



UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**GRÃOS DE OLEAGINOSAS INTEIROS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS  
EM CONFINAMENTO**

RAQUEL TENÓRIO DE OLIVEIRA

DOURADOS-MS

2017

UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**GRÃOS DE OLEAGINOSAS INTEIROS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS  
EM CONFINAMENTO**

**RAQUEL TENÓRIO DE OLIVEIRA**

**Graduanda em Zootecnia - FCA/UGD.**

**Orientador: Rafael Henrique de Tonissi e  
Buschinelli de Goes**

Trabalho apresentado à banca examinadora, como parte dos requisitos para obtenção da graduação em Bacharel em Zootecnia pela Universidade Federal da Grande Dourados.

DOURADOS-MS

2017

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).**

O48g Oliveira, Raquel Tenório De  
Grãos de oleaginosas inteiros na alimentação de bovinos em confinamento /  
Raquel Tenório De Oliveira -- Dourados: UFGD, 2017.  
30f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes

TCC (Graduação em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias,  
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Canola. 2. Crambe. 3. Soja. 4. Excreção. I. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

**©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.**

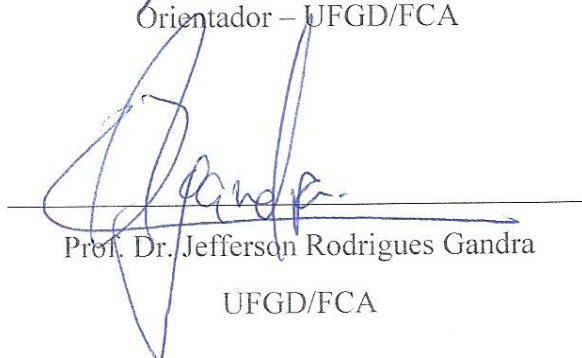
**CERTIFICADO DE APROVAÇÃO****GRÃOS DE OLEAGINOSAS INTEIROS NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS  
EM CONFINAMENTO****AUTOR:** Raquel Tenório de Oliveira**ORIENTADOR:** Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes

Aprovado como parte das exigências para a obtenção do grau de bacharel em  
**ZOOTECNIA** pela comissão examinadora.



Prof. Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes

Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Jefferson Rodrigues Gandra

UFGD/FCA



Msc Cristiane Dalagua Paier

UFGD/FCA

Data de realização: 31/08/2017



Prof. Dr. Leonardo de Oliveira Seno

Presidente da comissão do TCC - Zootecnia

*Nunca deixe alguém dizer que você  
não pode fazer alguma coisa.*

*Se você tem um sonho,  
tem que correr atrás dele.*

*As pessoas não conseguem vencer e,  
dizem que você também não vai vencer.*

*Se quer alguma coisa, corre atrás.*

.

***(Trecho do filme A procura da felicidade)***

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, à Deus, pela vida, por guiar meus caminhos, pela força para continuar lutando e por me proporcionar tantas conquistas.

À minha família, meus pais (Valdomiro e Sebastiana) e meu irmão Rodrigo, pelo incentivo, paciência, compreensão e pelos ensinamentos que levei por toda à vida.

Aos meus amigos, Bruno Gomes, Charles Jhonnatan, Douglas Anschau, Dargon Juan, Euclides Jr, Flávia Azevedo, Gislaine Ribeiro, Hayne Araki, Jéssica Gonçalves, Luana Pael, Luana Perondi, Lorena Mari, e Mariana Viegas por se fazerem presentes em todos os momentos, me dando força e coragem para seguir.

Ao meu Orientador, Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes, pela orientação, amizade, paciência, confiança, pela realização desse trabalho e sua valiosa influência na minha formação.

Ao professor Jefferson Gandra que também auxiliou na elaboração deste trabalho.

A todos os integrantes do Grupo de Estudo em Nutrição e Produção de Ruminantes - NERU, que ajudaram de forma direta ou indireta para realização deste trabalho.

Aos técnicos de Laboratório, Giza Gressler, Phaena Moraes, Adriana Hirata e João Machado, pela orientação e paciência na condução das análises laboratoriais.

A Universidade Federal da Grande Dourados e a Faculdade de Ciências Agrárias, que tornaram possível a realização deste trabalho e a minha graduação como um todo.

Obrigada a todos, pois à sua maneira, todos contribuíram.

## SUMÁRIO

RESUMO .....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. OBJETIVO.....	3
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	4
3.1. Grãos de oleaginosas na alimentação de ruminantes .....	4
3.1.1. Grão de soja.....	5
3.1.2. Grão de canola.....	7
3.1.3. Grão de crambe .....	8
3.2. Digestão e absorção de lipídeos .....	9
4. MATERIAL E MÉTODOS .....	11
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	13
6. CONCLUSÃO .....	17
7. REFERÊNCIAS .....	18

## RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar as diferentes fontes de oleaginosas na alimentação de bovinos em confinamento. Foram utilizados três bovinos mestiços com peso médio de 350 kg providos de cânula ruminal mantidos em baias individuais e distribuídos em quadrado latino 3x3 não contemporâneo repetido no tempo. Como volumoso os animais receberam silagem de milho. As dietas foram compostas com os grãos de canola (*Brassica napus*), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) e soja (*Glycine max*), numa relação concentrado:volumoso de 60:40 respectivamente, e foram fornecidas à vontade, admitindo-se uma sobra de 20%. A dieta foi fornecida individualmente, dividida em duas refeições diárias (8h e 16h). Os coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE), foram obtidos relação entre o total de nutrientes retidos e a excreção fecal dos mesmos. O consumo total de matéria seca foi afetado pelo tipo de oleaginosa utilizada onde a inclusão de grãos de canola e soja não apresentaram diferenças e o grão de crambe reduziu o consumo em 21,02%. Não houve diferença ( $P>0,05$ ) entre as diferentes fontes de oleaginosas sobre a digestibilidade total da MS, MO e PB. Houve efeito ( $P<0,05$ ) da composição química dos grãos excretados nas fezes para todas as características avaliadas, sendo que o grão de soja apresentou menores valores de EE (4,32%), seguidos do grão de canola (16,78%) e crambe (6,46%). Houve efeito da inclusão dos grãos de oleaginosas sobre o pH ruminal, com valores de 6,16; 6,72 e 6,21 para os tratamentos de canola, crambe e soja respectivamente. A utilização do grão de crambe na dieta reduz o consumo de matéria seca dos animais e altera a digestibilidade dos nutrientes. O fornecimento de grãos de soja inteiros permite o melhor aproveitamento dos lipídeos presentes na dieta, e os grãos de canola proporcionaram os maiores picos de amônia ruminal.

**Palavra - chaves:** canola, crambe, soja, consumo, excreção



## ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the different sources of oilseeds in the feed of cattle in confinement. Three crossbred cattle with a mean weight of 350 kg with a ruminal cannula were kept in individual stalls and distributed in a non-contemporaneous 3x3 Latin square repeated in time. The animals received corn silage as voluminous. The diets were composed of the canola (*Brassica napus*), crambe (*Crambe abyssinica* Hochst) and soybean (*Glycine max*) grains, in a concentrated ratio: 60:40, respectively, and were supplied at will, with an excess of 20%. The diet was provided individually, divided into two daily meals (8 am and 4 pm). The coefficients of total apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and ethereal extract (EE), obtained a relation between total nutrients retained and Fecal excretion. The total dry matter intake was affected by the type of oilseed used where the inclusion of canola and soybean grains did not show differences and the crambe grain reduced consumption by 21.02%. There was no difference ( $P > 0.05$ ) between the different sources of oilseeds on the total digestibility of DM, OM and CP. There was an effect ( $P < 0.05$ ) of the chemical composition of the grains excreted in the faeces for all traits evaluated, and the soybean grain had lower EE values (4.32%), followed by canola grain (16.78 %) And crambe (6.46%). There was an effect of the inclusion of oilseeds on ruminal pH, with values of 6.16; 6,72 and 6,21 for the treatments of canola, crambe and soybean respectively. The use of crambe grain in the diet reduces the animals' dry matter intake and alters nutrient digestibility. The supply of whole soybeans allows the best use of lipids present in the diet, and canola grains provided the highest peaks of ruminal ammonia.

**KEYWORDS:** canola, crambe, soybean, consumption, excretion

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil encontra-se com o maior rebanho comercial de bovinos do mundo, representando aproximadamente 214 milhões de cabeças. Além disso, destaca-se no cenário mundial como segundo país exportador de carne bovina, sendo esta produção tanto a pasto como em confinamento (ANUALPEC,2014). O setor de agroindústria gera grande quantidade de coprodutos que apresentam potencial para uso na alimentação dos animais, como os procedentes da cadeia do biodiesel (VAN CLEEF, 2008), que podem ser utilizados como fontes de nutrientes por apresentarem alta digestibilidade da matéria seca (KRISHNA, 1985).

A utilização de grãos e seus coprodutos como concentrados apresentam potencial para ser utilizados na alimentação de ruminantes buscando aprimorar a produção animal por meio do 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).

Segundo PALMQUIST (1989) e JENKINS (1995), a adição superior á 7% de gordura na dieta afeta de forma negativa a ingestão de matéria seca e a fermentação ruminal da fibra em detergente neutro (FDN). Porém a suplementação com ácidos graxos insaturados reduz o efeito inibitório sobre os microrganismos celulolíticos. Quando a fonte de gordura adicionada á ração é oriunda de grãos de oleaginosas (tipo gordura protegida devido os lipídeos estarem presos na matriz protéica do grão) tem se queda nos efeitos dos lipídeos sobre a fermentação ruminal, pois há um contato menor dos lipídeos com os microrganismos BYERS & SCHELLING (1989).

Tem se uma variedade de fontes de gorduras que podem ser adicionadas na dieta de ruminantes, que são desde o óleo de soja que é o mais utilizado (OLIVEIRA, 2001) até produtos comerciais como gorduras protegidas de origem vegetal ou animal (HIGHTSHOE et al.,1991) assim como os grãos inteiros de oleaginosas (TALAVERA et al., 1985; WILLIAMS, 1989).

De acordo com RUSSELL et al. (1992), a fermentação é uma característica do alimento, a passagem já está relacionada com o consumo, processamento e tipo de alimento ingerido e implica de maneira extensiva na digestibilidade dos nutrientes para o animal, assim como produz implicações sobre o balanço dos produtos de fermentação ruminal. Um fator decisivo para o valor nutritivo do alimento é a digestibilidade. A digestibilidade do alimento é a habilidade de admitir que o animal utilize, em maior ou menor proporção seus nutrientes; sendo expressa pelo coeficiente de digestibilidade do nutriente estudado (COELHO DA SILVA & LEÃO, 1979).

Na formulação de rações para ruminantes normalmente se utiliza o milho e a soja devido ambos não apresentarem restrições por fatores antinutricionais e quando juntos formam uma perfeita combinação de energia e proteína. Com aumento no custo destes alimentos tem se também um custo maior de produção o que faz com que a margem de lucro dos produtores tenha redução, desta forma é importante ponderar as possibilidades de utilizar alimentos alternativos que sejam de boa qualidade, e que tenham menor custo para que se mantenha o nível atual de produção. Neste contexto objetivou-se avaliar o fornecimento dos grãos inteiros de soja, canola e crambe sobre o consumo, digestibilidade e composição química dos grãos excretado nas fezes de bovinos mantidos em confinamento.

## **2. OBJETIVO**

### **2.1. Objetivo geral:**

- Avaliar o fornecimento de grãos inteiros (soja, canola e crambe) na dieta de bovinos em confinamento.

### **2.2. Objetivos específicos:**

- Avaliar os parâmetros de fermentação (pH e amônia ruminal) de bovinos mantidos confinamento e alimentados com grãos de soja, canola e crambe;

- Avaliar consumo e digestibilidade de nutrientes, de bovinos mantidos confinamento e alimentados com grãos de soja, canola e crambe;

- Avaliar a composição bromatológica dos grãos excretados, por bovinos mantidos em confinamento e alimentados com grãos de soja, canola e crambe.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1. Grãos de oleaginosas na alimentação de ruminantes

A busca por alternativas viáveis, capazes de contribuir para o aumento da margem de lucro do produtor, fez com que algumas formas de matéria prima, diferente do habitual (farelado), fossem testadas na alimentação de ruminantes. Com isso, o uso de dietas contendo grãos inteiros já é habitualmente estudado (ASKAR et al., 2008) e um dos benefícios observados foi a redução dos custos, já que não precisa do processo de moagem, além disso, segundo BOLZAN et al., (2007) a prática do uso de grãos na dieta poderá ter efeito positivo na digestão com posterior aumento na disponibilidade dos nutrientes. Por essa razão pesquisas que exploram o comportamento nutricional desses grãos sempre são relevantes para o mercado produtivo da carne, leite e lã.

As oleaginosas protéicas (soja, canola e crambe) são fornecidas geralmente por meio de subprodutos oriundos da extração do óleo, esses subprodutos podem ser classificados em: torta (quando o material foi submetido a prensagem para extração do óleo) com teor maior de óleo e menor de proteína e farelo (quando o método utilizado na extração do óleo foi o solvente) com menor teor de óleo e maior de proteína.

No entanto, as sementes de oleaginosas vêm sendo utilizadas como fonte proteica e energética pelo elevado teor de lipídio presente no interior da semente, o qual é envolto por uma matriz proteica que pode prevenir uma rápida liberação do conteúdo lipídico da semente no ambiente ruminal e diminuir os efeitos negativos sobre a digestão ruminal da fibra (RENNÓ et al., 2015a), já que a suplementação direta com gorduras em dietas de ruminantes poderá afetar negativamente a digestão de fibras, em razão da ação dos ácidos graxos de cadeia longa sobre os microrganismos ruminais (HIGHTSHOE et al., 1991; HUSSEIN et al., 1995). Sendo assim, uma das maneiras de evitar a biohidrogenação e, conseqüentemente, o efeito negativo na fermentação ruminal, é fornecer sementes integrais de oleaginosas. (Andrade et al., 2001).

Pois, segundo PALMQUIST, (1991) e RENNO (2015b) quando fontes de gordura são fornecidas na forma de sementes oleaginosas ocorre uma lenta liberação dos lipídios no ambiente ruminal, fazendo com que a capacidade de biohidrogenação dos microrganismos não seja superada e impedindo, dessa forma, prejuízos na digestibilidade da fibra pelo efeito negativo que as gorduras insaturadas prontamente disponíveis no rúmen podem causar as bactérias fibrolíticas.

Ainda segundo RENNÓ et al., (2015c), quando utiliza-se grãos inteiros na alimentação animal, frequentemente observam-se fragmentos ou até mesmo sementes inteiras nas fezes dos animais, o que causa a falsa impressão que o alimento não foi bem aproveitado pelo organismo, e que parte dos nutrientes contidos nas sementes foram perdidos nas fezes. No entanto, poucos são os estudos que descrevem a excreção e composição desse ingrediente presente nas fezes e que o correlacionam com a digestibilidade da dieta para fundamentar a ideia de que o ingrediente está sendo subutilizado.

O uso desses grãos requer certos cuidados, tais como verificação da disponibilidade, qualidade e custos para só então ser recomendado e melhor aproveitado pelo produtor, com posterior maximização dos seus ganhos.

### **3.1.1. Grão de soja**

O Brasil é o segundo maior produtor, processador mundial da soja em grão do mundo e o segundo exportador mundial de soja, farelo e óleo, garantindo ao país um papel de grande potencial para o produto (SILVA et al., 2011). Devido ao grande volume de produção nacional, decorrente da facilidade em adaptar a diversas condições regionais, o grão de soja (*Glycine max Merill*) destaca-se pela sua disponibilidade no território brasileiro e pelo teor de proteína e energia.

O grão de soja é rico em proteínas, e é cultivada em todo o mundo como fonte de alimento para os humanos e os animais. Apresenta em torno de 30 a 45% de proteína, 15 a 25% de lipídeos, 20 a 35% de carboidratos e cerca de 5% de cinzas (MOREIRA, 1999); já a composição de ácidos graxos é: ácido linoléico (55,3%), ácido oléico (23,6%), ácido palmítico (12,7%), ácido linolênico (4,5%) e esteárico (3,9%) (SAMBANTHAMURTHI et al. 2000). Tem recebido destaque dentre os alimentos protéicos de origem vegetal por ser uma fonte alternativa de proteína e energia, sendo considerada a semente de oleaginosa com maior disponibilidade no mundo, e na alimentação de ruminantes pode ser usada tanto na forma original (crua) como na processada (CORRÊA, 2007), e este fato pode interferir nos custos, sendo vantajoso economicamente para algumas regiões brasileiras o preço do grão da soja ser menor que o do farelo (NAVES et al., 2013).

O grão de soja pode ser fornecido na forma crua aos ruminantes por não apresentar significância nos fatores antinutricionais quando comparado aos monogástricos. Contudo, seu alto teor de gordura (cerca de 18%) pode intervir na fermentação ruminal e diminuir a digestibilidade da fibra (URANO et al., 2006).

O grão de soja por ser rico em lipídeos, quando adicionado a ração promove aumento na energia líquida consumida, ocasionando melhor desempenho devido ao acréscimo de energia consumida melhorar a eficiência de ganho de peso (BASSI, 2010).

No entanto, segundo RENNÓ et al. (2009) ao fazer uma revisão de literatura com o uso de grão de soja na alimentação de vacas leiteiras observaram que, o potencial de utilização do grão de soja cru em rações para essa cultura ainda não foi adequadamente explorado em função da preocupação com a qualidade da dieta e a presença de fatores antinutricionais (inibidores de tripsina e/ou quimiotripsina) que teriam o potencial de reduzir o aproveitamento de nutrientes.

Na literatura ainda não está definido a partir de que nível nas dietas a presença do grão de soja cru poderia influenciar a eficiência de utilização do nitrogênio ou o aproveitamento de nutrientes dietéticos. PALMQUIST e MATTOS (2011) recomendam que a inclusão na dieta possa ser de até 15% na dieta total (MS), sem causar efeitos negativos no desempenho produtivo.

De acordo com o estudo de LIMA (2014) a variação nas recomendações do nível de inclusão de grão de soja na dieta de ruminantes é alta, BARLETA (2010), concluiu em seu trabalho que o nível de 16% de inclusão de grão de soja integral na dieta de vacas em início de lactação e com produção de 31,21 kg/dia se mostrou mais adequado, enquanto CÔNSOLO (2011) realizou um estudo avaliando a inclusão de três níveis de grão de soja integral na matéria seca total (8, 16 e 24%) na dieta de bovinos de corte em sistema de confinamento e concluiu que a inclusão até o nível máximo de GSI não comprometeu o desempenho produtivo, o metabolismo, a qualidade de carcaça e de carne.

VASCONCELOS et al., (2016) ao comparar a degradação da PB do grão de soja cru com a tratada em diferentes temperaturas e procedimentos de tostagem, verificaram que os grãos tostados, independente do tratamento, a fração solúvel “a” e taxa de degradação foram menores. Conseqüentemente, a fração insolúvel, mas potencialmente degradável “b” foi menor para os grãos crus, comprovando a eficiência do tratamento térmico em reduzir a proteína degradada no rúmen (PDR), possibilitando que maior quantidade de aminoácidos possa ser absorvida no intestino delgado (PNDR).

A necessidade de estudos avaliando a disponibilidade de nutrientes, bem como o aproveitamento dos grãos ao longo do trato gastrointestinal é cada vez mais necessário, para só assim determinar um nível de aceitação e aproveitamento pelo animal, e quando esse estudo ocorre com ovinos enaltece a seriedade, visto a menor produção científica com essa espécie animal.

### 3.1.2. Grão de canola

A canola é uma cultura alternativa de inverno que se adequa bem as nossas condições climáticas e apresenta potencial de utilização na nutrição animal inclusive na produção ovina, que pode ser incluída na dieta na forma de grãos ou de seus subprodutos industriais. Segundo NERILO (1995) e SANTOS et al. (2009). A canola foi desenvolvida oriunda do melhoramento da colza (*Brassica campestris* e *Brassica napus*). É um alimento protéico que possui de 23 a 25,5% de proteína bruta na matéria seca, além de apresentar altos teores de óleo, que variam de 30 a 50% nas sementes, as quais possuem ácidos graxos insaturados como o oléico, linoléico e linolênico. Segundo BELL (1993) a canola possui menos que 2% do total de ácidos graxos em ácido erúico, e menos que 3mg de MS em glicosinatos, níveis de compostos antinutricionais permitidos na canola.

No Brasil a canola começou a ser cultivada como uma alternativa para os sistemas de rotação de culturas na produção de grãos, devido aos menores riscos de perda por problemas fitossanitários nas culturas da soja e do feijão, e de gramíneas, como o milho, trigo e outros cereais de inverno (TOMM et al., 2009).

A Canola é considerada a terceira oleaginosa que mais se produz no mundo, é uma planta anual, herbácea, faz parte da família das Brassicaceae que possuem grãos ricos em óleo de extrema qualidade. Esta cultura conta com 15% da produção de óleo vegetal comestível do mundo, apesar de também ser utilizada na produção de biodiesel e rações para animais (TOMM et al., 2007).

O grão da canola possui alto teor de proteína, tornando esta oleaginosa uma excelente fonte nutricional para os ruminantes, porém no grão há uma rígida cápsula que faz com que este seja pouco digerido, quando o grão é quebrado tem se melhora. Por este fato que é de suma importância estudar os métodos de fracionamento da canola, para se obter o máximo valor nutricional do grão (WANG et al., 1999).

BETT et al., (1999) avaliaram desempenho e digestibilidade em ovinos das dietas: grão de canola integral (CI), feno de aveia + concentrado contendo canola em grão quebrado (CQ) e feno de aveia + concentrado peletizado contendo canola em grão quebrado (CP), os autores concluíram que a utilização da canola, nas diferentes formas estudadas, não prejudicou a ingestão e a digestão de cordeiros, levando a desempenhos semelhantes entre os tratamentos utilizados.

Estudo realizado por SANTOS et al. (2009), para avaliar o consumo e digestibilidade de ovinos alimentados com grão ou farelo de canola, demonstrou que a inclusão de 8% de



grãos ou farelo de canola não apresentou ( $p>0,05$ ) efeito sobre o consumo e a digestibilidade dos nutrientes. Desta maneira, os autores recomendam a inclusão de até 8% de grão ou farelo de canola na alimentação de ovinos.

Vários trabalhos com grãos de canola na dieta de ruminantes apresentam como principal objetivo a qualidade da carne, visto que essa oleaginosa apresenta em sua composição lipídica alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados com possível resíduo na carcaça dos animais e posteriormente maior qualidade química do produto final (carne). SANTOS et al., (2009) ao inserir 8% de grãos na dieta de cordeiros não observaram diferença significativa na qualidade química da carne. GRANDE et al., (2009) ao estudarem a inclusão de grãos de linhança, canola e girassol observaram que não justifica sua presença na dieta em relação as expressões da características qualitativas do músculo *Longissimus dorsi*.

Novas pesquisas com uso de grãos de canola são pertinentes visto que pouco se sabe do comportamento deste tipo de matéria prima no trato gastrointestinal, informações referentes ao nível de aceitação pelo animal, aproveitamento dos nutrientes e possíveis distúrbios metabólicos poderá esclarecer as interrogações, com posterior aumento do uso deste tipo de matéria prima na alimentação dos ruminantes.

### 3.1.3. Grão de crambe

O crambe (*Crambe abyssinica H.*) é uma planta exótica da família *Brassicaceae*, no Brasil teve o início do seu cultivo na década de 90 por pesquisadores da Fundação Mato Grosso do Sul (Fundação MS). No Brasil é evidente a adaptação ao clima, a rusticidade, precocidade, tolerância à falta de água e redução do ciclo de produção para cerca de 90 dias. O crambe é uma ótima alternativa para a realização de rotação de cultura, sem competir com culturas principais e seu cultivo pode ser realizado todo de forma mecanizado com os equipamentos usados nas demais culturas como a soja (ROSCOE e DELMONTES, 2008).

E como principais características, apresenta elevada concentração de proteína e óleo (Fundação MS, 2010). Os principais ácidos graxos contidos no óleo de crambe são; ácido erúico (64,5%), ácido oléico (113%), ácido eicosenóico (6,5%), ácido linolênico (4,1%), ácido behênico (2,4%), ácido palmítico (1,3%), ácido araquidônico (1,0%) e os demais ácidos graxos representam 6,4% (BRÁS, 2011).

O grão possui em torno de 46 a 58% de PB com 44% de EE (SOUZA et al. 2009). O grão de crambe apresenta cerca de 3-4%, ou 90 mol/g, de glucosinolatos, [(S)-2-hydroxy-3-butenyl glucosinolate] (LAZZERI, 1994). Essa concentração é quase o dobro do que está

presente na colza (CARLSON et al., 1985). O Glucosinolato pode ser tóxico para alguns organismos, assim como pode reduzir a atividade da flora ruminal em bovinos depois de seis dias de ingestão do grão (DUNCAN e MILNE, 1991).

Os coprodutos originados da extração do óleo do crambe (farelo e torta) são fontes protéicas possíveis à substituição de fontes tradicionais, como a soja e o caroço de algodão e seus respectivos coprodutos em dietas para bovinos (MENDONÇA et al., 2014).

As informações sobre o uso de grãos de crambe na alimentação animal ainda são bastante restritas, pois o grão produzido gera vários destinos com o seu processamento, sendo eles, indústria química como os inibidores de corrosão, lubrificantes, aditivos para borracha, plásticos, nylon, base de tintas, revestimentos líquidos hidráulicos que são sujeitos a altas temperaturas e ainda na indústria farmacêutica (cosméticos e ceras). O óleo pode conter 60 % de ácido erúcido, viabilizando o seu uso na indústria química (KNIGHTS, 2002). Com isso pode inviabilizar a baixa produção nacional apenas para uso na alimentação animal.

Estudos realizados por (SILVA, 2013; PENHA, 2014; CARNEIRO et al., 2016) tem mostrado a inserção de seus subprodutos (farelo e torta) na dieta de ruminantes, esses trabalhos vem mostrando uma boa aceitação pelos animais, com grande possibilidade de substituição parcial do farelo de soja.

### **3.2. Digestão e absorção de lipídeos**

No metabolismo dos ácidos graxos no rúmen, um ponto que merece atenção é o fato de que este não contribui para o crescimento da proteína microbiana ruminal. Devendo então, adequar à energia e proteína quanto a este ponto. Mesmo que não haja o fornecimento de energia para a síntese de proteína microbiana, tem se síntese e incorporação dos ácidos graxos pela microbiota ruminal (MEDEIROS et al., 2015).

Segundo JENKINS (1995) o metabolismo ruminal dos lipídeos é resumido em dois procedimentos importantes: a lipólise e a biohidrogenação de ácidos graxos insaturados. No processo ocorre a quebra das ligações éster presente nos lipídeos dos alimentos da dieta, seguido pela biohidrogenação, que diminui a quantidade de duplas ligações de ácidos graxos insaturados (AGI) oriundos das fontes vegetais (BAUMAN e LOCK, 2006).

Os lipídeos presente nos alimentos se apresentam normalmente de forma esterificada e as bactérias que são responsáveis pela biohidrogenação agem apenas sobre os ácidos graxos livres. A lipólise é porem um pré- requisito para que ocorra a liberação dos ácidos graxos e glicerol (BASSI, 2010).

As bactérias do rúmen são as que mais realizam a hidrólise sendo mais de 85% e alguns fatores podem influenciar como o nível de lipídeo acrescido na dieta, o pH do rúmen e a utilização de ionóforos, que são capazes de reduzir a atividade e crescimento bacteriano (DOREAU e CHILLIARD, 1997).

O processo de biohidrogenação é considerado um mecanismo de autodefesa dos microrganismos do rúmen, porque os ácidos graxos saturados são menos tóxicos aos microrganismos ruminais. Mesmo a biohidrogenação sendo alto, o processo depende das características da fonte dos lipídeos, do tempo de retenção da fonte no rúmen e das características da população microbiana (ALLEN, 2000).

DAVIS e BROWN (1970) foram os primeiros a esquematizarem a teoria da biohidrogenação. Depois que ocorre a hidrólise, os ácidos graxos poli-insaturados ficam livres para que os microrganismos possam agir para que ocorra a biohidrogenação, que tem início com a isomeração da ligação cis-12 dos ácidos linoléico e linolênico à ligação trans-11, que quando resulta do ácido linoléico forma o ácido graxo C<sub>18:2</sub> AG cis-9, trans-11, ou seja ácido linoléico conjugado (CLA) que pode ser observado na Figura 1.

As bactérias que participam da biohidrogenação são classificadas em dois grupos A e B, conforme o padrão metabólico (KEMP e LANDER, 1984). Para que a biohidrogenação de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) seja completa são necessários os dois grupos de bactérias.

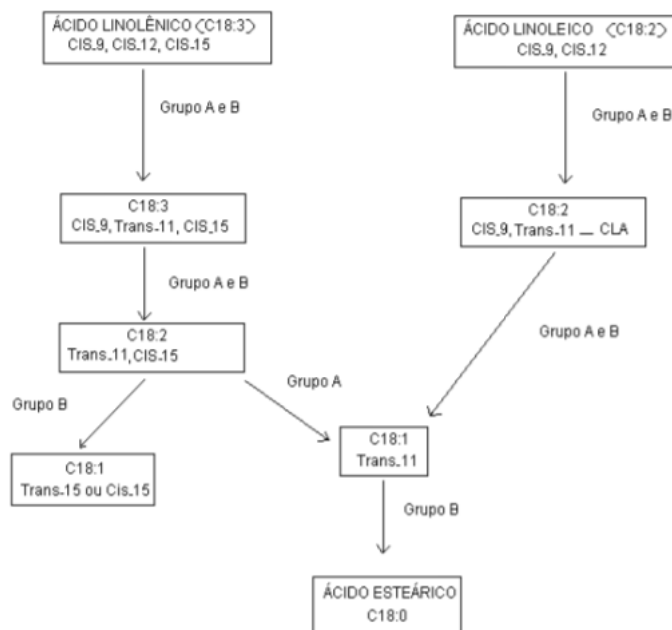


Figura 1. Biohidrogenação ruminal dos ácidos linoléico e linolênico. Fonte: Adaptado de BASSI, 2010.

A biohidrogenação colabora com a retirada de íons de  $H^+$  do rúmen, impedindo que haja acúmulo, e na menor produção de metano pelas bactérias metanogênicas, visto que estas consomem hidrogênio. Desta forma, o uso dos ácidos graxos insaturados tende a melhorar a eficiência energética da dieta. Grande parte dos ácidos graxos é modificada devido ao metabolismo ruminal, a biohidrogenação não é completa e diversos ácidos graxos intermediários são produzidos (BYERS e SCHEHING, 1993).

Quanto à digestão pós-rúmen, muitas diferenças confirmam a particularidade da digestão de gorduras nos ruminantes. Devido à lipólise dos triglicerídeos ser quase completa no rúmen, os ácidos graxos se encontra na forma não esterificada e protonada e adsorvidos nas partículas dos alimentos. A bile então age como um detergente, removendo os ácidos graxos dessas partículas, ao invés de emulsificar os triglicerídeos como ocorre nos animais monogástricos (PALMQUIST e MATTOS, 2006).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi conduzido, nas dependências do setor de Nutrição de Ruminantes, Laboratório de Digestibilidade in vivo e Laboratório de Nutrição Animal da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados, Estado do Mato Grosso do Sul, entre os meses de Outubro e Dezembro de 2013, totalizando 62 dias.

Foram utilizados 3 novilhos mestiços, castrados e com o peso corporal médio de 350 kg providos de cânula ruminal. Os animais foram mantidos em baias individuais cobertas de 8 m<sup>2</sup> (2x4m), de piso batido, contendo comedouro e bebedouros individuais e distribuídos em quadrado latino 3x3 não contemporâneos.

O experimental foi constituído por seis períodos, com duração de 12 dias cada, sendo os 8 primeiros dias de adaptação às dietas e quatro para avaliar as variáveis mensuradas. A dieta foi fornecida individualmente, dividida em duas refeições diárias (8h e 16h). O volumoso e o concentrado eram misturados manualmente no cocho no momento da alimentação de modo a ocorrer aproximadamente 20% de sobras. Os tratamentos avaliados foram (Tabela 1): Tratamento 1: inclusão do Grão de soja (GS), Tratamento 2: inclusão do Grão de canola (GC) e Tratamento 3: inclusão do Grão de crambe (GCR). A relação volumoso: concentrado da dieta foi 60:40, sendo o volumoso a silagem de milho e o concentrado a base de milho, mineral e grão de canola, crambe e soja.

**Tabela 1** – Composição percentual dos concentrados e composição bromatológica das dietas experimentais fornecidas aos bovinos.

Composição percentual (%MS)	Canola	Crambe	Soja
Silagem	60,00	60,00	60,00
Milho	24,03	20,9	19,72
Grão	10,40	14,10	15,95
Ureia	1,62	1,37	0,41
Mineral	3,95	3,63	3,92
Composição bromatológica (%MS)			
MS	42,00	43,00	42,00
PB	13,70	13,60	13,60
FDN	37,70	42,60	37,20
EE	6,00	6,00	6,00

MS= Matéria seca, PB= proteína bruta, FDN= fibra em detergente neutro, EE= extrato etéreo.

Foram realizados coletas de fezes de cada animal nos dias 9º, 10º e 11º em intervalos de 6 horas, de cada período, na quantidade de 300 g/dia, sendo coletadas em bandejas de alumínio, devidamente pesadas e taradas, após a coleta foi realizada pesagem e secagem em estufa de circulação forçada (55°C por 72 horas) e moídas em moinho de facas (1,0 mm).

Ao fim de cada período foi realizado uma amostra composta a partir do material pré-seco, acondicionados em sacos plásticos e posteriormente submetidos à análise de MS, MM, FDN, EE e PB, conforme metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002).

Seguindo o mesmo procedimento eram coletadas amostras de fezes para a separação dos grãos de canola, crambe e soja. No final de cada dia foram pesadas aproximadamente 300 g de fezes, em balança analítica. As amostras foram submetidas à lavagem em peneiras de 4, 2 e 1 mm. Os grãos de canola, crambe e soja, foram coletados manualmente com auxílio de pinças (para dissecação anatômica), pesados, colocados em bandejas de alumínio, secos em estufa de ventilação forçada (55° por 72 horas) e moídos manualmente com almofariz e pistilo de porcelana, para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), extrato etéreo (EE), proteína bruta (PB), de acordo com as metodologias descritas por Silva e Queiroz (2002). As frações fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), foram determinadas segundo Van Soest et al. (1991), com o uso de saquinhos tecido não tecido (TNT) 100 g/m<sup>2</sup> por meio do determinador de fibra (TE-149 – Tecnal®).

No 12º dia experimental foram coletadas manualmente amostras de conteúdo ruminal imediatamente antes da alimentação e 2, 4, 6, e 8 horas após o fornecimento da dieta, na interface líquido/sólido do ambiente ruminal e filtradas por uma camada tripla de gaze, uma

amostra de líquido ruminal para a determinação do pH e da concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>). As determinações do pH foram realizadas imediatamente após a coleta por intermédio de peagâmetro digital portátil e para a determinação do nitrogênio amoniacal, separou-se uma alíquota de 40 mL, que foi fixada com 1 ml de HCl 1:1, sendo acondicionada em recipiente de vidro com tampa de polietileno, identificada para posterior análise. A determinação dos teores de N-NH<sub>3</sub> foi realizada conforme o método INCT-CA N-007/1, descrito por DETMANN et al., (2012).

Os coeficientes de digestibilidade aparente total da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e extrato etéreo (EE), foram obtidos relação entre o total de nutrientes retidos e a excreção fecal dos mesmos.

Os dados obtidos foram submetidos ao SAS (Version 9.1.3, SAS Institute, Cary, NC 2009), verificando a normalidade dos resíduos e a homogeneidade das variâncias pelo PROC UNIVARIATE.

Os dados foram analisados, pelo PROC MIXED de acordo com a seguinte modelo:

$$Y_{ijkl} = \mu + A_i + P_j + C_k + D_l + e_{ijkl}$$

Onde:  $Y_{ijyk}$  = variável dependente,

$\mu$  = media geral,

$A_i$  = efeito de animal ( $j = 1$  a  $3$ ),

$P_j$  = efeito do período ( $y = 1$  a  $6$ ),

$C_k$  = efeito do quadrado ( $k = 1$  to  $2$ ),

$D_l$  = efeito de dieta ( $l = 1$  a  $3$ ) e

$e_{ijklm}$  = erro.

O efeito aleatório do modelo (random) foi caracterizado por:  $A_i$  e  $P_j$ . Os graus de liberdade foram corrigidos por DDFM= kr. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo comando PROC MIXED do SAS, adotando-se nível de significância de 5%. Para análise dos dados foi realizado teste de TUKEY ajustado pelo PROC MIXED do SAS com significância de 5%.

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O consumo total de matéria Seca foi afetado pelo tipo de oleaginosa utilizada (Tabela 2); onde a inclusão de grãos de canola e soja não apresentaram diferenças e o grão de crambe reduziu o consumo em 21,02%. A presença do glicosinolato nos grãos de crambe podem causar a redução do consumo total de matéria seca dos animais, devido a menor

palatabilidade, possivelmente pelo sabor amargo (GOES et al. 2016; MENDONÇA et al., 2015; Silva, 2013). CORTÊS et al (2015) destacaram que o menor consumo de matéria seca diminua a taxa de passagem ruminal e aumenta a digestibilidade dos nutrientes.

**Tabela 2** – Consumo e digestibilidade total dos nutrientes de bovinos alimentados com grãos de canola, crambe e soja

Item	Dietas experimentais			EPM	P-value
	Canola	Crambe	Soja		
	Consumo (kg/dia)				
Matéria seca	7.85 <sup>a</sup>	6.20 <sup>b</sup>	7.86 <sup>a</sup>	0.25	0.005
	Digestibilidade g/kg				
Matéria seca	0.645	0.645	0.645	0.01	0.997
Matéria orgânica	0.673	0.669	0.683	0.01	0.613
Proteína bruta	0.665	0.705	0.696	0.03	0.829
FDN	0.278 <sup>b</sup>	0.319 <sup>a</sup>	0.203 <sup>c</sup>	0.01	0.001
Extrato etéreo	0.772 <sup>c</sup>	0.911 <sup>a</sup>	0.872 <sup>b</sup>	0.02	0.001

\*EPM= erro padrão da média

Uma possível explicação para a redução do consumo no tratamento com grão de crambe está relacionada à teoria de regulação do consumo, proposta por NICHOLSON & OMER (1983), que sugeriram que o aumento da secreção de colecistoquinina (CCK), decorrente da presença de ácidos graxos insaturados (AGI) na digesta, pode inibir a motilidade no rúmen e retículo, reduzindo o consumo de alimentos.

Não houve diferença significativa das diferentes fontes de oleaginosas sobre a digestibilidade total da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta entre os tratamentos, mas verificou-se menor digestibilidade da FDN para dietas contendo grãos de soja. BASSI (2010), trabalhando com grãos de soja, caroço de algodão e linhaça na alimentação de novilhos zebuínos, não encontrou redução na digestibilidade de FDN das dietas, resultados esses que diferem deste trabalho. Segundo NAGARAJA et al. (1997), geralmente os ácidos graxos insaturados são tóxicos para as bactérias gram-positivas cujo mecanismo pode envolver uma alteração na permeabilidade da membrana celular, que reduz a capacidade da célula regular o pH intracelular e a captação de nutrientes. Ainda segundo estes autores os ácidos oléico, linoléico e linolênico inibem fortemente o crescimento das bactérias celulolíticas *B. fibrisolvans*, *R. albus* e *R. flavefaciens*.

Segundo LEITE (2006) tem-se observado redução na digestibilidade da fibra quando fontes lipídicas são adicionadas às rações, e a magnitude de redução está relacionada não só a

quantidade, mas principalmente ao tipo de ácido graxo presente no suplemento, sendo que lipídios ricos em ácidos graxos insaturados tendem a provocar maior depressão na digestibilidade.

Alguns trabalhos com bovinos de corte encontraram que a suplementação de ácidos graxos em até 9,4 % da MS da dieta não afeta a digestibilidade dos nutrientes (KUCUK *et al.*, 2004; ATKINSON *et al.*, 2006).

A composição química dos grãos excretados nas fezes (Tabela 3) apresentou efeito para todas as características avaliadas. O grão de soja apresentou os menores teores de EE, resultados esses que indicam que mesmo com a proteção da matriz lipídica para grãos de oleaginosas in natura, houve um aproveitamento dos lipídios, já que o valor de extrato etéreo do grão de soja in natura é de aproximadamente 20% e o extrato etéreo do grão excretado foi de 4,32%; valores semelhantes foram encontrados por RENNÓ *et al.* (2015). O mesmo não aconteceu com os grãos de canola e crambe que apresentaram valores médios de 16,78 e 26,46%. Segundo WANG *et al.* (1999) o grão da canola possui uma rígida cápsula que faz com que este seja pouco digerido, o mesmo pode ser sugerido para o Crambe.

**Tabela 3-** Composição centesimal dos grãos excretados nas fezes de bovinos alimentados com diferentes fontes de oleaginosas

Item	Diets experimentais			EPM	P-value
	Canola	Crambe	Soja		
Matéria seca	94.95 <sup>a</sup>	94.86 <sup>a</sup>	91.52 <sup>b</sup>	0.63	0.043
Matéria orgânica	96.91 <sup>b</sup>	97.43 <sup>b</sup>	99.73 <sup>a</sup>	0.31	0.001
Proteína bruta	29.13 <sup>a</sup>	36.51 <sup>a</sup>	12.91 <sup>b</sup>	3.12	0.005
FDN	83.47 <sup>a</sup>	75.77 <sup>b</sup>	77.74 <sup>b</sup>	1.42	0.050
FDA	42.09 <sup>a</sup>	39.32 <sup>a</sup>	14.79 <sup>b</sup>	4.23	0.013
Extrato etéreo	16.78 <sup>b</sup>	26.46 <sup>a</sup>	4.32 <sup>c</sup>	2.81	0.003
Cinzas	3.08 <sup>a</sup>	2.56 <sup>a</sup>	0.26 <sup>b</sup>	0.31	0.001

\*EPM= erro padrão da média

A recuperação dos grãos nas fezes foi maior para os tratamentos com canola e crambe o que pode influenciar os valores obtidos, podendo explicar assim os valores referente aos coeficientes de digestibilidade (Tabela 2). CORTÊS *et al.* (2015), trabalhando com linhaça em grãos para vacas em confinamento encontraram maior recuperação dos grãos nas fezes e consequentemente maiores valores para a composição bromatológica.

Houve efeito da inclusão dos grãos de oleaginosas sobre o pH ruminal (Tabela 4). Onde o tratamento com inclusão de grão de canola teve menor valor. Contudo, nenhum tratamento proporcionou pH inferior a 5,8, que, segundo ORSKOV *et al.* (1978), prejudicaria a



degradação da FDN e FDA. BETT et al. (1999), em seu estudo com adição de canola para cordeiros também encontraram redução nos valores de pH no fluido ruminal.

Segundo KOWALCZYK et al. (1977), a inclusão de gordura na dieta influencia de forma positiva o pH ruminal. Desta forma, o alto teor de extrato etéreo observado para os suplementos compostos por sementes oleaginosas gerou efeito tamponante sobre o pH ruminal, o que justifica a inalteração observada com o grão de canola e soja e a ligeira elevação observada com o crambe. Os valores encontram-se acima de 6,0, onde, segundo HOOVER (1986), iniciariam-se os efeitos deletérios sobre a microbiota celulolítica ruminal.

**Tabela 4-** Valores médios de pH ruminal e N-NH<sub>3</sub> (mg/dL) do líquido ruminal de bovinos alimentados com diferentes fontes de oleaginosas

Item	Dietas experimentais			EPM	P-value		
	Canola	Crambe	Soja		Fonte	Tempo	Interação
pH	6.16 <sup>b</sup>	6.72 <sup>a</sup>	6.21 <sup>b</sup>	0.05	0.040	0.001	0.715
N-NH <sub>3</sub>	16.05 <sup>a</sup>	10.97 <sup>c</sup>	12.99 <sup>b</sup>	0.83	0.001	0.001	0.109

\*EPM= erro padrão da média

A suplementação lipídica permite redução na concentração de N-NH<sub>3</sub> no líquido ruminal (VAN NEVEL e DEMEYER, 1988; LIN et al.,1995), A inclusão dos grãos de oleaginosas na dieta teve efeito no N-NH<sub>3</sub>, onde o grão de crambe apresentou redução no valor. Segundo DOREAU & FERLAY (1995), a redução na concentração de amônia no rumen ocorre devido a defaunação ruminal. E esta redução foi observada em estudos com suplementação lipídica por alguns autores (IKWUEGBU & SUTTON, 1982; NGUYEN et al., 2003; EIFERT et al., 2005).

NAGARAJA et al. (1997) afirmaram que altos níveis de gordura da dieta, fato evidenciado neste trabalho com adição de sementes oleaginosas , incrementa a eficiência de síntese de proteína microbiana e, conseqüentemente, a assimilação de amônia.

Segundo Van Soest (1994), a concentração de N-NH<sub>3</sub> ruminal é fundamental ao crescimento e eficiência microbiana. Para que não ocorra limitação na fermentação microbiana, a concentração mínima de N-NH<sub>3</sub> deve ser em torno de 5 mg/100 mL de líquido ruminal (SATTER e ROFFLER, 1979), e máxima de 23 mg de N-NH<sub>3</sub>/mL para síntese microbiana (MEHREZ et al., 1977). Assim, destaca-se que os valores observados em todos os tratamentos estão de acordo com os valores indicados para não limitar a fermentação e para máxima síntese microbiana.

## **6. CONCLUSÃO**

A utilização do grão de crambe na dieta reduz o consumo de matéria seca dos animais e altera a digestibilidade dos nutrientes.

O fornecimento de grãos de soja inteiros permite o melhor aproveitamento dos lipídeos presentes na dieta.

Os grãos de canola proporcionaram os maiores picos de amônia ruminal.

## 7. REFERÊNCIAS

- ALBURQUERQUE, R. Novos Desafios da Pesquisa em Nutrição e produção Animal. Pirassununga: Ed. 5D, 2009. v.1, p. 191-214.
- ALLEN, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, n. 7, p. 1598-1630, July 2000.
- ANDRADE, A. D. **Ácidos graxos ômega – 3 em peixes, óleos de peixes e óleos vegetais comestíveis**. Maringá, PR: UEM, 1994, 67p. Dissertação (Mestrado em Química) – Universidade Estadual de Maringá, 1994.
- ANDRAE, J. G.; DUCKETT, S. K.; HUNT, C. W. ; PRITCHARD, G. T. ; OWENS, F. N. Effects of feeding high-oil corn to beef steers on carcass characteristics and meat quality. **Journal of Animal Science**, v. 79, p. 582-588, 2001.
- ANUALPEC, 2014, Anuário da Agropecuária Brasileira, São Paulo: FNP Consultoria e comércio, 2014. p. 5.
- ASKAR, A.R.; GUADA, J.A.; GONZÁLEZ, J.M.; VEJA, A.; FONDEVILA M. Rumen digestion and microbial protein synthesis by growing lambs fed highconcentrate diets: Effects of cereal processing and animal age. **Animal Feed Science and Technology**, v.142, p.292-305, 2008.
- ATKINSON, R.L.; Scholljegerdes, E.J.; Lake, S.L.; Nayigihugu, V.; Hess, B.W. and Rule, D.C. 2006. Site and extent of digestion, duodenal flow, and intestinal disappearance of total and esterified fatty acids in sheep fed a high-concentrate diet supplemented with high-linoleate safflower oil. **J Anim Sci**, 84: 387-396.
- BAIER, A. C., ROMAN, E. S. **Informações sobre a cultura da Canola no sul do Brasil**. In: Seminário Estadual de Pesquisa de Canola, I, 1992, Cascavel: EMBRAPA/CNPT, p. 1-9. 1992.
- BARLETA, R. V. Grão de soja cru e integral na dieta de vacas leiteiras. 2010. 96 p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia– Universidade de São Paulo, Pirassununga – SP, 2010.
- BASSI, M. S. **Diferentes grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade aparente e desempenho**. LAVRAS, MG: UFLA, 2010,63p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Lavras, 2010.
- BAUMAN, D. E.; LOCK, A. L. Concepts in lipid digestion and metabolism in dairy cows. In: TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 15., 2006, West Lafayette. **Proceedings**... West Lafayette: Cornell University, 2006. 14 p.
- BELL, J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. **Can. J. Animal Science**, 73:679-697,1993.
- BETT, V.; SANTOS, G.T.; AROEIRA, L.J.M. et al. Digestibilidade *in vivo* de cordeiros alimentados com canola em grão integral em diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 808-815, 1999.
- BOLZAN, I.T.; SANCHEZ, L.M.B.; CARVALHO, P.A.; VELHO, J.P.; LIMA, L.D.; MORAIS, J.; CADORIN JR., R.L. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com dietas contendo grão de milho moído, inteiro ou tratado com uréia, com três níveis de concentrado. **Ciência Rural**, v.37, p.229-234, 2007.

- BRÁS P. Caracterização nutricional de coprodutos da extração de óleo em grãos vegetais em dietas de ovinos. Nova Odessa - SP, 2011. 75p. : il. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Zootecnia. APTA/SAA. Área de Concentração: Produção Animal Sustentável.
- BYERS, F. M.; SCHELLING, G. T. Los lípidos en la nutrición de los rumiantes. In: CHURCH, C. D. **El rumiante: fisiología y nutrición**. Zaragoza: Acribia, 1993. chap. 3 p. 339-356.
- BYERS, F.M., SCHELLING, G.T. **Lipids in ruminant nutrition**. In: CHURCH, D.C. (Ed.) *The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.*: A reston Book. 1989. p.298-312.
- 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.
- COELHO DA SILVA, J. F. , LEÃO M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**.
- CORRÊA, A.M.V. 2007. Utilização de grão de soja em diferentes formas na alimentação de vacas leiteiras. **Tese (Doutorado em Zootecnia)**. Universidade Federal Viçosa. Minas Gerais. Viçosa. 128 f.
- CÔRTEZ, C.; KAZAMA, R.; DA SILVA- KAZAMA, D. SANTOS, G.T.D.; ZEOULA, L.M. AND PETIT, H.V. Composition of flaxseed recovered from the faeces of dairy cows fed different proportions of whole flaxseed in the diet. *J Anim Feed Sci Technol*, 204: 9-17. 2015.
- DAVIS, C. L.; BROWN, R. E. Low-fat milk syndrome. In: PHILLIPSON, A. T. (Ed.). **Physiology of digestion and metabolism in the ruminant**. Newcastle Upon Tyne: Oriel Press, 1970. chap. 5, p. 545-565.
- DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.
- 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.
- DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, Cambridge, v. 78, n. 1, p. 15-35, July 1997.
- DOREAU, M.; FERLAY, A. Effect of dietary lipids on the ruminal metabolism in the rumen: a review. *Livestock Production Science*, v.43, p.97-110, 1995.
- DOWNEY, R.K. **Canola: a quality brassica oilseed**, 15/07/2007, < <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-211.html>.
- 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.
- EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LEÃO, M.I. et al. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão de vacas lactantes. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.34, n.1, p.297-308, 2005.
- FIGUEIREDO, D.F.; MURAKAMI, E.A.; PEREIRA, S.A.M; FURLAN, C.A.; TORAL, B.L. F. Desempenho e morfometria da mucosa de duodeno de frangos de corte alimentados com

farelo de canola, durante o período inicial. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, p.1321-1329, 2003.

FUNDAÇÃO MATO GROSSO DO SUL. Tecnologia e Produção: Crambe 2010. Maracajú: FUNDAÇÃO MS, 2010.

GOES, R.H.T.B.; CARNEIRO; M.M.Y.; BRABES, K.C.; LANA. R.P. Coprodutos de crambe (*Crambe abyssinica* Hoechst) na alimentação de ruminantes. **Archivos de Zootecnia**. 65 (R): 7-16. 2016.

GRANDE, P.A.; ALCALDE, C.R.; LIMA, L.S.; AYER, I.M.; MACEDO, F.A.F.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas da carcaça e qualitativas do músculo Longissimus dorsi de cabritos  $\frac{3}{4}$  Boer +  $\frac{1}{4}$  Saanen confinados recebendo rações contendo grãos de oleaginosas. R. Bras. Zootec., v.38, n.6, p.1104-1113, 2009.

HIGHTSHOE, R.B.; COCHRAN, R.C.; CORAH, L.R. et al. Effects of calcium soaps of fatty acids on postpartum reproductive function in beef cows. **Journal of Animal Science**, v.69, p.4097-4103, 1991.

HOOVER, W.H. Chemical factors involved in ruminal fiber digestion. *Journal of Dairy Science*, v.68, n.1, p.40-44, 1986.

HUSSEIN, H. S.; MERCHEN, N. R.; FAHEY, Jr. G. C. Effects of forage level and canola seed supplementation on site and extent of digestion of organic matter, carbohydrates, and energy by steers. **Journal of Animal Science**, v.73, p. 2458-2468, 1995.

IKWUEGBU, O.A.; SUTTON, J.D. The effect of varying the amount of linseed oil supplementation on rumen metabolism in sheep. *British Journal of Nutrition*, v.48, p.365-375, 1982.

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1995.

KEMP, P.; LANDER. D. J. Hydrogenation in vitro of  $\alpha$ -linolenic acid to stearic acid by mixed cultures of pure strains of rumen bacteria. **Journal of General Microbiology**, London, v. 130, n. 3, p. 527-533, Mar. 1984.

KOWALCZYK, J.; ØRSKOV, E.R.; ROBINSON, J.J. et al. Effect of fat supplementation on voluntary food intake and rumen metabolism in sheep. *British Journal Nutrition*, v.37, n.2, p.251-257, 1977.

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

Kucuk, O.; Hess, B.W. and Rule, D.C. 2004. Soybean oil supplementation of a high-concentrate diet does not affect site and extent of organic matter, starch, neutral detergent fiber, or nitrogen digestion, but influences both ruminal metabolism and intestinal flow of fatty acids in limit-fed lambs. **J Anim Sci**, 82: 2985-2994.

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.

LEITE, L. C. **Perfil dos ácidos graxos do leite e metabolismo de lipídios no rúmen de vacas recebendo dietas com alto ou baixo teor de concentrado e óleo de soja ou de peixe**. 2006. 97 p. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2006.

- LIMA G.O.V. **Quitosana associada ao grão de soja cru e integral na dieta de búfalos: pH e nitrogênio amoniacal de digesta reticular**. Salvador, Bahia, 2014. 38 p. Trabalho de Conclusão de Curso do Curso de Zootecnia – Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal da Bahia, 2014.
- LIN, H.; BOYSLON, T.D.; CHANG, M. J. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. *Journal of Dairy Science*. v. 78, p. 2358-2365, 1995.
- MEDEIROS, S.R.; ALBERTINI, T.Z.; MARINO, C.T. Lipídios na nutrição de ruminantes. In: MEDEIROS, S.R.; GOMES, R.C.; BUNGENSTAB, D.J. **Nutrição de bovinos de corte: Fundamentos e aplicações**. EMBRAPA Brasília- DF. Cap 5. 2015.
- MENDONÇA, B. P. C.; LANA, R. P.; DETMANN, E.; GOES, R. H. T. B.; CASTRO, T. R. Uso do farelo e da torta de crambe na alimentação de bezerros em crescimento. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v.4, n.2, p.84-92, Dezembro, 2014.
- MOREIRA, M. A. Programa de melhoramento genético de qualidade de óleo e proteína de soja desenvolvida na UFV In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 1, 1999, Londrina, Anais... Londrina: Embrapa Soja, 1999. p. 99-104.
- NAGAJARA, T. G.; NEWBOLD, C. J.; NEVEL, C. J. van. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P. N.; STEWART, C. S. (Ed.). **The rumen microbial ecosystem**. 2nd. ed. London: Blackie Academic, 1997. chap. 2, p. 523-632.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001.
- NAVES, A.B.; BARLETTA, R.V.; GANDRA, J.R.; FREITAS JÚNIOR, J.É.; VERDURICO, L.C.; BENEVENTO, B.C.; MINGOTI, R.D.; RENNÓ, F.P. Desempenho e perfil plasmático de vacas leiteiras alimentadas com grão de soja integral ou moído. **Archivos de zootecnia vol. 62, núm. 240, p. 580**. 2013.
- NERILO, N. **Disponibilidade de metionina e cistina da semente e do farelo de canola**. 1995. 33f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 1995.
- NGUYEN, T.H.N.; NGUYEN, V.H.; NGUYEN, T.N. et al. [2003]. Effect of drenching with cooking oil on performance of local yellow cattle fed rice straw and cassava foliage. *Livestock Research for Rural Development*, v.15, n.7, 2003. Disponível em: <http://www.cipav.org.co/lrrd/lrrd15/7/nhan157.htm>.
- NICHOLSON, T.; OMER, S.A. The inhibitory effect of intestinal infusions of unsaturated long-chain fatty acids on forestomach motility of sheep. **British Journal of Nutrition**, v.50, n.1, p.141-149, 1983.
- OLIVEIRA, S.G. **Utilização de fontes de gordura em dietas com diferentes níveis de fibra para vacas em lactação**. Piracicaba. USP, Escola de Agronomia. 2001, 88p. (Tese doutorado).
- ORSKOV, E.R., HINE, R.S., GRUNBB, D.A. 1978. The effect of urea on digestion and voluntary intake by sheep of diets supplemented with fat. *Anim. Prod.*, 27:241-245.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. (Ed.). **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. cap. 2, p. 287-310.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de Lipídeos. In: BERCHIELLI, T. T.; PIRES, A. V.; OLIVEIRA, S. G. **Nutrição de Ruminantes**, 2ª edição, Jaboticabal: Funep, 2011, cap. 10, p. 299-321.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.4, p.1351-1360, 1991.

PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídeos para vacas em lactação. In: SIMPÓSIO SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 6., 1989, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 1989. p.11. Piracicaba: Ed. Livrocere, 384p. 1979.

RENNÓ, F.P. CÔNSOLO; N.R.B.; BARLETTA, R.V.; VENTURELI, B.; GARDINAL, R.; TAKIYA, C.S.; GANDRA, J.R.; PEREIRA, A.S.C. Grão de soja cru e inteiro na alimentação de bovinos: Excreção de grão de soja nas fezes. **Archivos de zootecnia**. vol. 64, núm. 248, p. 332. 2015.

ROSCOE, R.; DELMONTES, A. M. A. **Crambe é nova opção para biodiesel**. Agriannual 2009. São Paulo: Instituto FNP, 2008. p. 40-41.

RUSSEL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.G. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. I. Ruminant fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.70, n.11, p. 3551-3561, 1992.

SAMBANTHAMURTHI, R.; SUNDRAM, K., YEW-AI, T. Chemistry and biochemistry of palm oil. *Progress in Lipid Research*, Washington, v. 39, n. 6, p. 507-558, nov, 2000.

SANTOS, V.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; OLIVEIRA, P.S.N.; GALATI, R.L. Consumo e digestibilidade em ovinos alimentados com grãos e subprodutos de canola. **Revista Brasileira Saúde e Produção Animal**, v.10,n.1,p.96-105. 2009.

SANTOS, V.C.; EZEQUIEL, J.M.B.; PINHEIRO, R.S.B.; BARBOSA J.C.; GALATI, R.L. Características de carcaça de cordeiros alimentados com grãos e subprodutos da canola. **Acta Scientiarum. Animal Sciences Maringá**, v. 31, n. 4, p. 389-395, 2009.

SILVA, A. C.; LIMA, É. P. C.; BATISTA, H. R. A importância da soja para o agronegócio brasileiro: uma análise sob o enfoque da produção, emprego e exportação. In: ENCONTRO DE ECONOMIA CATARINENSE, 5. 2011, Florianópolis, Santa Catarina. **Anais...** Florianópolis: APEC, 29 abr. 2011. Disponível em: <http://goo.gl/EPqWJe>

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002.

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

TALAVERA, F.C.S., PARK, WILLIAMS, G.L. Relationships among dietary lipid intake, serum cholesterol, and ovarian function in Holstein heifers. **Journal of Animal Science**, v. 60, p.1045-1051, 1985.

TOMM, G.O. Sistema de Produção: Cultivo de Canola. Embrapa Trigo, 2007. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/canola/cultivodecanola/epoca\\_emeadura.html](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/canola/cultivodecanola/epoca_emeadura.html)>.

TOMM, G.O. Situação atual e perspectivas da canola no Brasil. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 2 p. (Embrapa Trigo. Comunicado Técnico Online, 58). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p\\_co58.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_co58.htm)>.

- TOMM, G.O.; WIETHOLTER, S.; DALMAGO, G.A.; SANTOS, H.P. **Tecnologia para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2009. 88 p. (Embrapa Trigo. Documentos Online, 92). Disponível em: <[http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p\\_do92.htm](http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/do/p_do92.htm)>.
- URANO, F. S.; PIRES, A.V.; SUSIN, I.; MENDES, C. Q.; RODRIGUES, G. H.; ARAUJO, R. C.; MATTOS, W. R. S. **Desempenho e características da carcaça de cordeiros confinados alimentados com grãos de soja**. Pesquisa Agropecuária. Brasileira, Brasília, v.41, n. 10, p.1525-1530, out, 2006.
- VAN CLEEF, E.H.C.B. **Tortas de nabo forrageiro (*Raphanussativus*) 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 NEVEL, C. J.; Demeyer, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In: Hobson, P. N. The ruminal microbial ecosystem. Essex: elsevier, 1988. p. 387-443.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Dairy Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VASCONCELOS, A.M., DIAS, M., NASCIMENTO, V.A., ROGÉRIO, M. C.P., FAÇANHA, D.A.E. Degradabilidade ruminal e digestibilidade intestinal dos grãos de soja crus e tostados em bovinos leiteiros. **Revista brasileira de saúde produção animal** vol.17 no.4 Salvador Oct./Dec. 2016.
- WANG Y., NOWAK G., CULLEY D., HADWIGER L.A. FRISTENSKY B. Constitutive expression of pea defense gene DRR206 confers resistance to blackleg (*Leptosphaeria maculans*) disease in transgenic canola (*Brassica napus*). **Mol. Plant-Microbe Interact.** 12: 410–418. 1999.