrogênio na forma de amônia (N-NH₃) para as bactérias fibrolíticas (Van Soest, 1994). Por outro lado, teores de fibra acima de 55%, reduzem o consumo em função da digestibilidade da matéria seca, acarretando limitações de ordem física no rúmen (Paterson et al. 1994). Segundo Berchielli et al. (2011), o consumo é o parâmetro principal ligado ao desempenho animal, pois determina o nível de nutriente ingerido. As variações no consumo (ingestão de alimentos) explicam de 60 a 90% o desempenho animal, enquanto a digestibilidade, de 10 a 40%.

Animais de muitas espécies aprendem a identificar alimentos a partir da visão, do odor, além de outras características de forma que eles podem rejeitá-los em razão de experiências anteriores ou de suas preferências inatas, que lhes indicam que o alimento a ser ingerido pode ser potencialmente tóxico, ou seja, é provável que conduza a ingestão de certa quantidade de toxinas e/ou nutrientes que exceda a capacidade do organismo de metabolizá-los (Berchielli et al. 2011).

Inúmeras são as teorias que explicam a duração e frequência da ingestão de alimento e o consumo de matéria seca pelos animais. Após a ingestão de alimento há um período em que ocorre o pico de fermentação onde são produzidos pelos microrganismos ruminais produtos (ácidos graxos de cadeia curta e nitrogênio amoniacal) que, ao animal hospedeiro, atuam como reguladores de consumo além das alterações no pH causadas pela fermentação de carboidratos prontamente degradáveis no rúmen.

O crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) é uma planta de inverno, que tem despertado interesse dos produtores de soja, como cultura para cobertura do solo, por apresentar baixo custo de produção; se destaca para a produção de biodiesel, devido ao elevado percentual de óleo total entre 36% e 38%. O grão de crambe contém aproximadamente 3-4%, ou 90 mol/g, de glucosinolatos, substância esta tóxica para muitos organismos. Em ruminantes não ocorre à formação de produtos tóxicos durante a digestão; no entanto há relatos de redução de consumo, decorrente da baixa aceitabilidade apresentada pelo co-produto do crambe (Favaro et al. 2010).

A torta de crambe, coproduto advindo da prensagem do grão para extração de óleo, possui teor de extrato etéreo de 29,6 %, segundo Brás (2011). No entanto, essa concentração pode variar de acordo com o processo de extração e variedade da planta.

Quando gordura é suplementada à dieta de ruminantes em níveis superiores a 5% da matéria seca, observa-se geralmente redução na digestibilidade da parede celular e queda no consumo (Palmquist & Mattos, 2006). Segundo Jenkins (1993) isso ocorre, pois os ácidos graxos insaturados aderem às partículas dos alimentos, formando uma barreira física à ação dos microorganismos e suas enzimas. Marín et al. (2010) destacam que os ácidos graxos, especialmente os poliinsaturados, são tóxicos aos microorganismos ruminais, sendo os mais susceptíveis, as bactérias Gram (+), metanogênicos e protozoários.

A utilização da torta de crambe na alimentação animal requer cuidados, pois a torta é afetada pela presença de glucosinolatos considerados tóxicos para a pecuária, por serem potencialmente causadores de danos hepáticos e em outros órgãos e, também, redução da palatabilidade, diminuição do crescimento, diminuição da produção e perda de peso (Brás 2011). O glucosinolato é uma classe de compostos orgânicos que contêm enxofre e são derivados de glicose e um aminoácido (Van Etten & Gagne, 1969; Murakami et al. 1995). O uso de dietas que contém glucosinolatos pode ser feito por períodos curtos, já a utilização por períodos maiores exige a detoxificação. Wallig et al. (2002) relataram que a torta de crambe pode conter quantidade significativas de glucosinolatos. Em dietas para ruminantes essa substância é facilmente degradada pelos microorganismos ruminais, tendo, portanto, o glucosinolato pouco efeito sobre os ruminantes.

Objetivou-se através deste trabalho avaliar os efeitos da substituição do farelo de soja pela torta de crambe no consumo de matéria seca e comportamento ingestivo de bovinos suplementados a pasto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Nutrição de Ruminantes da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, durante os meses de maio a julho de 2011, totalizando em 75 dias experimentais, divididos em cinco períodos com quinze dias de duração. Na Tabela 1 são apresentadas as condições climáticas para a região.

Tabela 1. Temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin), umidade relativa do ar máxima (URmax) e mínima (URmin) e precipitação (Prec) da cidade de Dourados-MS durante os meses de março, abril e maio de 2011.

Mês	Tmax (°C)	Tmin (°C)	Tméd (°C)	URmax (%)	URmin (%)	Prec (mm)
Maio	19,6	13,2	17,5	92,0	81,0	6,0
Junho	18,07	8,92	11,95	85,2	64,2	123,0
Julho	23,1	1,0	19,4	94,0	72,0	117,0

Fonte: Banco de Dados da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Agropecuária Oeste.

Foram utilizados cinco novilhos castrados, mestiços, com peso corporal médio de 526 kg e providos de cânula ruminal, distribuídos aleatoriamente em um delineamento quadrado latino 5x5. Os animais foram mantidos em piquetes individuais de 0,25 ha com pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, providos de cochos e bebedouros e recebiam diariamente pela manhã 8 g/kg de peso corporal de suplemento concentrado. Os tratamentos consistiam na substituição do farelo de soja pela torta de crambe, conforme: C00 = ausência de torta de crambe, C2,5 = inclusão de 2,5%, C5 = inclusão de 5%, C10 = inclusão de 10% e C15 = inclusão de 15% de torta de crambe; além dos demais ingredientes (Tabela 2).

Tabela 2. Composição percentual dos suplementos.

Ingredientes	C00	C2,5	C5	C10	C15
Torta de Crambe	-	2,5	5,0	10,0	15,0
Farelo de Soja	15,0	12,5	10,0	5,0	-
Farelo de Arroz	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho	37,64	37,47	37,29	36,94	36,59
Uréia	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
Mistura Mineral ¹	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

*C00=concentrado sem inclusão de torta de crambe; C2,5= concentrado com 2,5% de torta de crambe; C5=concentrado com 5% de torta de crambe; C10=concentrado com 10% de torta de crambe; C15=concentrado com 15% de torta de crambe.

¹ Níveis de garantia (Kg/produto): Cálcio: 120,00 g, Fósforo: 88,00 g, Iodo: 75,00 mg, Manganês: 1300,00 mg, Sódio: 126,00 g, Selênio: 15,00 mg, Enxofre: 12,00 mg, Zinco: 3630,00 mg, Cobalto: 55,50 mg, Cobre: 1530,00 mg e Ferro: 1800,00 mg.

A cada período experimental os animais eram rotacionados nos piquetes de forma a eliminar o efeito da pastagem e ambiente. Ao final de cada período experimental os animais eram pesados e os suplementos ajustados de acordo com o peso verificado. Os suplementos foram balanceados de acordo com o NRC (2000) para apresentarem teor de 180 g/kg de PB. A composição percentual e composição bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação dos suplementos são apresentadas nas Tabelas 2 e 3.

Tabela 3. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados.

Ingredientes	MS	PB	EE	FDN	FDA	MM	DIVMS
Torta de crambe	943,0	261,9	182,7	302,3	194,4	47,8	620,4
Farelo de soja	856,4	509,9	67,1	341,4	200,8	96,8	954,0
Farelo de arroz	887,1	139,5	161,4	241,1	140,6	84,8	814,6
Milho	878,6	116,8	32,8	139,3	54,3	17,0	988,0
Núcleo Mineral	963,1	-	-	-	-	-	-

Tabela 4. Teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), carboidratos não estruturais (CNE), nutrientes digestíveis totais (NDT), e matéria mineral (MM) dos concentrados, expressos em g/kg.

	Tratamentos					Média
	C00	C2,5	C5	C10	C15	
MS	926,9	918,5	936,7	923,6	922,0	925,5
PB	153,4	148,6	155,0	145,7	140,0	148,2
EE	96,0	96,3	99,1	99,8	114,3	101,1
FDN	518,7	369,4	421,0	363,9	390,8	412,5
FDA	74,9	58,7	91,1	64,7	67,1	71,3
CNE ⁺	384,2	534,3	476,3	532,3	492,6	485,8
NDT ⁺	843,6	846,8	796,7	802,5	813,1	821,1
CHOT ⁺	636,5	647,1	618,0	631,2	620,0	630,9
MM	137,0	132,8	126,1	123,3	125,6	129,0

C00=concentrado sem inclusão de torta de crambe; C2,5= concentrado com 2,5% de torta de crambe; C5=concentrado com 5% de torta de crambe; C10=concentrado com 10% de torta de crambe; C15=concentrado com 15% de torta de crambe.

%CHOT = 100-(%PB+%EE+%MM); %CNE=%CT-%FDNcp; %NDT = 9,6134+0,829DMS.

Consumo de matéria seca:

No primeiro dia de cada período experimental, foi determinada a disponibilidade total de forragem, através do corte rente ao solo de 10 áreas delimitadas por quadrados metálicos (0,25 m²) aleatoriamente dentro de cada piquete, conforme descrito por McMeniman (1997). As amostras foram sub-amostradas duas vezes e uma das sub-amostras foi seca e pesada para estimar a disponibilidade de matéria seca total e a segunda sub-amostra foi separada em folha, colmo e material senescente para determinação da proporção de cada componente morfológico do capim.

A coleta da forrageira ingerida pelos animais (extrusa) ocorreu no 13^o dia experimental de cada período, através do esvaziamento ruminal (McMenimann, 1997). Anteriormente a coleta os animais foram submetidos a jejum por 12 horas, para se garantir o consumo total da forragem (Forbes, 1993), e evitar contaminação do material

já presente no rúmen (McMeniman, 1997). A coleta de extrusa foi realizada às 08h00min; o rúmen foi esvaziado, seco com panos de algodão e limpo. Após o esvaziamento ruminal os animais foram recolocados em seus respectivos piquetes e pastejaram por aproximadamente 30 minutos, e recolhidos ao curral onde foi retirado o material ingerido presente no rúmen. Coletou-se em média de 400 g de extrusa, que foi armazenada em sacos plásticos, identificada, e transportada em uma caixa de isopor (para evitar fermentações indesejáveis e perda de umidade da amostra) até o Laboratório de Nutrição Animal/FCA/UFMG para secagem em estufa de ventilação forçada.

No Laboratório, as amostras de forragem e de suplemento foram analisadas quanto aos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), lignina (LIG) e Cinzas (CZ), conforme técnicas descritas por Silva e Queiroz (2002). A digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIVMS), foi determinada de acordo com metodologia descrita por Tilley e Terry (1963), com uso do incubador *in vitro*, da Tecnal[®] (TE-150), com modificação do material do saquinho utilizado (confeccionado com TNT -100 g/m²), conforme sugerido por Casali et al. (2008).

Os teores de NDT da pastagem e do concentrado foram estimados segundo equações propostas por Capelle et al. (2001). O teor de NDT da forragem foi calculado baseado no teor de FDA, conforme equação: %NDT = 74,49 – 0,5635*FDA ($r^2=0,82$) e o teor de NDT do concentrado foi estimado baseado na digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DMS), em que %NDT = 9,6134+0,829*DMS ($r^2=0,98$). Os carboidratos totais (CT) e os carboidratos não estruturais (CNE) estimados conforme equações %CT = 100-(%PB+%EE+%MM) e %CNE = %CT-%FDN, da mesma forma que Oliveira et al. (2007).

O consumo de matéria seca foi determinado baseado na relação entre um indicador externo (dióxido de titânio, TiO₂) e um indicador interno (FDAi); Os animais foram submetidos ao fornecimento de dióxido de titânio (TiO₂) por dez dias consecutivos, com adaptação ao indicador externo, de cinco dias e cinco dias de coleta (Ferreira et al. 2009a). O fornecimento do indicador externo (dióxido de titânio) aos animais iniciou no 2º dia experimental, sendo fornecidos 10g de dióxido de titânio por dia que foram acondicionados em cartucho de celulose sendo que 5g eram introduzidos diretamente no rúmen dos animais fistulados as 08h00min e as outras 5g introduzidas as 17h00min; conforme descrito por Ferreira et al. (2009).

As amostras de fezes foram coletadas diretamente no reto dos animais uma vez por dia, por cinco dias consecutivos em diferentes horários (6 h, 8 h, 10 h, 12 h e 14 h); em quantidades aproximadas de 200 g, sendo acondicionadas em sacos plásticos, identificados por tratamento e período e congeladas a -10°C . As concentrações de TiO_2 foram analisados por espectrofotometria UV/Vis, conforme metodologia descrita por Myers et al. (2004).

Para a determinação da produção fecal foi utilizada a fórmula:

$$EF = OF/COF$$

Em que: EF = Excreção Fecal diária (g/dia); OF = dióxido de titânio fornecido (g/dia); COF = Concentração de dióxido de titânio nas fezes (g/g MS).

Para as estimativas de consumo de matéria seca da pastagem, a partir da utilização do indicador interno, fibra em detergente ácido indigestível (FDAi), foi adotado o procedimento único sequencial, conforme metodologia descrita por Penning & Johnson (1983) adaptado por Detmann et al. (2001) com base na degradabilidade *in situ*, por 144 horas. A estimação do consumo de matéria seca foi realizada, empregando-se a equação:

$$\text{CMS (kg/dia)} = \{[(EF \times CIF) - IS] / CIFO\} + \text{CMSS}$$

Em que: CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg); CIFO = concentração do indicador na forragem (kg/kg); CMSS = consumo de matéria seca de suplemento (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); e IS = indicador presente no suplemento (kg/dia).

Para o consumo de matéria seca os efeitos da proporção de crambe ao tempo após fornecimento do suplemento foram analisados por análise de variância e estudados via ajustes de modelos de regressão, através do pacote estatístico R.

Comportamento ingestivo

No 10º dia de cada período experimental realizou-se a avaliação de comportamento ingestivo dos suplementos concentrados. Pesaram-se as sobras de ração nos cochos aos 20, 40, 60, 90, 120, 180, 300, 420, 540 e 1440 minutos após o fornecimento do concentrado, totalizando 24 horas de observação.

A seguinte sequência de modelos de regressão não linear foi aplicada para verificar o efeito do tempo após fornecimento da ração e da concentração de crambe:

- $E(Y) = A \cdot \exp^{(-B \cdot \text{tempo})}$, modelo exponencial que considera o efeito do tempo;

• $E(Y) = A \cdot \exp^{(-B \cdot \text{tempo} - C \cdot \text{crambe})}$, modelo exponencial que considera o efeito aditivo do tempo e crambe;

• $E(Y) = A \cdot \exp^{(-B \cdot \text{tempo} - C \cdot \text{crambe} - D \cdot \text{tempo} \cdot \text{crambe})}$, modelo exponencial que considera o efeito a interação entre tempo e crambe (expressa por termos de primeira ordem).

Os modelos foram ajustados aos dados por meio na minimização interativa da soma de quadrados dos resíduos pelo método de Gauss-Newton, procedimento este implementado e disponível na função `nls()` do aplicativo estatístico R. Comparações entre modelos foi feito pela estatística F baseada na diferença em soma de quadrados dos resíduos e graus de liberdade dos ajustes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Consumo de matéria seca

Durante o período experimental, a quantidade total de matéria seca disponível foi de 7.047,85 kg MSV/ha (Tabela 5). Silva et al. (2010), destacam que para ocorrer seletividade animal deve-se ter 4.500 kg MS/ha e 1.200 kg MSVerde/ha, nesse trabalho a disponibilidade MSV/ha foi superior a este limite, evidenciando que existia disponibilidade suficiente para garantir o pastejo seletivo, sem alterar o consumo dos animais.

Tabela 5. Valores médios para a disponibilidade de matéria seca total (Ton MST/ha) de matéria seca verde (MV, Ton/ha), colmo (%), folha (%), material senescente (%), da *B. brizantha* cv Marandu

	Tratamentos				
	C00	C2,5	C5	C10	C15
Ton MST/ha	7,21	7,34	6,64	7,13	6,92
Ton MV/ha	5,28	5,58	4,51	4,77	4,82
Folha (%)	36,78	42,99	39,06	36,56	35,65
Colmo (%)	36,50	33,12	29,00	30,43	34,06
Mat. Senescente (%)	26,72	23,89	31,95	33,01	30,30

C00=concentrado sem inclusão de torta de crambe; C2,5= concentrado com 2,5% de torta de crambe; C5=concentrado com 5% de torta de crambe; C10=concentrado com 10% de torta de crambe; C15=concentrado com 15% de torta de crambe.

A composição bromatológica pode interferir no consumo de matéria seca total (CMST) pelos animais, neste trabalho a pastagem apresentou média de 60,2 g/kg de PB (Tabela 6), valor este inferior a 70 g/kg de PB, que segundo Van Soest (1994), causaria a redução de consumo dos animais. Valores próximos de 40 g/kg podem limitar o crescimento microbiano (Baroni et al. 2010).

Tabela 6. Valores médios da Composição Bromatológica da forragem (extrusa) na base da matéria seca (g/kgMS) da *Brachiaria brizanta* cv Marandu, ingerida pelos animais.

	Tratamentos				
	C00	C2,5	C5	C10	C15
MS	164,8	152,7	159,1	166,3	150,2
MO	865,0	855,7	874,3	880,6	879,2
PB	65,1	68,4	58,2	56,3	53,1
EE	10,8	9,9	8,9	9,8	9,0
FDN	697,8	686,9	699,8	697,7	717,5
FDA	358,8	345,9	347,0	348,1	364,0
LIG	210,1	196,8	202,9	213,3	203,8
MM	135,0	144,3	125,7	119,4	120,8
CHOT	789,1	777,4	807,2	814,5	817,1
CNF	91,3	90,5	107,4	116,8	99,6
NDT:PB*	8,40	8,06	9,40	9,71	10,15
NDT	546,8	551,3	545,9	546,8	538,6

C00=concentrado sem inclusão de torta de crambe; C2,5= concentrado com 2,5% de torta de crambe; C5=concentrado com 5% de torta de crambe; C10=concentrado com 10% de torta de crambe; C15=concentrado com 15% de torta de crambe.

MS = matéria seca, PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, LIG = lignina, MM = matéria mineral, NDT = nutrientes digestíveis totais, CHOT = carboidratos totais, CNF = carboidratos não-fibrosos.

* %NDT = $9,6134+0,829DMS$. Capelle et al., (2001).

Os teores de FDN da forragem apresentaram-se elevados com valores médios de 699,9 g/kg. Quando os animais ingerem forragem com teores de fibra elevados, o consumo voluntário é prejudicado, uma vez que a digestibilidade da MS é baixa, o que acarreta maior tempo de permanência no rúmen, promovendo limitações de ordem física na ingestão (Mertens, 1994). Neste trabalho a pastagem apresentou NDT médio de 545,8 g/kg, o que pode explicar os valores encontrados para consumo de matéria seca dos animais (Tabela 7).

Não ocorreram efeito para o consumo de MS de forragem mas sim para o de suplemento, que apresentou comportamento linear ($Y= 3,9659 +0,006838x$); sendo que para cada 1% de crambe espera-se um aumento no consumo de $0,6838/100 = 0,006838$. Esse fato pode ser explicado a partir do teor de proteína bruta da forragem, onde tratamento C15 apresentou o menor teor de PB (5,31%) o que pode induzir o animal a um efeito substitutivo de consumo visando suprir necessidades de nutrientes através do suplemento, neste caso, proteína bruta.

Mesmo ocorrendo efeito para consumo de suplemento este não alterou o consumo de matéria seca total dos animais, o que ficou abaixo do preconizado pelo NRC (2000).

A relação de energia: proteína das forragens (NDT: PB), pode alterar o desempenho dos animais; segundo Moore et al. (1999), quando esta relação for maior que 7,0 indica deficiência de proteína em relação à energia disponível, o que resulta em diminuição do consumo de forragens; a relação NDT: PB da forrageira ingerida pelos animais, neste trabalho apresentou média de 9,14; o que está de acordo com a Tabela 5 onde os valores de PB médios da pastagens foram baixos.

Tabela 7. Valores médios de Consumo de matéria seca de forragem (CMSF), consumo de matéria seca de suplemento (CMSS) e consumo de nutrientes de novilhos suplementados a pasto com torta de crambe.

	Tratamentos				
	C00	C2,5	C5	C10	C15
CMSF (kg/dia)	2,83	2,97	2,44	2,43	2,94
CMSF (g/kgPV)	4,65	5,40	4,51	4,52	5,62
CMSS (kg/dia)*	3,94	3,93	4,11	3,99	4,07
CMSS (g/kgPV)	7,32	7,27	7,59	7,32	7,58
CMS (kg/dia)	6,77	6,91	6,55	6,42	7,01
CMS (g/kgPV)	12,43	12,67	11,99	11,84	12,00
CPB (kg/dia)*	0,84	0,79	0,79	0,74	0,72
CFDN (kg/dia)**	3,92	3,20	3,55	3,32	3,40
CFDA (kg/dia)	1,33	1,22	1,22	1,11	1,34
CEE (kg/dia)	0,42	0,39	0,43	0,42	0,49
CMO (kg/dia)	5,82	5,78	5,77	5,64	5,14
CCHOT (kg/dia)	4,59	4,63	4,51	4,50	4,92

PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, MO = matéria orgânica, NDT = nutrientes digestíveis totais, CHOT = carboidratos totais.

* CMSS = $3,9659 + 0,6838x$ ($r^2=0,86$); CPB = $0,828 - 0,0075x$ ($r^2=0,86$)

**CFDN = $3,77 - 0,104x + 0,0058x^2$ ($r^2 = 0,44$)

O NRC (2000) destaca as respostas sobre o consumo dos animais podem estar associadas ao teor protéico da forragem e a quantidade do suplemento fornecido; o que ocorreu neste trabalho onde a pastagem apresentou baixo nível protéico, devendo ocorrer incremento quando pequenas quantidades de suplementos são fornecidas; neste trabalho o incremento não foi verificado possivelmente pelo uso em todos os tratamentos de valores próximos a 4 kg de concentrado/dia.

O aumento do consumo de suplementos pode estar associado com a maior disponibilidade de proteína degradada no rúmen, em função dos suplementos com maiores concentrações de torta de crambe apresentarem maiores teores de uréia. Segundo Goes et al. (2008) avaliando diversos artigos sobre suplementação a pasto, ocorre aumento na ingestão de matéria seca, quando ocorre aumento na administração

da proteína degradável no rúmen, que estaria associada ao aumento na taxa de passagem, tanto da fase líquida quanto da fase sólida. Outra possível explicação seria que os suplementos apresentaram elevado teor de NDT e de CNF, que segundo Kunkle et al. (2000), a suplementação de produtos com NDT (>75%), resultariam em menor impacto sobre o consumo e digestibilidade dos animais.

Os teores de fibra da forragem (C15 = 717,5 g/kgMS e os demais tratamentos em torno de 690,0 g/kgMS - Tabela 6) também podem justificar esse resultado. De acordo com Paterson et al. (1994) teores de fibra acima de 55%, reduzem o consumo em função da digestibilidade da matéria seca, acarretando limitações de ordem física no rúmen. O efeito cúbico a 7% (P=0,0006) observado para o CMSS também pode ter sido em função do ganho de peso dos animais (que era crescente a cada período experimental), uma vez que o fornecimento de suplemento era ajustado de acordo com o peso vivo dos mesmos. A cada período experimental pesavam-se os animais e as quantidades de suplemento a serem fornecidas correspondiam a 8g/kg de peso vivo (Tabela 8).

Tabela 8. Peso dos animais (kg) em função dos tratamentos e períodos.

(Trat/Per/Anim)	Tratamentos				
	C0	C2,5	C5	C10	C15
Período 1	570 (A1)	446 (A2)	660 (A3)	445 (A4)	512 (A5)
Período 2	532 (A5)	584 (A1)	453 (A2)	668 (A3)	438 (A4)
Período 3	448 (A4)	532 (A5)	596 (A1)	455 (A2)	668 (A3)
Período 4	686 (A3)	451 (A4)	546 (A5)	606 (A1)	454 (A2)
Período 5	460 (A2)	690 (A3)	455 (A4)	549 (A5)	611 (A1)

Mesmo tendo ocorrido efeito para a ingestão de matéria seca de suplementos, não ocorreu efeito para os consumos de MS, FDA, EE, CHOT e MO, mas sim para PB e FDN, o que pode estar associado a composição química dos suplementos e da forrageira. O consumo de PB apresentou efeito linear decrescente (P<0,001), com redução de 11,90%, o que está associado com o comportamento ingestivo dos animais (Figura 1 e 2), onde os tratamentos com maior proporção de crambe apresentaram maior tempo de ingestão. O consumo de FDN apresentou efeito quadrático com ponto de mínima de 3,83% de inclusão de crambe. As alterações causadas pelo acréscimo da torta de crambe promoveram um efeito aditivo uma vez que não ocorreu efeito para o consumo de forragem e de matéria seca total dos animais.

Baroni et al. (2010), suplementando animais em pastagens de *Panicum* durante a época das secas, com suplementos de até 4 kg/animal/dia, encontraram efeito para o

consumo de FDN, já Lima et al. (2013) suplementando animais com torta de girassol em suplementos encontraram um aumento na ingestão de FDN decorrente da concentração de fibra no suplemento. O consumo de FDN em g/kg PV dos animais foi de 7,45; 6,08; 6,75; 6,31 e 6,46; para os níveis de inclusão de 0; 2,5; 5; 10 e 15%, respectivamente; valores inferiores ao sugerido por Detmann et al. (2003) de 11,93 g/kg PV de FDN, sendo que a predominância dos mecanismos físicos é estabelecida com a elevação dos níveis de volumosos da dieta, o que não ocorreu neste trabalho. Este baixo consumo pode ser explicado pelo elevado peso dos animais e pelo excesso de interferência na rotina de pastejo.

A concentração de FDN na dieta esta negativamente relacionada com o consumo de MS em razão da fermentação lenta e de maior tempo de permanência no rumem, limitando assim o consumo por enchimento ruminal; porém fibras mais digestíveis, com menor tamanho de partículas, podem estimular o consumo pelo aumento da taxa de passagem.

Não ocorreu efeito da adição de crambe, para os coeficientes de digestibilidade da PB; FDN; FDA; EE; CHOT e MO (Tabela 9), Baroni et al. (2010) e (2012), encontraram aumento melhores coeficientes de digestibilidade de nutrientes para animais recebendo suplementos na quantidade de 4 kg/animal/dia; valores estes semelhantes ao encontrado neste trabalho. A ausência de efeito para o digestibilidade total dos nutrientes pode ser decorrente do consumo apresentado pelos animais e pela concentração de CNF encontrada na dieta Os CNF, normalmente, são degradados no rúmen ou digeridos ao longo do trato gastrintestinal dos ruminantes (Silva et al. 2010).

Tabela 9. Coeficientes de digestibilidade total dos nutrientes da dieta em suplementos com torta de crambe em substituição ao farelo de soja.

	Tratamentos				
	C00	C2,5	C5	C10	C15
PB	0,854	0,822	0,858	0,844	0,818
FDN	0,710	0,606	0,719	0,697	0,680
FDA	0,534	0,449	0,558	0,497	0,546
EE	0,857	0,818	0,877	0,864	0,858
MO	0,709	0,665	0,722	0,719	0,696
CHOT	0,670	0,627	0,684	0,686	0,662

PB = proteína bruta, FDN = fibra em detergente neutro, FDA = fibra em detergente ácido, MO = matéria orgânica, NDT = nutrientes digestíveis totais, CHOT = carboidratos totais.

Segundo Cardoso et al. (2000), a suplementação com níveis elevados de concentrado não afetam a digestibilidade aparente da Fibra, desde que pH ruminal se

mantenha dentro de limites fisiológicos, o que aconteceu neste trabalho onde todos os tratamentos apresentaram valores de PH acima do limite proposto de 6,2 proposto por Russel & Wilson (1996), como sendo o mínimo para que não ocorra redução da síntese microbiana e inibição da degradação da FDN.

Ocorreu redução na taxa de consumo dos concentrados com o aumento da concentração de crambe. Para a ausência de crambe, todo o suplemento fornecido é consumido até 100 minutos. À medida que se aumenta a concentração de torta de crambe nos concentrados ocorre aumento no tempo necessário para o consumo total de forma que ainda existe uma quantidade considerável de suplemento aos 100 minutos após o fornecimento.

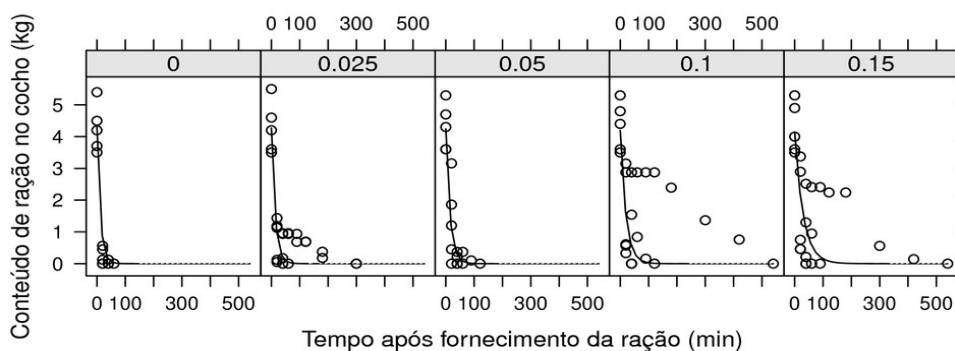


Figura 1. Consumo de suplemento em função do tempo após o fornecimento e concentração de crambe.

A ingestão dos concentrados em função do tempo com ênfase no intervalo de 0 a 100 minutos é apresentada na Figura 2. Os suplementos que continham a maior concentração de torta de crambe apresentam a maior quantidade no cocho. O valor nutricional da torta de crambe depende da presença de epi-PG e os níveis de aglucon presentes. Estes produtos são tóxicos e possuem gosto amargo o que torna o produto não palatável. A torta de crambe contém de 80-100g/kg de glucosinolatos (Liu et al. 1993; Tripathi & Mishra, 2007) e praticamente 90% deste é transformado em epiogitrina (epi-PG), a qual é hidrolisada. No grão o glucosinolato é hidrolisado pela enzima tioglucosidase (TGSase), esta reação entre o glucosinolato e a enzima ocorre quando a semente é esmagada, principalmente na obtenção da torta. Em ruminantes não ocorre a formação destes produtos tóxicos durante a digestão; no entanto há relatos de redução de consumo, decorrente da baixa aceitabilidade apresentada pelo coproduto (Mendonça, 2012; Canova, 2012).

O Glucosinolato em ruminantes reduz a atividade da flora ruminal em bovinos após seis dias de sua ingestão (Duncan & Milne, 1991), podendo causar redução de consumo após o terceiro dia (Stock et al. 1993).

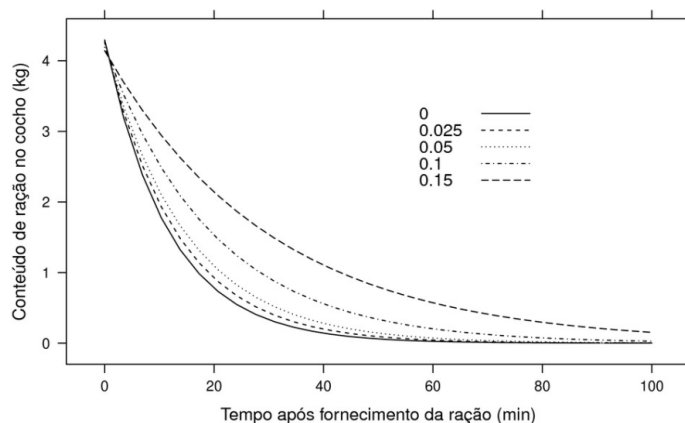


Figura 2. Consumo de ração em função do tempo após fornecimento e concentração de crambe. Ênfase no intervalo de 0 a 100 min.

Esse comportamento poderia ser explicado a partir da composição bromatológica dos suplementos. Redução na digestibilidade e aumento nos teores de lignina, carboidratos totais, e extrato etéreo, por exemplo, podem explicar alterações no comportamento ingestivo. Porém, neste trabalho essa não pode ser a justificativa, pois, não houve diferenças estatísticas desses parâmetros (Capítulo 2).

A redução na aceitabilidade causada pela torta de crambe observada por Brás (2011) pode explicar o comportamento ingestivo, no qual os animais levaram mais tempo para ingerir os suplementos contendo maior proporção de torta de crambe.

A inclusão de torta de crambe em substituição ao farelo de soja prolonga o tempo de ingestão de suplemento. Para os tratamentos que continham as maiores proporções de torta de crambe foram observados os maiores tempos para ingestão total do concentrado. Não foram observadas alterações no consumo de forragem e consumo total de matéria seca, havendo efeito da torta de crambe para o consumo de suplemento.

CONCLUSÃO

A inclusão de torta de crambe em substituição ao farelo de soja aumenta o consumo de suplemento, no entanto, este é consumido mais lentamente à medida que se aumenta a concentração de torta de crambe; sem alterar o consumo total de matéria seca e a digestibilidade total dos nutrientes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BARONI, C.E.S. LANA, R.P. FREITAS, J.A., MANCIO, A.B. SVERZUT, C.B., QUEIROZ, A.C.; LEÃO, M.I Níveis de suplemento para novilhos nelore terminados a pasto na seca: consumo e digestibilidade. **Archivos de Zootechnia**, v.61, n.233, p.31-41, 2012.
- BARONI, C.E.S.; LANA, R.P.; MANCIO, A.B.; MENDONÇA, B.P.C.; LEÃO, M.I.; SVERZUT, C.B. Consumo e digestibilidade de nutrientes em novilhos suplementados e terminados em pasto, na seca. **Arquivos Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**. v.62, n.2, p.365-372, 2010.
- BERCHIELLI, T.T., PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal:Funep. 2011. 616p.
- BRÁS, P. **Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. 2011. 91 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa-SP.
- CANOVA, E.B. **Torta de crambe (*Crambe Abyssinica* Hochst) na alimentação de cordeiros**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Zootecnia, Nova Odessa-SP, 2012.
- 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, n.06, p.1837-1856, 2001.
- CARDOSO, R.C.; VALADARES FILHO, S.C.; COELHO DA SILVA, J.F. et al. Consumo e digestibilidades aparentes totais e parciais de rações contendo diferentes níveis de concentrado, em novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1832-1843, 2000.
- 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.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; et al. Cromo e indicadores internos na estimação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; LANA, R.P. Consumo de fibra em detergente neutro por bovinos em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1763-1777, 2003 (supl 1).
- DUNCAN, A. J., MILNE, J. A. Rumen microbial degradation of allyl cyanide as a possible explanation for the tolerance of sheep to Brassica-derived glucosinolates. **Journal of Science Food Agriculture**. v.58, p.15, 1991.
- FAVARO, S.P.; ROSCOE, R.; DELMONTES, A.M.A.; et al. **Produtos e Coprodutos. IN: Tecnologia e produção do Crambe: 2010**. Maracaju: FUNDAÇÃO MS, p.60, 2010.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009a.

- FORBES, J.M. Voluntary feed intake. In: FORBES, J.M., FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. Cambridge: University Press. p.479-494, 1993.
- GOES, R.H.T.B.; LAMBERTUCCI, D.M.; BRABES, K.C.S.; ALVES, D.D. Suplementação protéica e energética para bovinos de corte em pastagens tropicais. **Arquivo de Ciências Veterinárias e Zoologia da Unipar**, v.11.n.2, p.129-137, 2008.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- KLOSS P., JEFFERY E., WALLIG M., et al., Efficacy of feeding glucosinolate extracted Crambe meal to broiler chicks. **British Poultry Science**, 73, p.1542-1541, 1994.
- KUNKLE, W.E. et al. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. Proceedings of the American Society of Animal Science, 2000. Disponível em: <www.asas.org/jas/symposia/proceedings/0912.pdf>. Acesso em: 20 jun. 2000.
- LIMA, H.L.; GOES, R.H.T.B. ; CERILLO, S.L.N. ; OLIVEIRA, E.R. ; GRESSLER, M.G.M. ; BRABES, K.C.S. Nutritional parameters of steers receiving different levels of sunflower crushed in partial replacement of soybean meal. **Anais... Academia Brasileira de Ciências**, 2013; NO PRELO.
- LIU, Y.G.; STEG, A.; HINDLE, V. A. Crambe meal: a review of nutrition, toxicity and effect of treatments. **Animal Feed Science and Technology**, 41, p. 133-147, 1993.
- 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, n.04, p. 240-246. 2010.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: CAMPOS, O.F., LIZIERE, R.S., FIGUEIREDO, E.A.P. (Ed.). In: Simpósio sobre Tópicos Especiais em Zootecnia. **Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia**. Juiz de fora, 34, p.131-168, 1997.
- MENDONÇA, B.P.C. **Coprodutos do crambe (*Crambe abyssinica*) na alimentação de bovinos nelore em confinamento**. 2012. 51p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.). Forage quality, evaluation and utilization. **Madison: American Society of Agronomy**. p.450-493, 1994.
- MOORE, J.E.; BRANT, M.H.; KUNKLE, W.E.; HOPKINS, D.I. Effects of supplementation on voluntary forage intake, diet digestibility, and animal performance. **Journal of Animal Science**, v.77. suppl. 2, p.122-135, 1999.
- MURAKAMI, A.E.; KIRA, K.C.; SCAPINELLO, C., et al. Farelo de canola na alimentação de poedeiras comerciais. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.24, n.3, p.401-408, 1995.
- MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Technical Note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1, p.179-183, 2004.
- NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington D.C., 2000. 233p.

PALMIQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: **Nutrição de Ruminantes**. 1. ed. Jaboticabal: Telma Teresinha Berchielli, Alexandre Vaz Pires e Simone Gisele de Oliveira. 2006, cap.10, p.287-310.

PATERSON, J.A., BELYEA, R.L., et al. The impact of forage quality on supplementation regimen on ruminant animal intake and performance. In: **Forage, quality, evolution and utilization**. FAHEY, Jr., G.C. (ed), ASA, C.S.S.A., Madison, Wisconsin, p.59-114, 1994.

PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H. The use of internal marks to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid fiber detergent fiber. **Journal Agricultural Science**, v.100, n.1, p.133-138, 1983.

RUSSELL, J.B.; WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? *Journal Dairy Science*, v.79, p.1503-1509, 1996.

SILVA, R.R.; PRADO, I.N; CARVALHO, G.G.P; SILVA, F.F; SANTANA JUNIOR, H.A; SOUZA, D.R.; DIAS, D.L.S; PEREIRA, M.M.; MARQUES, J.A.; PAIXÃO, M.L.; Novilhos nelore suplementados em pastagens: consumo, desempenho e digestibilidade. **Archivos de Zootecnia**, v.59 (228): p.549-560, 2010.

STOCK, R., R. BRITTON, T. KLOPFENSTEIN, K. et al. Feeding value of crambe meal. **Nebraska Beef Cattle**. p.51-53, 1993.

TILLEY, J.M.A.; TERRY, R.A. A two-stage technique for the in vitro digestion of forage crops. **Journal of British Grassland Society**, Oxford, v.18, p.104-111, 1963.

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

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**. p.46-145, 1969.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

WALLIG, M.A., BELYEA, R.L., TUMBLESON, M.E., Effect of pelleting on glucosinolates content of Crambe meal. **Animal Feed Science and Technologic**, 99, p.205-214, 2002.

CAPÍTULO 5

Parâmetros ruminais de novilhos suplementados com torta de crambe em substituição ao farelo de soja, sob pastejo

RESUMO: Foram avaliados os valores de pH, o teor de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e as concentrações dos ácidos graxos de cadeia curta (acético, propiônico e butírico), a soma total e a relação acetato:propionato, de bovinos mantidos a pasto e suplementados com torta de crambe em substituição ao farelo de soja. Foram utilizados cinco novilhos, fistulados no rúmen dos quais se coletou amostras de líquido ruminal antes do fornecimento do suplemento e 2, 4, 6 e 8 horas após. As inclusões de torta de crambe nos suplementos foram nas proporções de 0; 2,5; 5; 10 e 15%. O experimento foi conduzido em delineamento experimental quadrado latino 5x5, com arranjo em esquema de parcelas subdivididas, sendo os animais parcela e o tempo de coleta as subparcelas. A suplementação com níveis crescentes de torta de crambe teve efeito direto entre o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal. Uma vez que os maiores valores de N-NH₃ foram observados no mesmo intervalo de tempo em que o pH se encontrava mais ácido. A maior concentração para todos os ácidos graxos foi observada quando os animais receberam 10% de torta de crambe, antes e até duas horas após ingestão do concentrado, de modo que oito horas após, a concentração dos ácidos se eleva novamente. A torta de crambe reduziu a concentração de ácidos graxos de cadeia curta no líquido ruminal de bovinos.

Palavras-chave: acético, butírico, coproduto, metabolismo ruminal, propiônico, suplementação a pasto

Effects of replacing soybean meal with pie crambe in ruminal parameters (pH, ammonia and short chain fatty acids) supplemented cattle grazing.

Abstract: The values of pH, the concentration of ammonia nitrogen (NH₃-N) and concentrations of short chain fatty acids (acetic, propionic and butyric), the sum total and acetate: propionate ratio, cattle kept on pasture and supplemented with crambe crushed instead of soybean meal. Five steers, rumen of which collected samples of rumen fluid before feed supplement and 2, 4, 6 and 8 hours. The inclusions of crambe crushed the supplements were in the ratios of 0, 2.5, 5, 10 and 15%. The experiment was conducted in a randomized 5x5 Latin square, arranged in a split-plot, and the plot and the animal collection time the subplots. Supplementation with increasing levels of crambe crushed had a direct effect between pH and ruminal ammonia concentration. Since the highest values of NH₃-N were observed in the same time interval in which the pH was more acidic. The highest concentration for all fatty acids was observed when the animals received 10% crambe crushed, before and two hours after ingestion of the concentrate, so that eight hours, the acid concentration rises again. The crambe crushed reduced the concentration of short chain fatty acids in the rumen of cattle.

Keywords: acetic, butyric, coproduct, ruminal metabolism, propionic, pasture supplementation

INTRODUÇÃO

A fermentação ruminal é resultado da atividade física e microbiológica, a qual converte componente dietéticos à ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), proteína microbiana, vitaminas do complexo B e vitamina K, metano, dióxido de carbono, amônia, nitratos, etc., os quais são considerados produtos de fermentação. Para que ocorra uma fermentação adequada precisa haver suprimento de alimento, remoção dos produtos de fermentação do ambiente ruminal, adição de tamponantes e nutrientes via saliva, remoção dos resíduos indigestíveis dos alimentos, e controle de pH, temperatura, anaerobiose e umidade (Furlan et al. 2006). Segundo o mesmo autor, a faixa de normalidade de pH para as bactérias amilolíticas está em torno de 5,8 enquanto para as celulolíticas e protozoários o pH ideal deve ser em torno de 6,2 ou mais.

Os produtos de fermentação variam de acordo com a composição e quantidade de alimento ingerido pelo animal e estes, podem alterar o ambiente ruminal quando a taxa de produção excede a taxa de utilização pelos microrganismos e absorção pelo epitélio ruminal.

O pH é influenciado pela quantidade de carboidratos não estruturais, de modo que o aumento desse nutriente acidifica o ambiente ruminal, tornando-se mais adequado para o desenvolvimento de bactérias amilolíticas e ficando inadequado para o desenvolvimento das celulolíticas. Com maior desenvolvimento das amilolíticas, maior produção de ácido lático, menor desenvolvimento e atividade das celulolíticas devido ao pH inadequado à estas, logo, menor digestibilidade da fibra. Cardoso et al. (2000), trabalhando com diferentes níveis de concentrados na alimentação de novilhos Limousin x Nelore, concluíram que quando se aumentava o nível de concentrado na dieta ocorria redução do pH, variando de 5,76 á 6,12, resultados semelhantes aos observados por Ladeira et al. (1999) que, também trabalhando com novilhos, encontraram redução nos valores de pH linearmente com os níveis de concentrado nas rações e os tempos de coleta, tendo ficado na faixa de 5,51 a 6,83.

A amônia ruminal pode ser proveniente do nitrogênio não protéico da dieta, da degradação da proteína verdadeira dietética e da reciclagem via saliva ou difusão pela parede ruminal. Sua remoção pode ser realizada via incorporação em proteína microbiana, pela passagem ao trato posterior ou absorção ruminal (Van Soest, 1994).

A presença de nitrogênio amoniacal ($N-NH_3$) no líquido ruminal é indispensável para o desenvolvimento da microflora do rúmen. A maioria das espécies bacterianas utiliza a amônia para seu crescimento e para as que digerem a fibra, a amônia é

essencial (Russel et al. 1996). Detmann et al. (2007) estabeleceu como mínimo a concentração de 10 mg/dL para maior adequação do meio de crescimento à disponibilidade de compostos nitrogenados para o anabolismo microbiano. A concentração de amônia no rúmen é função do equilíbrio entre as taxas de produção, utilização, absorção e passagem. Altas concentrações de N-NH₃ ruminal resultam em maior absorção líquida pelas paredes do rúmen, conversão em uréia e consequentes perdas através da excreção urinária (Church, 1993).

A grande maioria dos ácidos graxos produzidos no rúmen provém da degradação dos lipídios dietéticos. No rúmen ocorre uma extensiva hidrólise dos lipídeos esterificados da dieta, onde triglicerídeos, galactolipídeos e fosfolipídeos, pela ação da lipases dos microrganismos, liberam ácidos graxos livres, permitindo que a galactose e o glicerol sejam fermentados a ácidos graxos de cadeia curta. Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) fornecem a maior parte da energia absorvida pelos ruminantes, estimada em 50 a 70% da energia digestível total (Sutton, 1980), sendo importante para entendimento do processo fermentativo no rúmen em diferentes sistemas de alimentação. Segundo Church (1988), a quantidade de AGCC no líquido ruminal é reflexo da atividade dos microrganismos e da taxa de absorção pela parede ruminal.

Com base nessas informações, objetivou-se através deste trabalho avaliar o efeito da substituição do farelo de soja pela torta de crambe sobre o pH, nitrogênio amoniacal e perfil de ácidos graxos do líquido ruminal dos bovinos suplementados a pasto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Setor de Nutrição de Ruminantes da Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, durante os meses de maio a julho de 2010, totalizando em 75 dias experimentais, divididos em cinco períodos com quinze dias de duração. Foram utilizados cinco novilhos castrados, mestiços, com peso corporal médio de 526 kg e providos de cânula ruminal. Os animais foram mantidos em piquetes individuais de 0,25 ha com pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, providos de cochos e bebedouros e recebiam diariamente pela manhã 8 g/kg de peso corporal de suplemento concentrado. Os tratamentos consistiam na substituição do farelo de soja pela torta de crambe, conforme: C00 = ausência de torta de crambe, C2,5 = inclusão de 2,5%, C5 = inclusão de 5%, C10 = inclusão de 10% e C15 = inclusão de 15% de torta de crambe; além dos demais ingredientes (Tabela 1).

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos.

Ingredientes	C00	C2,5	C5	C10	C15
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	37,64	37,47	37,29	36,94	36,59
Uréia	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
Mistura Mineral ¹	1,0	1,0	1,0	1,0	1,0

¹ Níveis de garantia (Kg/produto): Cálcio: 120,00 g, Fósforo: 88,00 g, Iodo: 75,00 mg, Manganês: 1300,00 mg, Sódio: 126,00 g, Selênio: 15,00 mg, Enxofre: 12,00 mg, Zinco: 3630,00 mg, Cobalto: 55,50 mg, Cobre: 1530,00 mg e Ferro: 1800,00 mg.

A cada período experimental os animais eram rotacionados nos piquetes de forma a eliminar o efeito da pastagem e ambiente. Ao final de cada período experimental os animais eram pesados e os suplementos ajustados de acordo com o peso verificado. Os suplementos foram balanceados de acordo com o NRC (2000), para 180 g/kg de PB e constituídos com torta de crambe em substituição parcial ao farelo de soja. Na Tabela 2 é apresentada a composição bromatológica dos ingredientes utilizados na formulação dos suplementos e na Tabela 3 são apresentados os teores em percentagem dos suplementos.

Tabela 2. Composição bromatológica dos ingredientes utilizados.

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

Para estimação do pH e da concentração de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal, as amostras de líquido ruminal foram coletadas manualmente no 12º dia, de cada período experimental, imediatamente antes da suplementação e 2, 4, 6, e 8 horas após o fornecimento do suplemento, na interface líquido/sólido do ambiente ruminal e filtradas por uma camada tripla de gaze. As mensurações do pH foram realizadas imediatamente após a coleta por intermédio de peagâmetro digital portátil.

Tabela 3. Teores em porcentagem, da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN) e ácido (FDA), nutrientes digestíveis totais (NDT) e matéria mineral (MM) dos concentrados.

	Tratamentos [#]					CV (%)
	C0	C2,5	C5	C10	C15	
MS	91.50	93.21	94.87	97.23	93.69	4,57
PB	16.20	14.85	15.48	14.56	14.01	13,82
EE	9.69	9.66	9.96	9.97	11.42	21,83
FDN	51,87	36.05	43.37	37.95	40.45	6,98
FDA	8.49	5.87	9.23	6.47	6.70	11,94
MM	14.37	13.32	12.69	12.33	12.56	17,68
NDT ⁺	83.19	84.37	77.61	80.25	85.76	5,58

[#]C0 = tratamento sem inclusão de torta de crambe; C2,5 = tratamento com 2,5% de inclusão de torta de crambe; C5 = tratamento com 5% de inclusão de torta de crambe; C10 = tratamento com 10% de inclusão de torta de crambe; C15 = tratamento com 15% de inclusão de torta de crambe.

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey (P>0,05).

+ NDT = 9,6134+0,829DMS

Para determinação do nitrogênio amoniacal, separou-se uma alíquota de 40 mL, acidificada com 1 ml de HCl 1:1, sendo acondicionada em recipiente de vidro com tampa de polietileno, identificada e congelada a -20°C para posterior análise no Laboratório de Nutrição Animal. As concentrações de N-NH₃ nas amostras do líquido ruminal foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica descrita por Fenner (1965), adaptada por Vieira (1980).

Para a determinação dos AGCC (acético, propiônico, butírico) foi coletada uma alíquota de 10 ml de líquido ruminal manualmente, no 12^o dia experimental, na interface líquido/sólido do ambiente ruminal, imediatamente antes da suplementação e 2, 4, 6, e 8 horas após o fornecimento do suplemento. As amostras foram filtradas por uma camada tripla de gaze, congeladas a -20°C e enviadas ao Laboratório de Bromatologia da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”.

As amostras sofreram centrifugação a 15.000 g (4°C), durante 60 minutos, sendo analisadas de acordo com Campos et al. (2004) em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC), equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Injector). O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico sendo acrescentado, em cada tubo para leitura em cromatógrafo, 100 μl do padrão interno, 800 μl da amostra e 200 μl de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos de cadeia curta com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador (Campos et al. 2004).

O experimento foi conduzido em delineamento experimental quadrado latino 5x5, com arranjo em esquema de parcelas subdivididas, sendo os animais parcela e o tempo de coleta as subparcelas. Os efeitos da proporção de crambe ao tempo após fornecimento do suplemento foram analisados por análise de variância e estudados via ajustes de modelos de regressão, através do pacote estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

pH ruminal

Observa-se na Figura 1 que o comportamento influenciado pela torta de crambe, para todos os tratamentos, se baseou em um decréscimo na concentração do pH ruminal na medida em que se aumentavam os tempos de coleta ($P < 0,05$). A maior queda do pH foi observada entre 2 e 5 horas, e após esse tempo o pH apresentou uma elevação. Empregando expressões do cálculo, o ponto de mínimo para pH foi obtido 4,65 horas após fornecimento na proporção de 7,1 de crambe. Para o intervalo de níveis estudados (0-8h e 0-15%) o pH mínimo foi de 6,38 e o máximo não ultrapassou 7, segundo valores preditos pelo modelo ajustado.

O comportamento geral do pH ruminal em relação aos níveis de torta de crambe e tempo de coleta de líquido, teoricamente, não alteraria a digestibilidade da fibra dietética. O valor mínimo encontrado é superior ao limite de 6,2, proposto por Russel & Wilson (1996) e Hiltner & Dehority (1983), como sendo o limite mínimo para que não ocorra redução da síntese microbiana e inibição da degradação da FDN; valores inferiores a este acarretam redução significativa do processo de degradação do alimento e valores inferiores que 6,0 praticamente não ocorre degradação da fibra. Os valores médios de pH são apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Valores médios de pH do líquido ruminal de bovinos.

Tempos (h)	Tratamentos [#]				
	C0	C2,5	C5	C10	C15
0	6,78	6,46	6,45	6,59	6,66
2	6,84	6,56	6,37	6,40	6,52
4	6,64	6,44	6,54	6,53	6,58
6	6,66	6,40	6,40	6,45	6,52
8	6,90	6,61	6,59	6,47	6,66

[#]C0 = tratamento sem inclusão de torta de crambe; C2,5 = tratamento com 2,5% de inclusão de torta de crambe; C5 = tratamento com 5% de inclusão de torta de crambe; C10 = tratamento com 10% de inclusão de torta de crambe; C15 = tratamento com 15% de inclusão de torta de crambe.

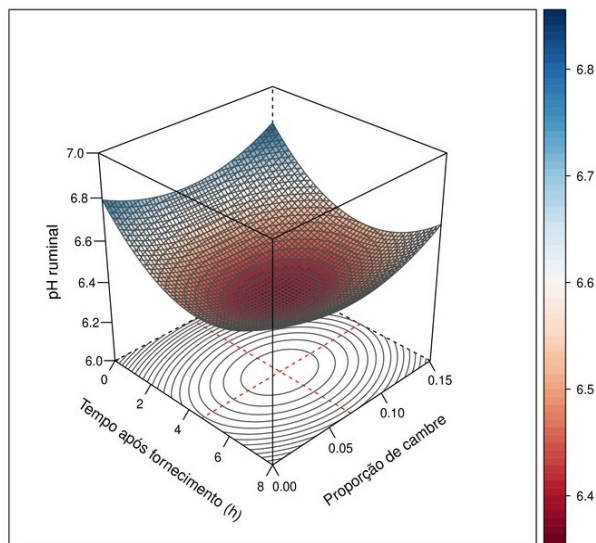


Figura 1. pH do líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes níveis de torta de crambe, em vários tempos de coleta.

O pH ruminal diminui após as refeições e muitas vezes aumenta durante os ciclos de ruminação. A diminuição que se segue às refeições é devida à produção de ácidos pela fermentação da matéria orgânica consumida, enquanto que o aumento durante a ruminação é geralmente atribuído à secreção de tampões na saliva. Os valores de pH também estiveram dentro da faixa aceitável para o máximo crescimento microbiano, que de acordo com Coelho da Silva & Leão (1979), Orskov (1988) e Hoover & Stokes (1991) devem estar entre 5,5 e 7,0.

Nitrogênio Amoniacal

A Figura 2 ilustra graficamente a relação entre nitrogênio amoniacal, tempo e concentração de torta de crambe, na qual observamos que os maiores valores estão associados a valores intermediários de tempo (1,5 – 3,5 h). Verifica-se pouca variação do nitrogênio em relação à proporção de crambe entre os tratamentos, contudo, o crambe eleva o nitrogênio amoniacal. Usando-se expressões do cálculo, verifica-se que o tempo 2,33h corresponde aos valores máximos de nitrogênio.

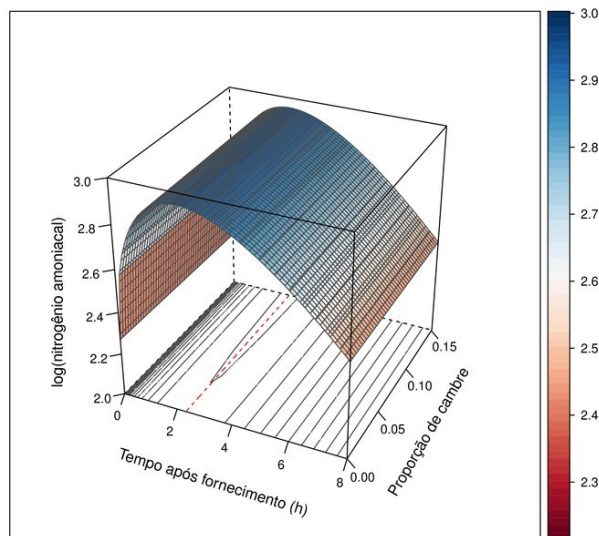


Figura 2. Concentração de Nitrogênio Amoniaco do líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes níveis de torta de crumbe, em vários tempos de coleta.

A concentração de amônia ruminal pode ser usada como indicador da eficiência de sua utilização no rúmen. Altas concentrações de amônia ruminal resultam em maior absorção líquida de nitrogênio amoniaco ($N-NH_3$) pelas paredes do rúmen, conversão em uréia e conseqüentes perdas através da excreção urinária (Assis et al. 2004).

Como observado no capítulo anterior, a torta de crumbe influencia na degradabilidade da proteína bruta do suplemento, de modo que a maior fração solúvel deste nutriente foi observada no tratamento com 15% de inclusão de torta de crumbe em substituição ao farelo de soja. Isso pode explicar o fato de serem observados valores crescentes de nitrogênio amoniaco em relação aos tratamentos, no tempo 2h. O tratamento C15 apresentou a maior concentração de $N-NH_3$, duas horas após fornecimento do suplemento (Tabela 5).

Brás (2011), avaliando as concentrações de $N-NH_3$ no líquido ruminal de ovinos alimentado com torta de crumbe, observou maior concentração, duas horas após fornecimento do alimento (40,0 mg/dL), valor superior ao observado neste trabalho (23,67 mg/dL). As concentrações médias de $N-NH_3$, no líquido ruminal, para todos os níveis de inclusão estiveram acima do mínimo requerido para o máximo crescimento microbiano e de digestão ruminal que é de 10 mg/dL de acordo com Leng (1990); o mesmo limite é destacado por Detmann et al. (2007) para que ocorra maior adequação do ambiente ruminal para o crescimento microbiano a partir da disponibilidade de compostos nitrogenados. No entanto, Satter & Slyter (1974) afirmam que o nível

mínimo necessário para manter as funções normais do rúmen é de 5 mg de N-NH₃/100 mL, sendo observados valores superiores a este em todos os tratamentos.

Tabela 5. Valores médios de nitrogênio amoniacal (mg/dL) em função dos tempos de coleta de líquido ruminal.

Tempos (h)	Tratamentos [#]				
	C0	C2,5	C5	C10	C15
0	9,44	9,29	7,99	6,94	8,02
2	20,84	23,67	24,11	27,79	31,57
4	18,43	17,42	19,22	22,85	22,97
6	13,68	14,46	14,92	16,40	15,10
8	15,14	11,23	11,49	13,06	10,23

#C0 = tratamento sem inclusão de torta de crambe; C2,5 = tratamento com 2,5% de inclusão de torta de crambe; C5 = tratamento com 5% de inclusão de torta de crambe; C10 = tratamento com 10% de inclusão de torta de crambe; C15 = tratamento com 15% de inclusão de torta de crambe.

Ácidos Graxos de Cadeia Curta

Em relação aos ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), uma maior concentração para todos os ácidos foi observada quando os animais receberam 10% de torta de crambe (Figura 3, 4, 5 e 6), antes e até seis horas após ingestão do concentrado, de modo que oito horas após, a concentração se eleva novamente. Houve influência do tempo e das concentrações de torta crambe ($P < 0,05$), onde independente das concentrações avaliadas ocorreu redução entre o intervalo de 4 a 6 horas após a alimentação.

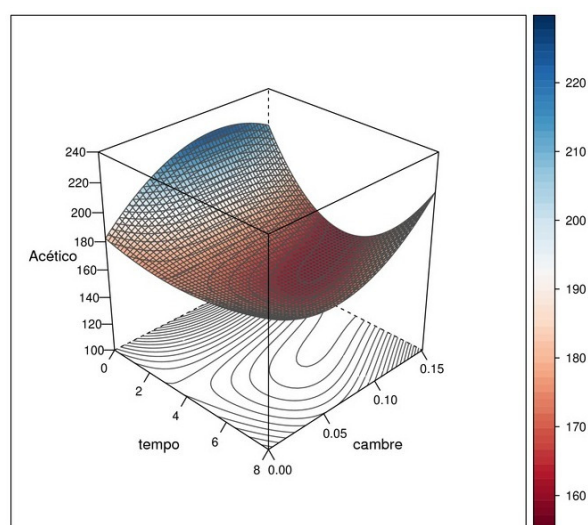


Figura 3. Concentração de ácido acético do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.

As concentrações de ácidos graxos de cadeia curta e pH podem ser alteradas em função do tipo de alimento, uma vez que as bactérias celulolíticas, não toleram condições ácidas e diminuem a produção de acetato (Chalupa et al. 1986). Neste trabalho o pH ruminal apresentou queda até 5 horas após a suplementação com valores mínimos de 6,3.

A torta de crambe influenciou significativamente ($p < 0,05$) a concentração de ácido propiônico no líquido ruminal dos animais, sendo superior a concentração para a suplementação com 0% de torta de crambe (Figura 4). As maiores proporções de crambe nos suplementos proporcionaram as maiores concentrações de ácido propiônico, possivelmente este efeito está relacionado aos teores de lipídeos dos concentrados.

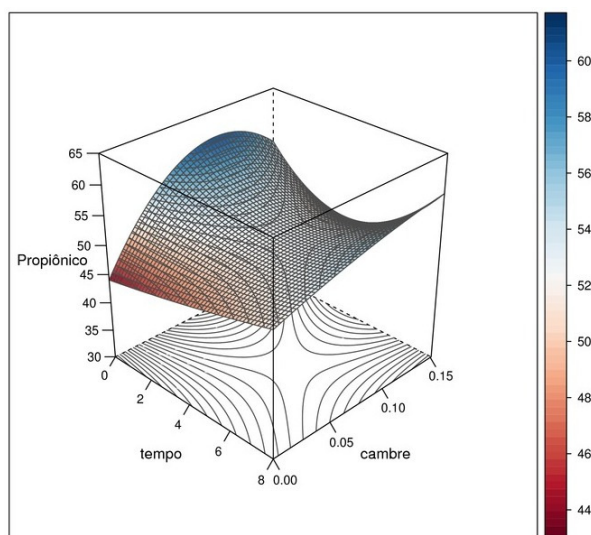


Figura 4. Concentração de ácido propiônico do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados

A produção dos ácidos valérico e os isoácidos (isobutírico e isovalérico) são oriundos da fermentação de proteína. Concentrações ruminais de isovalérico e isobutírico são indicativos de fermentação de aminoácidos, que em altas concentrações, acumulam AGV, principal fator de redução do pH. Ruminantes alimentados com dietas ricas em forragens a população microbiana do rúmen geralmente converte os carboidratos fermentados em 60 a 70% de ácido acético, 18 a 22% de ácido propiônico, 13 a 16% de ácido butírico e 2 a 4% de ácido valérico.

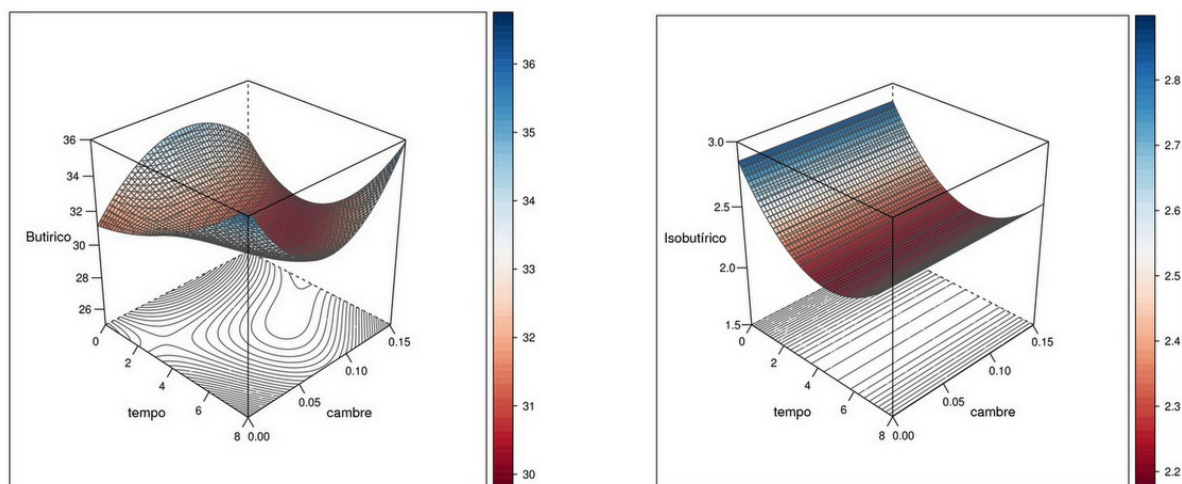


Figura 5. Concentração de ácido butírico e isobutírico do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.

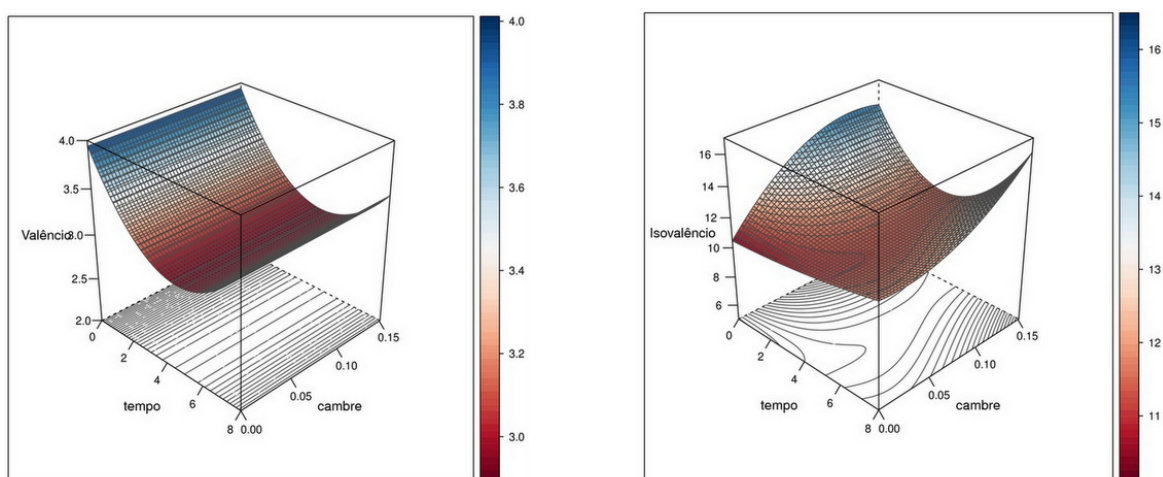


Figura 6. Concentração de valérico e isovalérico do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.

Marín et al. (2010) destaca que no rúmen ocorre lipólise liberando ácidos graxos e glicerol, sendo que este é rapidamente fermentado e que primeiramente ocorre aumento nas concentrações de ácido propiônico com posterior elevação do ácido acético, isso provavelmente explica a redução do acetato e aumento do propionato nas primeiras horas após a suplementação. Segundo os mesmos autores esta ação nas primeiras horas podem ter alterado a relação C2:C3, o que pode ser visto na Figura 7, onde a relação acetato:propionato apresenta redução e valores mínimos até as 6 horas após a suplementação.

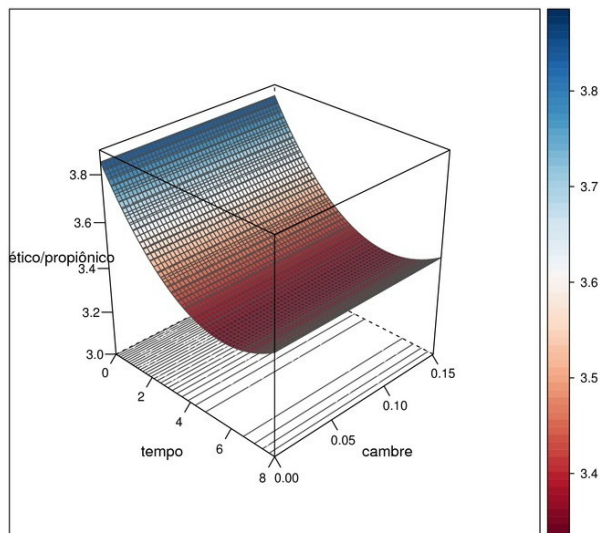


Figura 7. Relação acetato:propionato do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.

O pool de ácidos graxos, após as refeições, é proveniente da ação dos microrganismos sobre os substratos presentes em grande quantidade, quando incorporam os açúcares dietéticos e em contrapartida, liberam para o ambiente os ácidos graxos, principal fator contribuinte para a diminuição do pH nesses períodos. O efeito da associação entre a produção desses ácidos de cadeia curta e a liberação de amônia no compartimento do rúmen altera a estabilidade do pH ruminal, e modificações na magnitude desses três fatores podem ocorrer quando incluso óleo na dieta (Loor et al. 2002). A torta de crambe contém aproximadamente 36% de óleo e este, por sua vez possui elevada concentração de ácidos graxos insaturados (Carlson & Tookey, 1983), que são tóxicos para os microrganismos, o que pode alterar a relação C2:C3 e ainda a soma total de ácidos graxos de cadeia curta, através da alteração da microbiota ruminal, alterando população de bactérias gram (+), principalmente as celulolíticas (Chalupa et al. 1986; Marín et al. 2010).

A redução da razão C2:C3, é decorrente da redução da produção de ácido acético, já que a concentração de ácido propiônico se manteve, possivelmente estendido devido a alta presença de concentrado na dieta com relação volumoso:concentrado de 40,41:59,58. O decréscimo de acetato e da razão C2:C3 tem sido explicado pela tendência de bactérias fibrolíticas e amilolíticas em produzir, em maior quantidade, acetato e propionato, respectivamente.

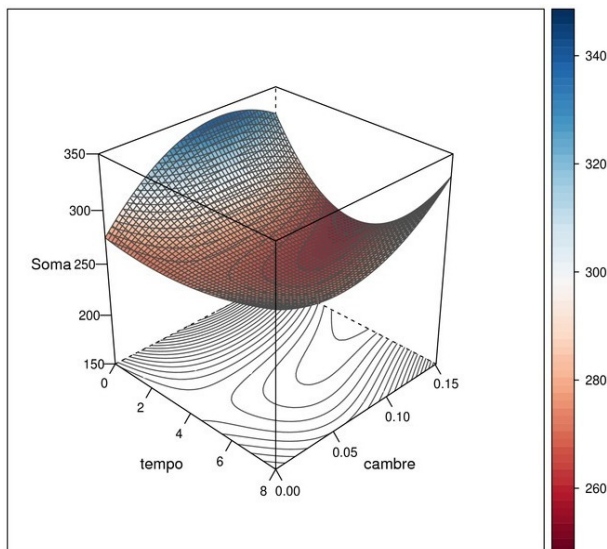


Figura 8. Soma total dos AGCC do líquido ruminal de bovinos em função dos tempos de coleta e dos níveis de inclusão de torta de crambe nos suplementos avaliados.

No tempo zero (h), antes no fornecimento de suplemento, observam-se maiores concentrações de AGCC no tratamento C10, havendo um decréscimo nessa concentração até aproximadamente, cinco horas. A partir das seis horas observa-se um leve acríve, sendo este mais acentuado oito horas após o fornecimento de suplemento.

Para todos os tratamentos foi observado o mesmo comportamento, no entanto para o tratamento C0 essa diminuição em função do tempo não foi tão acentuada.

CONCLUSÕES

A suplementação com níveis crescentes de torta de crambe teve efeito direto entre o pH e a concentração de nitrogênio amoniacal ruminal. A torta de crambe reduziu a concentração dos ácidos graxos de cadeia curta do líquido ruminal em até 6 horas após ingestão do concentrado.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ASSIS, A.J.; CAMPOS, J.M.S.; QUEIROZ, A.C.; et al. Polpa cítrica em dietas de vacas em lactação. 2. Digestibilidade dos nutrientes em dois períodos de coleta de fezes, pH e nitrogênio amoniacal do líquido ruminal. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.33, n.1, p.251-257. 2004.
- BRÁS, P. **Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos**. 2011. 91p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Instituto de Zootecnia, APTA/SAA, Nova Odessa-SP.
- CAMPOS, F.P.; NUSSIO, C.M.B.; NUSSIO, L.G. **Métodos de análise de alimentos**. FEALQ, 2004. 135p
- CARDOSO, R. C.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, J. F. C.; et al. Síntese Microbiana, pH e Concentração de Amônia Ruminal e Balanço de Compostos Nitrogenados, em Novilhos F1 Limousin x Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.1844-1853, 2000.
- CARLSON, K.D., TOOKEY, H.L. Crambe meal as a protein source for feed. **Journal American Oil Chemists Society**, 60, 1983.
- CHURCH, D.E. **El Rumiante: Fisiología Digestiva y Nutrición**. Zaragoza: Acribia., 1993. 641p.
- CHURCH, D.E. **The Ruminant Animal Digestive Physiology and Nutrition**. Englewood Cliffs: Prentice Hall, 1988. 563p.
- COELHO S.J.F.; LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- DETMANN, E.; CECON, P.R.; PAULINO, M.P.; et al. Variáveis ruminais avaliadas por meio de funções matemáticas contínuas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.11, p.1651-1657, 2007.
- FURLAN, R.L.; MACARI, M.; FILHO, D.E.F. Anatomia e fisiologia do trato gastrintestinal. In: **Nutrição de Ruminantes**. Editora: ABDR, 2006. 23p.
- HILTNER, P.; DEHORITY, B.A. Effects of soluble carbohydrates on digestion of cellulose by pure cultures of rumen bacteria. **Applied and Environmental Microbiology**, v.46, n.5, p.642-648, 1983.
- HOOVER, W.H., STOKES, S.R. Balancing carbohydrates and proteins for optimum rumen microbial yield. **Journal of Dairy Sciences**, v. 74, p.3630-3644, 1991.
- LADEIRA, M.M.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; et al. Eficiência microbiana, concentração de amônia e pH e perdas nitrogenadas endógenas em novilhos nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.2, p.404-411, 1999.
- LENG, R.A. Factors affecting the utilization of “poor-quality” forages by ruminants particularly under tropical conditions. **Nutrition Reserve Review**, Bethesda v.3, n.3, p.277-303, 1990.
- LOOR, J.J.; HERBEIN, J.H.; JENKINS, T.C. Nutrient digestion, biohydrogenation, and fatty acid profiles in blood plasma and milk fat from lactating Holstein cows fed canola oil or canolamide. **Animal Feed Science and Technology**, v.97, p.65-82, 2002.
- MARÍN, A.L.M.; HERNÁNDEZ, M.P.; ALBA, L.P.; et al. Digestión de los Lípidos en los Rumiantes: Una Revisión. **Interciencia**, v.35, n.04, p. 240-246, 2010.

NRC - National Research Council. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Washington D.C., 2000. 233p.

ORSKOV, E.R. **Nutrición protéica de los ruminantes**. Zaragoza: Acribia, 1988. 157p.

PALMQUIST, D.L. Ruminal fermentation in vivo as influenced by long-chain fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.69, n.5, p.1293-1301, 1986.

RUSSEL, J.B., WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH. **Journal of Dairy Science**, v.79, p.1503-1509, 1996.

SATTER, L.D.; SLYTER, L.L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal Nutrition**, v.32, n.2, p.199-208, 1974.

SUTTON, J.D. Digestion and end product formation in the rumen from production rations: In: **Digestive Physiology and Metabolism in Ruminants**. S.I.: MTP Press Ltda., p.271-290. 1980.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.ed. Ithaca: Cornell University Press, 1994. 476p.

VIEIRA, P.F. **Efeito do formaldeído na proteção de proteínas e lipídios em rações para ruminantes**. 98p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1980.

CAPÍTULO 6

Balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana em novilhos suplementados com torta de crambe em substituição ao farelo de soja

RESUMO: Este experimento teve como objetivo avaliar o efeito da suplementação de novilhos mantidos a pasto com torta de crambe em substituição ao farelo de soja, sobre o consumo de matéria seca, balanço de compostos nitrogenados e síntese de proteína microbiana. Foram utilizados 5 novilhos mestiços, castrados, com peso médio de 526 kg distribuídos aleatoriamente em piquetes individuais de *B. brizantha* cv Marandu, em quadrado latino 5x5. Os suplementos avaliados foram fornecidos na quantidade de 8g/kg de peso vivo e constituídos de milho, farelo de soja, farelo de arroz, uréia e mineral, isoprotéicos (180 g/kg de proteína), sendo o farelo de soja substituído nas proporções de 0; 2,5; 5; 10 e 15%. A dieta total disponível apresentou média de 11,64; 11,39; 11,85; 11,18 e 10,35% de nitrogênio, para os níveis de substituição de 00; 2,5; 5; 10 e 15%, respectivamente. A inclusão da torta de crambe alterou a excreção de N urinário, sem alterar o N fecal e o consumo de N ingerido pelos animais, proporcionando um balanço de nitrogênio positivo. As excreções de uréia e N-uréia não foram influenciadas pela torta de crambe obtendo valores médios de 136,95 mgU/kg PV para uréia e 181,23 mg/dL para N-uréia. As excreções diárias de creatinina e N-creatinina não sofreram alterações significativas; nesse trabalho foram encontrados valores médios de 27,30 mgC/ kg PV e 10,23 mg/dL respectivamente. A concentração plasmática de uréia apresentou média de 31,91 mg/dL, para os animais suplementados com torta de crambe, valor este 10,56% superior aos animais não suplementados com torta de crambe. A substituição de farelo de soja por torta de crambe não alterou, a concentração de alantoína, derivados de purina, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano, proteína bruta microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (Emic), dos animais.

Palavras-chave: creatinina, derivados de purina, excreção de uréia, eficiência microbiana, uréia plasmática

Nitrogen balance and microbial protein synthesis in steers supplemented with crambe crushed to replace soybean meal

Abstract: This experiment aimed to evaluate the effect of supplementation of steers grazing with crambe crushed to replace soybean meal on dry matter intake, nitrogen balance and microbial protein synthesis. We used five crossbred steers with an average weight of 526 kg were randomly distributed in individual paddocks *B. brizantha* Marandu, 5x5 Latin square, in a split-plot. The supplements were provided in the assessed amount of 8g/kg live weight and consisting of corn, soybean meal, rice bran, urea and mineral isonitrogenous (180 g / kg protein) and soybean meal replaced the proportions of 0, 2.5, 5, 10 and 15%. The total available diet had an average of 11.64, 11.39, 11.85, 11.18 and 10.35% nitrogen, to replacement levels of 0, 2.5, 5, 10 and 15%, respectively . The inclusion of crambe crushed changed urinary N excretion without changing the consumption and faecal N, N ingested by animals, providing a positive nitrogen balance. The excretion of urea and urea-N were not influenced by crambe crushed obtaining average values of 136.95 MGU / kg for urea and 181.23 mg / dL for urea-N. The daily excretions of creatinine and creatinine-N did not change significantly, this study found average values of 27.30 mgC / kg and 10.23 mg / dL respectively. The plasma urea concentration showed an average of 31.91 mg / dL for animals supplemented with crambe crushed, this value 10.56% higher than the non-supplemented animals with pie crambe. The replacement of soybean meal by pie crambe did not alter the concentration of allantoin, purine derivatives, purines absorbed, microbial nitrogen, microbial crude protein (PBmic) and microbial efficiency (Emic) animals.

Keywords: creatinine, purine derivatives, urea excretion, efficiency
microbial, plasma urea

INTRODUÇÃO

No Brasil, grande quantidade de coprodutos da agricultura e da agroindústria tem potencial para uso na alimentação de animais, como os oriundos da cadeia do biodiesel (Van Cleef, 2008), estes podem ser empregados como fontes de nutrientes para animais por serem prontamente degradados no rúmen (Krishna, 1985). A utilização das tortas de oleaginosas na alimentação de ruminantes tem despertado o interesse de vários produtores, que em certos casos fornecem este alimento aos animais mesmo sem saber informações básicas sobre limitação de consumo (Neiva Junior et al. 2007).

O farelo e a torta de crambe são estudados como uma fonte de proteína para a alimentação de bovinos (Perry et al. 1979; Anderson et al. 1993; Goes, et al. 2010; Mizubuti et al. 2011; Mendonça, 2012; Canova, 2012), rica em aminoácidos como Cisteína, Metionina, Lisina e Treonina, os quais as proteínas dos cereais são deficientes (Knight, 2002). O farelo de crambe apresenta em torno de 30,5% de proteína bruta (PB), podendo variar de 22,7 a 49,5% em função da presença ou ausência de casca. Liu et al. (1993) e Liu et al. (1994) destacaram que a proteína do farelo de crambe é semelhante a do farelo de soja e rapidamente degradada no rúmen. O óleo extraído das sementes do crambe apresenta alto teor de ácidos graxos insaturados e se distingue de outros óleos pelo alto teor de ácido erúico ($C_{22:2}$) (50-60%). Possui também considerável concentração dos ácidos graxos: Oléico ($C_{18:1}$) de 16%, Linoléico ($C_{18:2}$) de 9,0% e Linolênico ($C_{18:3}$) de 5,0% (Watkins, 1999). Além disso, possui os glucosinolatos que podem reduzir a palatabilidade do alimento e o crescimento dos animais (Carlson e Tookey, 1983; Fenwick et al. 1983; Tripathi e Mishra, 2007).

A determinação do balanço de nitrogênio é de grande importância, pois auxilia na avaliação do nitrogênio utilizado pelos microrganismos ruminais evitando assim o fornecimento excessivo de proteína. O balanço de nitrogênio no animal associado com a concentração de uréia no plasma e na urina permite a obtenção de informações a respeito da nutrição protéica dos ruminantes, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia: proteína no rúmen (Pessoa et al. 2009).

Objetivou-se com este trabalho determinar o balanço dos compostos nitrogenados e a síntese de proteína microbiana em novilhos mantidos a pasto e suplementados com torta de crambe em substituição ao farelo de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no setor de Nutrição de Ruminantes da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), localizada em Dourados/MS, entre meses de maio a julho de 2011, totalizando 75 dias de período experimental.

Foram utilizados cinco novilhos mestiços, castrados, com idade de aproximadamente 18 meses e peso médio de 526 kg, providos de cânula ruminal permanente, desverminados com Ivermectina (1%) no início do experimento, mantidos em piquetes individuais de *Brachiaria brizantha* cv Marandu, e distribuídos aleatoriamente em delineamento quadrado latino 5x5.

Cada período experimental teve duração de 15 dias, do qual 10 dias foram destinados à adaptação. O concentrado foi fornecido diariamente no cocho, na quantidade de 8 g/kg de peso vivo, todos os dias pela manhã até as 10h00min para não interferirem no consumo de forragem. Ao final de cada período experimental os animais foram rotacionados nos piquetes, pesados e os suplementos ajustados de acordo com o peso obtido.

Os tratamentos foram balanceados de acordo com o NRC (2000), para 180 g/kg de PB e constituídos com torta de crambe em substituição parcial ao farelo de soja, nas proporções de 0, 2,5, 5,0; 10 e 15% (Tabela 1). A composição bromatológica dos ingredientes utilizados é apresentada na Tabela 2.

A área experimental utilizada foi de 2,5 hectares divididos em cinco piquetes, separados por cerca elétrica e providos de bebedouros e comedouros. A pastagem de *B. brizantha* cv Marandu, foi estabelecida em 2008, através de sistema de integração lavoura pecuária, pós-plantio de milho.

No primeiro dia de cada período experimental, foi determinada a disponibilidade total de matéria seca da forragem, através do corte rente ao solo de 10 áreas delimitadas aleatoriamente por quadrados metálicos (0,25 m²) dentro de cada piquete. A coleta da forrageira ingerida pelos animais foi realizada através do esvaziamento ruminal no 15º dia experimental, após jejum de sólidos por 12 horas. Posteriormente os animais foram recolocados em seus respectivos piquetes, onde permaneciam por aproximadamente 30 minutos. Ao final os animais retornavam ao curral, para a coleta do material ingerido no interior do rúmen. Coletou-se em média de 400 g de amostra por animal, que foi armazenada em sacos plásticos, identificada, e transportada até o Laboratório de Nutrição Animal/FCA/UFGD.

Tabela 1: Participação dos ingredientes (g/kg de matéria natural) e composição bromatológica dos concentrados (g/100g de MS).

Ingredientes	Tratamentos				
	C00	C2,5	C5	C10	C15
Torta de Crambe	-	2,5	5,0	10,0	15,0
Farelo de Soja	15,0	12,5	10,0	5,0	-
Farelo de Arroz	40,0	40,0	40,0	40,0	40,0
Milho	37,64	37,47	37,29	36,94	36,59
Uréia	0,35	0,52	0,70	1,05	1,40
Mineral	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
	Composição Bromatológica (g/100g de MS)				
	0%	2,5%	5%	10%	15%
MS	926,9	918,5	936,7	923,6	922,0
PB	153,4	148,6	155,0	145,7	140,0
EE	96,0	96,3	99,1	99,8	114,3
FDN	518,7	369,4	421,0	363,9	390,8
FDA	74,9	58,7	91,1	64,7	67,1
NDT*	843,6	846,8	796,7	802,5	813,1
MM	137,0	132,8	126,1	123,3	125,6

* %NDT = 9,6134+0,829DMS. Capelle et al., (2001).

Tabela 2. Composição bromatológica da pastagem e dos ingredientes utilizados no concentrado para os novilhos.

Ingredientes	MS*	PB*	EE*	FDN*	FDA*	MM*	DIVMS*
Torta de Crambe	943,0	261,9	182,7	302,3	194,4	47,8	620,4
Farelo de Soja	856,4	509,9	67,1	341,4	200,8	96,8	954,0
Farelo de Arroz	887,1	139,5	161,4	241,1	140,6	84,8	814,6
Milho	878,6	116,8	32,8	139,3	54,3	17,0	988,0
Núcleo Mineral	963,1	-	-	-	-	-	-
Pastagem	158,62	60,22	9,68	699,94	352,76	129,04	545,88

MS= Matéria seca, PB= proteína bruta, EE= extrato etéreo, FDN= fibra em detergente neutro, FDA= fibra em detergente ácido, MM= matéria mineral e DIVMS= digestibilidade *in vitro* da matéria seca

* g/100 g de Matéria seca.

O consumo de matéria seca dos animais foi determinado baseado na relação entre um indicador externo (dióxido de titânio, TiO₂) e um indicador interno (FDAi). A partir do segundo dia experimental foi introduzido no rúmen dos animais, via cânula ruminal, 10 g de TiO₂, divididos em dois tempos, 08h00min e 17h00min, por um período de 10 dias, sendo cinco dias de adaptação e cinco para coleta (Ferreira et al. 2009a). As amostras de fezes foram coletadas diretamente no reto dos animais às 6, 8, 10, 12, 14h00min, e acondicionadas em sacos plásticos devidamente identificados, enviadas ao Laboratório de Nutrição Animal e congeladas a -10°C. Ao final de cada período foi realizada uma amostra composta por animal, retirando-se uma amostra de cada animal, em cada

piquete por período. As análises do teor de titânio nas fezes foram realizadas por espectrofotometria de absorção atômica conforme Myers et al. (2004).

Para a determinação da produção de matéria seca fecal foi utilizada a fórmula: $g \text{ MS fecal excretada por dia} = (100 \times \text{TiO}_2 \text{ fornecido}) / (\% \text{ de TiO}_2 \text{ na MS fecal})$ e a FDA indigestível foi utilizada para a estimativa de consumo de forragem, determinada segundo procedimento descrito por Penning & Johnson (1983), adaptado por Detmann, et al. (2001) com base na degradabilidade *in situ*, por 144 horas.

O consumo de matéria seca foi determinado empregando-se a equação: $CMS = \{[(EF \times CIFZ) - IS] / CIFO\} + CMSS$; Onde, CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); EF = excreção fecal (kg/dia); CIFZ = concentração do indicador presente nas fezes (kg/kg); IS = indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFO = concentração do indicador presente na forragem (kg/kg), CMSS = consumo de matéria seca do suplemento (kg/dia).

A coleta de urina foi realizada no 12º dia experimental, na forma “spot”, quatro horas após o fornecimento do suplemento via cânula ruminal, em micção espontânea dos animais, sendo armazenadas duas alíquotas; a primeira, destinada à determinação da concentração de creatinina urinária, uréia, ácido úrico e alantoína contendo de 15 mL de urina e 135 mL de ácido sulfúrico 0,036 N. A segunda foi destinada à determinação da concentração de N total urinário contendo de 100 mL de urina e 1 mL de ácido sulfúrico 36 N. As amostras foram imediatamente congeladas a -20°C para análise posterior.

As análises de alantoína foram realizadas pelo método colorimétrico, conforme técnica, descrita por Chen & Gomes (1992). Para a determinação da concentração de creatinina e ácido úrico foram utilizados kits comerciais (Labtest® e Gold Analisa®). A excreção total dos derivados de purina (DP) foi calculada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico, excretadas na urina, expressas em mmol dia^{-1} . As purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol dia^{-1}) foram calculadas a partir da excreção de derivados de purina (DP, mmol dia^{-1}), utilizando a equação proposta por Verbic et al. (1990): $DP = 0,85 \text{ Pabs} + 0,385 \text{ PV}^{0,75}$. Em que: 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados urinários de purinas; $0,385 \text{ PV}^{0,75}$ = contribuição endógena para a excreção de purinas.

A síntese ruminal de compostos nitrogenados microbianos (Nmic, g dia^{-1}) foi determinada em função das purinas microbianas absorvidas (Pabs, mmol dia^{-1}), fazendo uso da equação: $Nmic = (70 \times \text{Pabs}) / 0,83 \times 0,116 \times 1000$. Em que: 70 = conteúdo de N

de purinas (mg N mol^{-1}); 0,116 = relação N purina:N total nas bactérias; 0,83 = digestibilidade das purinas microbianas.

O volume urinário foi calculado da seguinte maneira: $\text{VU (l/dia)} = (27,36 \times \text{PV}) / [\text{creatinina}]$, onde 27,36 representa o valor da excreção diária média de creatinina, em ppm PV, obtido por Rennó et al. (2000) em novilhos cruzados e zebuínos (PV é o peso vivo do animal e [creatinina] é a concentração de creatinina, em mg/L, encontrada na amostra de urina *spot* dos animais). As excreções diárias de N-uréia e N-creatinina foram obtidas por meio do produto das concentrações de uréia e creatinina pelo volume urinário de 24 horas, multiplicado por 0,466 ou 0,3715, correspondente aos teores de N na uréia e creatinina, respectivamente. A partir da excreção média diária de creatinina, obtida no experimento em mg/kg PV/dia, e da concentração de creatinina (mg/L) na amostra *spot* de urina, foi estimado o volume diário de urina.

As amostras de fezes e urina foram avaliadas quanto ao teor de nitrogênio, segundo metodologia da AOAC descrita por Silva e Queiroz (2002). Ao final de cada período foi realizada uma amostra composta por animal, retirando-se uma amostra de cada animal, em cada piquete por período. O balanço de compostos nitrogenados (BN) foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total excretado na urina e fezes. A partir desses valores, procedeu-se o cálculo para quantificar a retenção de nitrogênio (Nret), descontando-se o valor estimado da exigência BN para nitrogênio endógeno basal ($\text{NEB} = 0.35\text{PV}^{0.75}$).

Foram realizadas coletas de sangue, totalizando cinco amostragens, para posterior obtenção do plasma. A coleta foi realizada por punção da veia jugular e foram utilizados tubos Vacutainer[®] com heparina e transportadas ao Laboratório de Nutrição Animal da UFGD, onde foram centrifugadas a 3000 rpm, por 15 minutos, para a retirada do plasma. O plasma resultante foi acondicionado em micro tubos e congelado a -20°C , para análise dos níveis de uréia e creatinina plasmática. Após serem descongeladas determinou-se a uréia plasmática por colorimetria através do kit comercial (Gold Analisa[®]).

As análises estatísticas foram realizadas pelo delineamento principal, do experimento, o quadrado latino 5x5. Os dados obtidos foram analisados por análise de variância e estudados via ajustes de modelos de regressão, através do pacote estatístico R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante o período experimental, a quantidade total de matéria seca disponível foi de 7.047,85 kg MS/ha e de 4.994 kg MSVerde/ha (Tabela 3), valores este superiores ao obtido por Silva et al. (2009), que destacaram que para ocorrer seletividade animal deve-se ter 4.500 kg de MS/ha e 1.200 kg MSVerde/ha. Os animais não apresentaram efeito para o consumo de matéria seca total, com valores médios de 6,73 kg/dia (Tabela 4) e nitrogênio ingerido (Tabela 5).

Tabela 3: Valores médios de consumo de Matéria Seca de forragem (CMSF), de suplemento (CMSS) e total (CMST), expresso em quilos por dia (kg/dia).

	Inclusão de crambe (%)					Média	CV(%)	EPM*	P<F
	00	2,5	5,0	10	15				
CMSF (kg/dia)	2,83	2,97	2,44	2,43	2,94	2,72	28,00	0,11	*****
CMSS (kg/dia)	3,94	3,93	4,11	3,99	4,07	4,01	16,44	0,09	0,0006
CMST (kg/dia)	6,77	6,91	6,55	6,42	7,01	6,73	18,66	0,18	*****

A dieta total disponível apresentou média de 11,64; 11,39; 11,85; 11,18 e 10,35% de nitrogênio, para os níveis de substituição de 00; 2,5; 5; 10 e 15%, respectivamente. A inclusão da torta de crambe não alterou o consumo de N ingerido pelos animais (Tabela 3); possivelmente decorrente da composição protéica da dieta ligada ao consumo de matéria seca dos animais. Lima et al. (2013), suplementando novilhos a pasto com torta de girassol encontraram aumento do consumo de N dos animais; já Pereira et al. (2011), alimentando vacas Girolanda com torta de girassol no concentrado não encontraram efeito da inclusão deste coproduto no consumo de nutrientes, sendo que a média de consumo de N foi de 288 g N/dia, próximo ao encontrado por Lima et al. (2013) para os níveis de substituição de 20 e 40%. Cavalcante et al. (2006) trabalhando com bovinos de corte alimentados com rações contendo 10,5; 12,0; 13,5 e 15,0% de PB, respectivamente, também observaram aumento na ingestão de N, em função dos níveis de N da dieta.

Tabela 4: Valores médios para consumo de nitrogênio (N), N fecal, N urinário, excreção de N total, balanço de nitrogênio (BN), nitrogênio endógeno basal (NEB) e retenção de nitrogênio (N Ret), expresso em g / dia

Parâmetros	Inclusão de crambe (%)					Média	CV (%)	EPM	P<F
	00	2,5	5,0	10	15				
N ingerido	132,00	120,90	124,74	115,01	116,48	121,83	17,78	4,33	*****
N fecal	19,67	22,40	17,99	18,65	21,23	19,99	27,88	1,11	*****
N urinário	8,28	6,07	7,52	8,53	10,73	8,22	41,20	0,47	0,0123
N excretado	27,95	28,48	25,51	27,18	31,97	28,22	24,41	1,38	*****
BN	104,06	92,43	99,24	87,83	84,51	93,62	19,60	3,67	*****
NEB	39,07	39,13	39,23	39,36	38,92	39,15	12,24	0,96	*****
N Ret	64,99	53,28	60,01	48,46	45,58	54,46	26,86	2,93	0,0318

***** = não significativo

Nurina = $6,804 + 0,218x$

BN = $106,72 - 0,4369x$

NRet = $67,551 - 0,4361x$

Tabela 5: Valores médios para concentração de uréia na urina, excreção de uréia, creatinina na urina, excreção de creatinina, concentração de creatinina e de uréia plasmática, excreção fracional de uréia, N-uréia (ENUréia) e N-creatinina (ENCreatinina)

Parâmetros	Inclusão de crambe (%)					Média	CV (%)	EPM	P<F
	00	2,5	5,0	10	15				
Uréia na urina (mgU/dL)	123,25	133,86	147,69	152,78	127,16	136,95	50,45	9,11	*****
Excreção de Uréia (mgU/kg PV)	39,79	35,43	44,62	39,34	35,28	38,89	33,87	1,86	*****
Creatinina na urina (mg/dL)	84,31	102,82	93,02	102,70	95,75	95,72	39,05	5,30	*****
Excreção de Creatinina (mgC/kg PV)	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	27,30	-	-	*****
Uréia Plasmática (mg/dL)	28,86	31,36	31,86	33,64	30,78	31,30	25,82	1,14	*****
Creatina Plasmática (mg/dL)	1,26	1,32	1,36	1,36	1,30	1,32	12,05	0,02	*****
Excreção Fracional de uréia (%)	6,51	5,41	6,95	5,90	5,61	6,07	31,36	0,26	*****
ENUréia (mgN-U/kg PV)	185,44	165,09	207,90	183,32	164,39	181,23	33,87	8,68	*****
ENCreatinina (mgN-C/kg PV)	10,24	10,24	10,24	10,24	10,24	10,23	-	-	*****

***** = não significativo

Tabela 6: Valores médios de volume urinário (VU), alantoína (ALA), ácido úrico (UA), derivados de Purina (DP), purinas absorvidas (Pabs), nitrogênio microbiano (N mic), proteína bruta microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (Emic), de novilhos recebendo torta de crambe em suplementos

Parâmetros	Inclusão de crambe (%)					Média	CV (%)	EPM	P<F
	00	2,5	5,0	10	15				
VU (L/dia)	18,99	14,74	16,20	18,80	18,54	17,45	36,78	0,90	***
ALA (mmol/dia)	505,33	427,06	474,73	395,94	423,55	445,32	29,65	18,65	***
AU (mmol/dia)	0,24	0,17	0,20	0,19	0,19	0,20	51,39	0,01	***
DP (mmol/dia)	505,57	427,23	474,93	396,13	423,73	445,52	29,62	18,66	***
Nmic (g/dia)	395,65	328,58	369,29	301,77	325,79	344,22	32,26	15,70	***
Pabs	544,23	451,98	507,97	415,09	418,14	473,48	32,27	21,60	0,14
PBmic (g/dia)	2472,84	2053,66	2308,08	1886,07	2036,24	2151,38	32,26	98,17	***
Emic (gPBmic/kgNDT)	463,86	390,95	439,97	349,59	389,93	406,86	32,32	18,60	***

*** = não significativo

A inclusão da torta de crambe alterou a excreção de N urinário, sem alterar o N fecal, proporcionando um balanço de nitrogênio positivo. Os acréscimos de torta de crambe proporcionaram aumento linear da excreção de N via urina ($Y = 6,804 + 0,218x$), estes valores possivelmente estão associados com o consumo de concentrado apresentado pelos animais, onde os concentrados com as maiores inclusões, apresentavam maior proporções de uréia. Segundo Rennó et al. (2008), quando se tem dietas com menores teores de PB ocorre maior conservação de compostos nitrogenados, o que estariam de acordo com a ingestão de N deste trabalho. Maiores excreções de compostos nitrogenados podem estar associados à taxa de degradação de proteína exceder a de fermentação de carboidratos (Van Soest, 1994).

Para Silva & Leão (1979), o maior balanço de nitrogênio é resultado de maior relação entre fermentações protéica e energética da dieta, o que deve ter ocorrido na dieta com ausência de crambe. Mesmo não apresentando efeito ($P > 0,05$) o balanço de nitrogênio (BN) apresentou redução com a inclusão de crambe, o que estaria associado com a excreção de N urinário; o balanço de N sendo positivo indica que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que ocorresse ganho de peso dos animais experimentais. Lima et al. (2013), também encontraram BN positivo para animais suplementados com tortas de oleaginosas, porém, com excreções de N fecal significativas. A redução do N retido pode estar associada com as menores ingestões de N apresentada pelos animais. A retenção de N apresentou comportamento linear decrescente ($Y = 67,551 - 0,4361x$). A relação N_{Ret}/N_{Abs} e N_{ret}/N_{ing} , apresentaram valores médios de 0,58 e 0,45. Através da relação do N retido sobre o N absorvido, pode-se avaliar a qualidade das proteínas de uma dieta, pois expressa a fração percentual digerida que é utilizada pelo corpo do animal (Huntington & Archibeque, 1999). Estes valores podem ser influenciados pela qualidade da proteína ingerida pelos animais.

As excreções de uréia e N-uréia não foram influenciadas pela torta de crambe obtendo valores médios de 136,95 mgU/kg PV para uréia e 181,23 mg/dL para N-uréia (Tabela 5). Rennó et al. (2000), encontrou valores de 184,85 mgU/kg PV e 86,14 mgU/kg PV, trabalhando com níveis de proteína próximo aos 12%. As excreções diárias de creatinina e N-creatinina não sofreram alterações significativas; nesse trabalho foram encontrados valores médios de 27,30 mgC/ kg PV e 10,23 mg/dL respectivamente. Estes valores estão de acordo com Chizzotti et al. (2006) e Lima et al. (2013), que não

encontraram efeito significativo para a excreção de creatinina em bovinos, que se manteve constante mesmo com dietas diferentes.

Segundo Orskov & MacCleod (1982) a excreção de creatinina pode prever a excreção endógena de N. Neste experimento, o peso vivo médio dos novilhos foi de 526 kg e o Nitrogênio urinário Endógeno (NUE), de 10,09 g N/dia. A creatinina é um produto metabólico do qual o corpo já não necessita, portanto, não é utilizada para formação de novas moléculas, sendo excretada pelos rins (Leal et al. 2007). A produção diária de creatina (e, conseqüentemente, a excreção de creatinina) depende da massa muscular e, portanto, proporcional ao peso do animal. Segundo o NRC (2000), um animal alimentado com quantidade adequada de energia, a porcentagem de proteína diminui e a de gordura aumenta no corpo vazio à medida que seu peso se aproxima do peso à maturidade; o que está de acordo com os dados apresentados neste trabalho, pois os animais apresentaram elevado peso vivo. Animais em crescimento, a porcentagem de tecido muscular varia de acordo com o peso animal e, conseqüentemente, a excreção de creatinina pode ser alterada. Animais adultos apresentam menor variação na composição corporal e, portanto, a excreção de creatinina ao peso vivo torna-se menos variável (Leal et al. 2007).

A concentração plasmática de uréia apresentou média de 31,91 mg/dL, para os animais suplementados com torta de crambe, valor este 10,56% superior aos animais não suplementados com torta de crambe (Tabela 5), sendo estes próximos ao encontrado por Lima et al. (2013) de 27,12mg/dL. Broderick et al. (1993), propuseram que concentrações de uréia plasmática em bovinos de corte menores que 11 mg/dL, indicavam uma deficiência de PDR nas rações fornecidas, o que provavelmente não ocorreu neste estudo, pois os valores obtidos foram maiores que o relatado pelo referido autor. Os valores encontrados para uréia plasmática foram superiores aos limites propostos por Oliveira et al. (2001), de 24 a 25 mg/dL, que indicariam perdas de N dietético.

A excreção fracional de uréia não apresentou efeito para a inclusão da torta de crambe. Segundo Valadares et al. (1997) a excreção fracional de uréia é variável, possibilitando assim maior conservação de uréia a baixas ingestões e maiores excreções a altas ingestões de N.

A substituição de farelo de soja por torta de crambe não alterou, a concentração de alantoína, derivados de purina, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano, proteína

bruta microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (Emic), dos animais (Tabela 6). A síntese de proteína microbiana depende da disponibilidade de carboidratos e de N no rúmen (NRC, 2001; Magalhães et al., 2005). Dessa maneira, para a maximização do crescimento microbiano deve existir uma sincronização entre a disponibilidade de energia fermentável e o N degradável no rúmen. A eficiência do crescimento microbiano depende da partição da energia em manutenção e crescimento, e está inversamente relacionada ao tempo de permanência dos microrganismos no ambiente ruminal. Nesse sentido, quanto mais rápida a passagem de microrganismos, menor a utilização de energia para manutenção. Neste trabalho ocorreu déficit de proteína em relação à energia, sendo que a relação de NDT: PB foi 9,14; o que pode ter influenciado o efeito da suplementação no ambiente ruminal dos animais. Os valores de eficiência microbiana (gPBmic/kgNDT), foram elevados, e inferiores ao encontrado por Pereira et al. (2011) e Lima et al (2013) que estudaram a inclusão de torta de girassol em suplementos para bovinos.

A variabilidade dos dados encontrados na literatura para os teores de alantoína ocorre por vários fatores e, entre estes a proporção de volumoso e concentrado da dieta, a porcentagem de fibra e a porcentagem de proteína degradável no rúmen (Castañeda et al. 2009). Os valores para alantoína foram superiores ao encontrado por Lima et al. (2013) e Pereira et al. (2011) que avaliaram a inclusão de torta de girassol em concentrados.

CONCLUSÕES

A inclusão da torta de crambe alterou a excreção de N urinário, sem alterar o N fecal, proporcionando um balanço de nitrogênio positivo.

A substituição de farelo de soja por torta de crambe aumentou a uréia plasmática, no entanto não alterou, o consumo de N ingerido, as excreções de uréia e creatinina, a concentração de alantoína, derivados de purina, purinas absorvidas, nitrogênio microbiano, proteína bruta microbiana (PBmic) e eficiência microbiana (Emic), dos animais.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDERSON, V.L.; BERG, P.; BOYLES, S.L. Dehulled crambe meal as a protein source for feedlot steers. NDSU **Carrington Research/Extension Center**. p.16-22, 1993.
- BRODERICK, G.A.; CRAIG, W.M.; RICKER, D.B. Urea versus true protein as supplement for lactating dairy cows fed grains plus mixtures of alfafa and corn silages. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.8, p.2266-2274, 1993.
- CANOVA, E.B. **Torta de crambe (*Crambe Abyssinica* Hochst) na alimentação de cordeiros**. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Instituto de Zootecnia/Nova Odessa, SP, 2012.
- CARLSON, K.D., TOOKEY, H.L. Crambe meal as a protein source for feed. **Journal American Oil Chemists Society**, 60, 1979 -1985, 1983.
- CASTAÑEDA, R.D.; BRANCO A.F.; CONEGLIAN, S.M.; BARRETO, J.C.; GRANZOTTO, F.; TEIXEIRA, S. Substituição de uréia por cloreto de amônio em dietas de bovinos: digestibilidade, síntese de proteína microbiana, parâmetros ruminais e sanguíneos. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 31, n. 3, p. 271-277, 2009.
- CAVALCANTE, M.A.B.; PEREIRA, O.G.; VALADARES FILHO, S.C. ; RIBEIRO, K.G.; PACHECO, L.B.; ARAÚJO, D.; LEMOS, MV.M.C. Níveis de proteína bruta em dietas para bovinos de corte: parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.203-210, 2006.
- CHEN, X.B.; GOMES, M.J. **Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives – an overview of technical details**. Bucksburnd: Rowett Research Institute, 1992. 21p. (Occasional publication).
- CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZOTTI, F.H.M.; CAMPOS, J.M.S.; MARCONDES, M.I.; FONSECA, M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em novilhas de diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1813-1821, 2006.
- COELHO S.J.F.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380 p.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T., VALADARES FILHO, S.C., EUCLYDES, R.F., LANA, R.P., QUEIROZ, D.S. Chromium and internal markers in intake determination by crossbred steers, supplemented at pasture. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1600-1609, 2001.
- FENWICK, G.R., R.K. HEANEY, AND W.J. MULLIN. Glucosinolates and their breakdown products in food and food plants. **CRC Critical Review Food Science Nutrition**. p.18-187, 1983.
- FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M.I.; et al. Avaliação de indicadores em estudos com ruminantes: digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.8, p.1568-1573, 2009a.

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, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Pratical aspects of urea e ammonia metabolism in ruuminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE,1999. Carolina do North: **Proceedings...** .Carolina do North: North Carolina Stete, University, 1999.

KNIGHT, S.C. Crambe a North Dakota Case Study, **Rural Industries Research and Development Corporation**, February 2002. 25p.

KRISHNA, G. Nylon bag dry matter digestibility in agro-industrial by products and wastes of the topics. **Agricultural Wastes**, v.13, p.155-158, 1985.

LEAL, T.L.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CAMPOS, J.M.S.; DETMANN, E.; BARBOSA, A.M.;TEIXEIRA, R.M.A.; MARCONDES, M.I. Variações diárias nas excreções de creatinina e derivados de purinas em novilhas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.4, p.905-911, 2007.

LIMA, H.L.; GOES, R.H.T.B. ; CERILO, S.L.N. ; OLIVEIRA, E.R. ; GRESSLER, M.G.M. ; BRABES, K.C.S. Nutritional parameters of steers receiving different levels of sunflower crushed in partial replacement of soybean meal. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, 2013. **No Prelo**.

LIU, Y.G.; STEG, A.; HINDLE, V. A. Crambe meal: a review of nutrition, toxicity and effect of treatments. **Animal Feed Science and Technology**, 41, p.133-147, 1993.

LIU, Y.G.; STEG, A.; HINDLE, V.A. Rumen degradation and intestinal digestion of crambe and other oilseeds by-products in dairy cows. **Animal Feed Science Technology**, v.45, n.3-4, p.397-409, 1994.

MAGALHÃES, K.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; PAIXÃO, M. L.; PINA, D.S.; PAULINO, P.V.R.; CHIZZOTTI, M.L.; MARCONDES, M.I.; ARAÚJO, A.M.; PORTO, M.O. Produção de proteína microbiana, concentração plasmática de uréia e excreções de uréia em novilhos alimentados com diferentes níveis de uréia ou casca de algodão. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.4, p.1400-1407, 2005.

MENDONÇA, B.P.C. **Coprodutos do crambe (*Crambe abyssinica*) na alimentação de bovinos nelore em confinamento**. 2012. 51p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2012.

MIZUBUTI, I.Y.; RIBEIRO, E.L.A.; PEREIRA, E.S.; PINTO, A.A.; FRANCO, A.L.C.; SYPERRECK, M.A.; DOREA, J.R.R.; CUNHA, G.E.; CAPELARI, M.G.M.;VMUNIZ, 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, suplemento 1, p.2021-2028, 2011.

MYERS, W.D.; LUDDEN, P.A.; NAYIGIHUGU, V. et al. Thecnical Note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science**, v.82, n.1, p.179-183, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle.** 7.ed. Washington, D.C.: National Academy of Science, 2000. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL- NRC. **Nutrient requeriments of dairy cattle.** 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.

NEIVA JÚNIOR, A.P.; VAN CLEEF, E.H.C.B.; PARDO, R.M.P.; SILVA FILHO, J.C.; CASTRO NETO, P.; FRAGA, A.C. Subprodutos agroindustriais do biodiesel na alimentação de ruminantes. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 2., 2007, Brasília. **Anais...** Brasília: MCT/ABIPTI, 2007.

OLIVEIRA, A.S.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; RENNO, L.N.; QUEIROZ, A.C.; CHIZOTTI, M.L. Produção de proteína microbiana e estimativas das excreções de derivados de purinas e de uréia em vacas lactantes alimentadas com rações isoprotéicas contendo diferentes níveis de compostos nitrogenados não-protéicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1621-1629, 2001.

ØRSKOV, E.R., MACLEOD, N.A. The determination of the minimal nitrogen excretion in steers and dairy cows and physiological and practical implications. **British Journal of Nutrition.**, v.47, n.3, p.625-636, 1982.

PENNING, P.D.; JOHNSON, R.H. The use of internal markes to estimate herbage digestibility and intake. 2. Indigestible acid fiber detergent fiber. **Journal Agricultural Science**, v.100, n.1, p.133-138, 1983.

PEREIRA, E.S.; PIMENTEL, P.G.; BOMFIM, M.A.D.; CARNEIRO, M.S.S.; CÂNDIDO, M.J.D. Torta de girassol em rações de vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, n. 4, p. 387-394, 2011.

PERRY, T.W., W.F. KWOLEK, H.L. TOOKEY; PRINCEN, L. H.; BEESON , W. M.; MOHLER, M. T. Crambe meal as a source of supplemental protein for growing-finishing beef cattle. **Journal of Animal Science**, p.48-758, 1979.

PESSOA, R.A.S.; LEÃO. M.I.; FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; QUEIROZ, A.C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana de açúcar e uréia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

RENNÓ L.N.; VALADARES FILHO S.C.; PAULINO, M.F.; LEÃO M, VALADARES, R.F.D.; RENNO F.P.; PAIXÃO M.L. Níveis de uréia na ração de novilhos de quatro grupos genéticos: parâmetros ruminais, uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v. 37, n.3, p.556-562, 2008.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; COELHO DA SILVA, J.F.; CECON, P.R.; GONÇALVES, L.C.; DIAS, H.L.C.; LINHARES, R.S. Concentração plasmática de uréia e excreções de uréia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.

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

SILVA, F.F.; SÁ, J.F.; SCHIO, A.R.; ITAVO, L.C.V.; SILVA, R.R.; MATEUS, R.G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, 2009 (supl. especial).

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

VALADARES, R.F.D., GONÇALVES, L.C.; RODRIGUEZ, N.M.; VALADARES FILHO, S.C.; SAMPAIO, I.B.M. Níveis de proteína em dietas de bovinos. 4. Concentrações de amônia ruminal e uréia plasmática e excreções de uréia e creatinina. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.26, n.6, p. 1270-1278, 1997.

VAN CLEEF, E.H.C.B. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e pinhão manso (*Jatropha curcas*): caracterização e utilização como aditivos na ensilagem de capim elefante**. 2008. 77p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Lavras, Lavras.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2ed. Ithaca: Cornell University Press, 476p. 1994.

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A.; ØRSKOV, E. R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

WATKINS, C. Crambe - ready to be a commercial success. **Inform** 10, 828-836, 1999.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Coprodutos agroindustriais provenientes de oleaginosas vêm, nos últimos anos, adquirindo importância nos processos de formulação de rações para suplementação de bovinos a pasto. Esses coprodutos substituem alimentos convencionalmente utilizados reduzindo o custo de produção sem alterar ou até mesmo melhorando a produção do rebanho.

A torta de crambe possui potencial de utilização na nutrição de ruminantes, em substituição a fontes protéicas convencionais, por apresentar média degradação ruminal e não alterar os parâmetros ruminais e metabólicos dos animais.

As pesquisas atuais consolidam o banco de dados para a utilização deste produto para animais em confinamento, tornando-se necessários estudos quanto ao seu uso. Até o presente momento são limitadas as informações sobre os níveis e efeitos da inclusão da torta de crambe na dieta de ruminantes, principalmente com animais mantidos a pasto.

Há necessidade da realização prévia de análises químicas deste coproduto, pois é observada uma grande variação em sua composição devido à falta de padronização nos processos de extração de óleo dos grãos de crambe.