

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS CONTENDO DIFERENTES SEMENTES
DE OLEAGINOSAS PARA BOVINOS FISTULADOS**

Marcus Vinicius Garcia Niwa

CAMPO GRANDE, MS

2017

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

**AVALIAÇÃO NUTRICIONAL DE DIETAS CONTENDO DIFERENTES SEMENTES
DE OLEAGINOSAS PARA BOVINOS FISTULADOS**

Nutritional evaluation of diets containing different oilseeds for fistulated cattle

Marcus Vinicius Garcia Niwa

Orientador: Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal. Área de concentração: Produção Animal

CAMPO GRANDE, MS

2017

Dedico este trabalho aos meus pais,
Otávio Niwa e Nanci Maria Garcia Niwa

AGRADECIMENTOS

Primeiramente à Deus por sempre guiar meus caminhos.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, ao programa e corpo docente da Pós-Graduação em Ciência Animal.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul pela concessão da bolsa de estudos, que permitiu dedicação exclusiva ao projeto.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul pelo financiamento do projeto “Uso de ácidos graxos poli-insaturados provenientes de sementes de oleaginosas na nutrição de bovinos” através da Chamada FUNDECT N° 11/2014 – UNIVERSAL-MS.

Ao Dr. Rodrigo da Costa Gomes, pelos ensinamentos e oportunidades durante minha graduação que me levaram a ingressar ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, sob orientação do Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo.

Ao Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo, por todos os ensinamentos, orientações, oportunidades, confiança, acolhimento e amizade ao longo desses anos.

Ao Prof. Dr. Rodrigo Gonçalves Mateus e à Universidade Católica Dom Bosco, pela parceria na execução deste projeto.

Aos Professores Dr. Gumercindo Lorian Franco, Dr. Alexandre Menezes Dias e Dr. Rodrigo Gonçalves Mateus pela disponibilidade em contribuir para qualidade deste trabalho e participação como membros da banca examinadora de qualificação e defesa.

Aos meus pais, Otávio Niwa e Nanci Maria Garcia Niwa, e minha irmã Priscilla Garcia Niwa, por toda educação, carinho e amor incondicional.

À minha namorada Gabriella Jorgetti de Moraes, pela paciência, parceria e companhia em todas etapas desde trabalho.

Aos meus companheiros de trabalho e amigos Eduardo Souza Leal, Gabriella Jorgetti de Moraes, Marlova Cristina Miotto da Costa, Noemila Debora Kozerski, Natália Heimbach, Marcelo Vedovatto e Ibrahim Miranda Cortada Neto, pelo auxílio nas diversas atividades deste projeto, e por serem minha família campo-grandense.

A todos estagiários, pelo comprometimento e auxílio nas atividades.

Aos meus amigos londrinenses Higor Henrique Leandro, Kauan Siqueira Paulão, Allyson Cavaguchi, Junior Nascimento, Pedro Rampazzo, Aline Borgo, Carol Evangelista Paulão, Amanda Cavaguchi e Angélica Motta Nascimento pela amizade e companheirismo mesmo a distância durante os últimos anos.

RESUMO

NIWA, M. V. G. Avaliação nutricional de dietas contendo diferentes sementes de oleaginosas para bovinos fistulados. 2017. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

RESUMO: Objetivou-se avaliar dietas com elevado teor de extrato etéreo (EE) utilizando grãos de oleaginosas sobre a digestibilidade e produção cumulativa de gases *in vitro*, consumo de nutrientes, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo, variáveis ruminiais e sanguíneas em bovinos fistulados. Foram avaliadas cinco dietas com relação silagem de milho e concentrado de 40:60, sendo uma dieta padrão (controle) e quatro dietas contendo grãos de oleaginosas (algodão, canola, girassol e soja) visando obter dieta com 8% de EE. Cinco bovinos, machos, castrados e fistulados no rúmen, com peso corporal médio ao início do experimento de $416,33 \pm 93,30$, foram distribuídos em delineamento quadrado latino 5x5. As médias da digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIV-MS) das dietas padrão, soja, girassol, canola e girassol foram superiores à da dieta algodão (847,7, 861,5, 829,1, 821,7, e 705,4 g/kg respectivamente). A produção cumulativa *in vitro* de gás da dieta padrão (21.2 mL/100 mg de MS incubada) foi superior as dietas contendo oleaginosas, sendo a dieta algodão a com menor produção (12,8 mL). Bovinos alimentados com as dietas algodão e canola apresentaram média de consumo de matéria seca de 6,6 kg/dia, inferior aos demais tratamentos. Bovinos apresentaram maiores médias de tempo em ruminação para os tratamentos com girassol, soja e algodão (406, 362 e 361 min/dia respectivamente). Não houve efeito de tratamento para as variáveis ruminiais pH e N-NH₃. Houve efeito de tratamento sobre as concentrações de ureia e colesterol séricos, sendo que os animais que receberam grãos de soja apresentaram maior nível de ureia (50,7 mg/dL). Os animais alimentados com o tratamento padrão proporcionaram níveis menores de colesterol sérico (111,8 mg/dL) que os alimentados com as dietas contendo algodão, canola, girassol e soja (152,7, 137,1, 146,9, 138,2 mg/dL, respectivamente). Dietas com elevado teor de EE contendo grãos de oleaginosas interferem nas avaliações *in vitro*. A utilização do caroço de algodão e do grão de canola proporcionaram menores consumos de nutrientes, não sendo recomendadas para obtenção de dietas com elevado teor de EE para bovinos confinados. Já a utilização de grãos de girassol e soja proporcionaram resultados semelhantes ou melhores quando comparados aos da dieta padrão, caracterizando-se como alternativas potenciais para melhorar o desempenho produtivo, além de aumentar o teor colesterol sérico dos bovinos.

Palavras-chave: caroço de algodão; canola; consumo de nutrientes; fermentação ruminal; girassol; soja

ABSTRACT

NIWA, M. V. G. Nutritional evaluation of diets containing different oilseeds for fistulated cattle. 2017. 84 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande, MS, 2017.

The objective of this study was to evaluate diets with high content of ethereal extract (EE) using oilseed grains on digestibility and cumulative gas production *in vitro*, nutrient intake, apparent digestibility, ingestive behavior, ruminal and blood variables in fistulated cattle. Five diets with corn silage concentration and 40:60 concentrate were evaluated, being a standard diet (control) and four diets containing oilseeds (cotton, canola, sunflower and soybean) in order to obtain a diet with 8% EE. Five steers fistulated in the rumen, with average body weight at the beginning of the experiment of 416.33 ± 93.30 , were distributed in a 5x5 Latin square design. The mean *in vitro* dry matter digestibility (DIV-MS) of the standard, soybean, sunflower, canola and sunflower diets was higher than that of the cotton diet (847.7, 861.5, 829.1, 821.7, and 705, 4 g / kg respectively). The *in vitro* cumulative gas production of the standard diet (21.2 mL / 100 mg of incubated DM) was higher than the diets containing oilseeds, with the cotton diet being the one with the lowest yield (12.8 mL). Cattle fed the cotton and canola diets had a mean dry matter intake of 6.6 kg / day, lower than the other treatments. Bovines presented higher mean time in rumination for treatments with sunflower, soybean and cotton (406, 362 and 361 min / day respectively). There was no treatment effect for the ruminal pH and N-NH₃ variables. There was a treatment effect on the serum urea and cholesterol concentrations, and the animals receiving soybean grains had a higher level of urea (50.7 mg / dL). Animals fed standard treatment provided lower levels of serum cholesterol (111.8 mg / dL) than those fed diets containing cotton, canola, sunflower and soybean (152.7, 137.1, 146.9, 138, 2 mg / dL, respectively). Diets with high EE content containing oilseeds interfere with *in vitro* evaluations. The use of cottonseed and canola grain provided lower intakes of nutrients and were not recommended to obtain diets with high EE content for confined cattle. On the other hand, the use of sunflower and soybean grains provided similar or better results when compared to those of the standard diet, characterizing them as potential alternatives to improve productive performance, besides increasing the serum cholesterol content of cattle.

Keywords: canola; cottonseed, nutrient intake, ruminal fermentation, soybean; sunflower

LISTA DE TABELAS

Artigo 1:

Tabela 1– Ingredientes e participação nas dietas experimentais	52
Tabela 2 – Composição químico-bromatológica dos concentrados, grãos de oleaginosas e dietas experimentais	53
Tabela 3 – Digestibilidade <i>in vitro</i> (g/kg) dos grãos de oleaginosas e dietas experimentais	54
Tabela 4 – Cinética da degradação <i>in vitro</i> dos grãos de oleaginosas e dietas experimentais	55

Artigo 2:

Tabela 1 – Ingredientes e participação nas dietas experimentais	79
Tabela 2 – Composição químico-bromatológica dos concentrados, grãos de oleaginosas e dietas experimentais	80
Tabela 3 – Consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo de novilhos de corte em função dos tratamentos experimentais	81
Tabela 4 – Variáveis ruminais (pH e N-NH ₃) de novilhos de corte em função dos tratamentos experimentais	82
Tabela 5 – Parâmetros sanguíneos de novilhos de corte em função dos tratamentos experimentais	83

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL	09
2. Revisão bibliográfica	10
2.1. Metabolismo, digestão e absorção de lipídios	10
2.2. Lipídios na nutrição de ruminantes	15
2.3. Grãos de oleaginosas na nutrição de ruminantes	18
REFERÊNCIAS	22
 2. ARTIGO 1 – Digestibilidade e produção cumulativa de gases <i>in vitro</i> de dietas para bovinos com elevado teor de extrato etéreo utilizando grãos de oleaginosas	
Resumo	35
Abstract	36
Introdução	37
Material e Métodos	38
Resultados	41
Discussão	44
Conclusões	46
Referências	48
Tabelas e Figuras	52
 3. ARTIGO 2 – Dietas com elevado teor de extrato etéreo utilizando grãos de oleaginosas para bovinos de corte confinados	
Resumo	56
Abstract	57
Introdução	59
Material e métodos	60
Resultados	65
Discussão	69
Conclusões	72
Referências	73
Tabelas e Figuras	79
4. CONSIDERAÇÕES FINAIS	84

1. INTRODUÇÃO GERAL

Os estudos direcionados para o aumento da produção animal estão diretamente relacionados com a qualidade e a composição do produto gerado, de forma que trabalhos com fontes de gordura associados com a manipulação do ambiente ruminal são necessários, com o objetivo de produzir alimentos de melhor qualidade.

Doenças cardiovasculares, obesidade, hipertensão e outras doenças em humanos têm sido associadas a maior ingestão de alimentos com maior teor de ácidos graxos saturados (Fernandes et al., 2011; Xavier et al., 2013). Assim, as recentes descobertas na área da saúde vêm, cada vez mais, mudando os conceitos e os hábitos relacionados com a alimentação humana. Essas mudanças referem-se, principalmente, a ingestão da gordura presente na carne de ruminantes e no leite e seus derivados.

Alimentos de origem animal que apresentem características mais saudáveis têm estimulado as cadeias produtivas da carne e do leite e os pesquisadores nutricionistas a buscar soluções (Fernandes et al., 2014), visto que a gordura da carne bovina possui maior concentração de ácidos graxos saturados, e menor concentração de ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados em relação à gordura da carne de não-ruminantes (Lopes et al., 2012).

Segundo a Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne (ABIEC) (2014), aproximadamente 11% dos animais abatidos eram provenientes de sistemas de produção em confinamento. Portanto, a maior parte dos bovinos se enquadram em sistemas baseados no consumo exclusivo de forragens, onde a participação dos lipídios na dieta é baixa (aproximadamente 3% da matéria seca) (Codognoto et al., 2014).

Visando alterar o perfil de ácidos graxos dos produtos de ruminantes, a manipulação nutricional tem sido a estratégia mais utilizada (Nudda et al., 2014; Valente et al., 2015), onde já foi relatado o aumento de ácidos graxos insaturados nos produtos de ruminantes que receberam suplementação com ácidos graxos poli-insaturados (Chilliard et al., 2009).

Entretanto, o metabolismo ruminal é um dos principais desafios para a suplementação lipídica. O excesso de lipídios causa alterações na fermentação, podendo prejudicar o consumo (Palmquist, 1991). E os ácidos graxos insaturados dietéticos suplementados, podem não resultar em concentrações elevadas dos

mesmos na carne, devido possíveis alterações no ambiente ruminal (Lourenco et al., 2010). Estudos de fontes lipídicas que podem evitar esses efeitos negativos ao ambiente ruminal, como os grãos de oleaginosas, uma vez que os ácidos graxos estariam parcialmente protegidos da pela matriz do grão (Dhiman et al., 2000; Oliveira et al., 2011), são de grande interesse.

Portanto, objetivou-se com este trabalho avaliar dietas com elevado teor de extrato etéreo contendo grãos de oleaginosas sobre a digestibilidade e a produção cumulativa de gases in vitro, consumo e digestibilidade aparente de nutrientes, comportamento ingestivo, variáveis ruminais (pH e N-amoniaco) e variáveis sanguíneas em novilhos de corte confinados. Como hipótese, espera-se que tais dietas com elevado teor de EE contendo oleaginosas não influenciem negativamente os parâmetros avaliados.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Metabolismo, digestão e absorção de lipídios

O perfil de ácidos graxos dos produtos de animais ruminantes é em grande parte influenciado pelo metabolismo ruminal, uma vez que os ácidos graxos dietéticos podem ser intensamente metabolizados neste compartimento gástrico (Lock et al., 2006; Lourenco et al., 2010).

Ao serem consumidos, os lipídios dietéticos são hidrolisados no rúmen por ação de lipases, galactosidases e fosfolipases microbianas, resultando na liberação dos ácidos graxos (saturados e insaturados) e glicerol. As bactérias mais conhecidas por atuar nesta etapa são: a *Anaerovibrio lypolitica* e *Butyrivibrio fibrisolvens*. O glicerol liberado é rapidamente fermentado, gerando o ácido propiônico como produto final (Jenkins, 1993; Harfoot e Hazlewood, 1997).

As bactérias ruminais podem sintetizar seus próprios ácidos graxos, exceto ácidos graxos poli-insaturados, a partir de ácidos graxos dietéticos de cadeia longa e através da síntese “De novo” por meio de ácidos graxos de cadeia curta (Jenkins, 1993). Entretanto, não são capazes de utilizá-los como fonte de energia através da beta-oxidação em condições anaeróbicas (Lourenco et al., 2010).

Os ácidos graxos liberados na lipólise, principalmente os ácidos graxos insaturados em excesso, tem propriedade de se incorporar aos lipídios de membrana das bactérias, alterando sua fluidez e permeabilidade. As partículas dos alimentos também podem ser recobertas pelos ácidos graxos. Tais ocorrências podem diminuir

as atividades bacterianas, por dificultar a aderência, colonização, ação enzimática, ou ainda por exercer efeito tóxico sobre as células bacterianas (Kozloski, 2011).

Ao comparar a composição de ácidos graxos no conteúdo ruminal com os da dieta, observa-se grande diminuição da concentração de ácidos graxos poli-insaturados e aumento na concentração de ácido esteárico, refletindo extensa biohidrogenação ruminal (Harfoot, 1981; Vernon e Flint, 1988). Portanto, após lipólise, grande parte dos ácidos graxos insaturados (geralmente mais de 90%) são convertidos em saturados através de processo chamado biohidrogenação. A conversão dos ácidos graxos insaturados em saturados no rúmen pode ser considerado um mecanismo para minimizar os efeitos tóxicos sobre as bactérias. A intensidade da biohidrogenação pode ser dar em função da fonte dos lipídios, do tempo de retenção no rúmen e de características da população microbiana (Allen, 2000).

A taxa da lipólise e a proporção de ácidos graxos biohidrogenados no rúmen irão depender da fonte fornecida e do pH ruminal (Palmquist e Jenkins, 1980; Van Soest e Nisbet, 1995). Segundo Zinn et al. (2000), o grau médio de biohidrogenação ruminal é de 70%, podendo variar de 60 a 90%.

Os principais substratos da biohidrogenação são o ácido linolênico ($C_{18:3}$), principalmente para animais em pastejo, o que reflete maior participação de glicolipídios e fosfolipídios nas forragens, e o ácido linoleico ($C_{18:2}$) refletindo maior participação de triglicerídeos para animais recebendo concentrado ou suplemento lipídico (NRC, 2016).

A biohidrogenação completa dos ácidos linoleico e linolênico resultam na formação do ácido esteárico ($C_{18:0}$) (Khanal & Dhiman, 2004). Este processo envolve reações de isomerização e redução, mediadas por diferentes classes de bactérias e enzimas (Crumb, 2011). O ácido linoleico ($C_{18:2}$ cis-9, cis-12) é biohidrogenado em três passos, sendo o primeiro passo a isomerização dessa molécula, por uma enzima cis-trans isomerase, formando o ácido rumênico ($C_{18:2}$ cis-9, trans-11). Nas duas etapas seguintes, ocorrem reduções, via redutases, resultando na formação do ácido vacênico ($C_{18:1}$ trans-11) e ácido esteárico ($C_{18:0}$) respectivamente. A biohidrogenação do ácido linolênico ($C_{18:3}$ cis-9, cis-12, cis-15) segue processo semelhante, ocorrendo isomerização na ligação cis-12, formando cis-9, trans-11, cis-15 ($C_{18:3}$), seguida por reduções das duplas ligações em cis-9 e cis-15, obtendo-se o ácido vacênico, e

finalmente, a redução da ligação trans-11 formando o ácido esteárico (Gouvêa et al., 2012).

Algumas bactérias foram identificadas como principais no processo de biohidrogenação, por exemplo, *Butyrivibrio fibrisolvens*, *Ruminococcus albus*, *Ruminococcus flavifaciens* e outras bactérias celulolíticas, classificadas como bactérias do grupo A, responsáveis pela biohidrogenação de ácidos graxos insaturados 18:3 e 18:2 em trans-11, 18:1 (Paillard et al., 2007), e a *Butyrivibrio proteoclasticus*, classificada no grupo B, que biohidrogenizam moléculas trans-11 do C_{18:1} resultando em C_{18:0} (Wallace et al., 2006).

Porém, alguns fatores podem influenciar a biohidrogenação ruminal, bem como a quantidade de ácidos graxos insaturados que escapam do rúmen sem sofrerem biohidrogenação completa, sendo depositados no tecido adiposo ou na gordura do leite (Gattás e Brumano, 2005). O aumento de concentrado na dieta promove maior taxa de passagem e diminuição da população de bactérias celulolíticas. Essa população de bactérias apresenta sensibilidade em pH mais baixo, levando a diminuição da lipólise e biohidrogenação ruminal, pois essa população de bactérias está diretamente relacionada a esses processos. E a maior taxa de passagem de partículas pode não permitir o tempo necessário de permanência no rúmen para que os ácidos graxos insaturados sejam totalmente convertidos em saturados (Oliveira et al., 2008; Gudla et al., 2012; Hall e Eastridge, 2014).

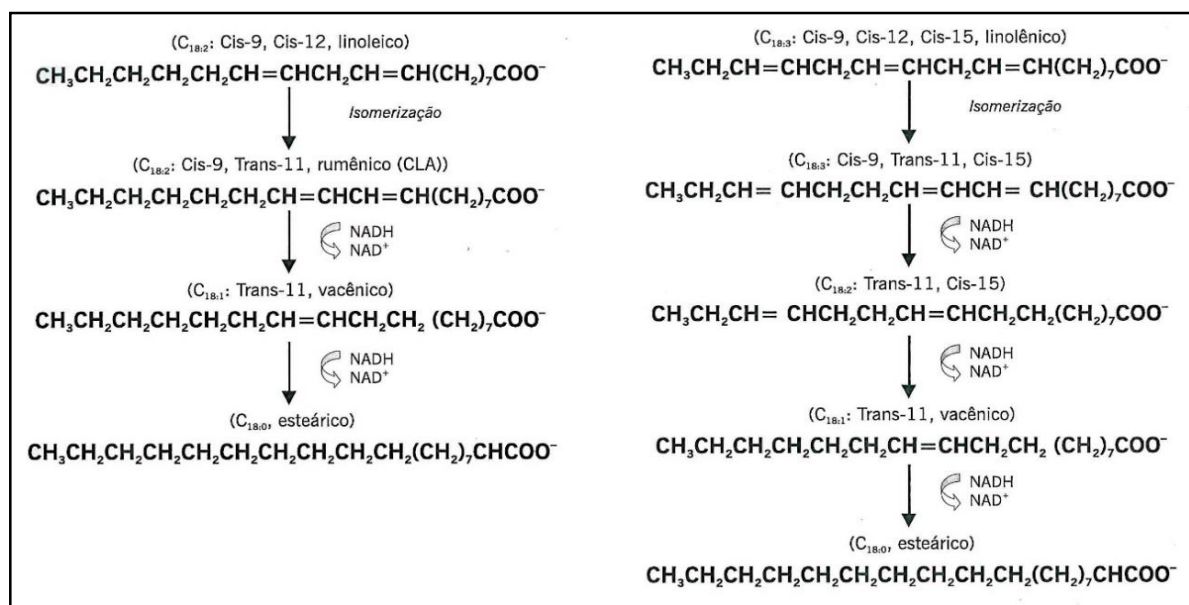


Figura 1. Processo de biohidrogenação do ácido linoleico e linolênico à ácido esteárico. Fonte: Kozloski, (2011).

O processo de biohidrogenação realizado pelos microrganismos ruminais resulta na formação de compostos intermediários. O aumento no fluxo duodenal de ácidos graxos específicos, entre eles alguns intermediários da biohidrogenação, tem manifestado grande interesse. Tal interesse se dá visto que estes ácidos graxos são metabolicamente ativos e podem aumentar o valor dos produtos dos ruminantes devido ao potencial de efeitos benéficos à saúde humana (Hess et al., 2008; Jenkins et al., 2008).

O ácido linoleico conjugado (CLA) é um dos compostos intermediários formados durante a biohidrogenação. Ácidos linoleicos conjugados são isômeros geométricos e posicionais de ácido linoleico, com duplas ligações conjugadas insaturadas (Gudla et al., 2012). O ácido linoleico é convertido em vários isômeros de CLA através da atividade de diferentes bactérias ruminais e enzimas. Os isômeros apresentam insaturações na forma cis e/ou trans, em diferentes posições da cadeia carbônica, sendo os isômeros mais ativos o cis-9, trans-11 e o trans-10, cis-12 (Park et al., 2002; Mir et al., 2004).

Proveniente principalmente de grãos e óleos de grãos, o ácido linoleico passa pelo primeiro passo da biohidrogenação, sendo isomerizado à CLA ou também chamado de ácido rumênico. A taxa do processo de biohidrogenação é mediada pela atividade das bactérias do grupo A e B. As bactérias do grupo A estão em maior número no rúmen, e a redução do ácido vacênico à ácido esteárico pelas bactérias do grupo B ocorre em menor velocidade, proporcionando que ocorra acúmulo do ácido rumênico (C_{18:2} cis-9, trans-11) e de ácido vacênico (C_{18:1} trans-11), os quais podem ser absorvidos (Bauman et al., 2003, Moon et al., 2008).

A isomerização e biohidrogenação do ácido linoleico fortemente influenciado pelo pH ruminal (Bessa et al., 2000). Em ambiente ruminal com valores de pH ácidos, pode ocorrer a produção do ácido vacênico (C_{18:1}) trans-10 ao invés do trans-11, que resultará no isômero trans-10, cis-12 (Griinari e Bauman, 1999). O isômero cis-9, trans-11 é o principal isômero de CLA benéficos para saúde humana (Pariza, 2004). Entretanto, a absorção direta deste isômero no intestino delgado é pequena, e a principal fonte do mesmo é proveniente da dessaturação do ácido vacênico realizada no tecido dos ruminantes (Griinari e Bauman, 1999; Knight, et al., 2003).

A fermentação dos componentes da dieta pela atividade dos microrganismos ruminais acarretarão na formação, principalmente, de ácidos graxos voláteis, proteína microbiana e gases como o CO₂ e CH₄. A perda de carbono através da produção e

eliminação de metano entérico, além de ser prejudicial ao meio ambiente, pode representar cerca de 2 a 15% da energia bruta consumida (Van Soest, 1994; Johnson e Johnson, 1995). Embora os efeitos tóxicos dos ácidos graxos sobre as bactérias ruminais e a biohidrogenação sejam prejudiciais do ponto de vista da fermentação e fluxo de ácidos graxos insaturados para o intestino, estes mesmos eventos representam uma vantagem no uso da suplementação lipídica.

Os efeitos da suplementação de lipídios sobre as bactérias ruminais, entre elas metanogênicas (Archaea), alteram a população microbiana ruminal, favorecendo a formação de propionato e a captação de H^+ (Machmüller et al., 2003; Maia et al., 2007). A biohidrogenação com a adição de hidrogênios para saturação dos ácidos graxos atua na retirada de ions H^+ do ambiente ruminal, visto que este é substrato para metanogênese. Entretanto, esse processo teria baixa influência sobre a metanogênese, sendo que 1 mol de ácido linoleico previne a formação de apenas 0,75 mol de CH_4 (Czerkawski, 1986; Martin et al., 2009).

De modo geral, as linhas de pesquisa sobre o metabolismo ruminal de lipídios, objetivam manipular o ambiente ruminal e modular a biohidrogenação. Tais pesquisas visam controlar os efeitos tóxicos dos ácidos graxos sobre os microrganismos e proporcionar maior fluxo de ácidos graxos insaturados e ácidos graxos específicos como o CLA para o intestino.

O fluxo lipídico do rúmen para o duodeno é composto por lipídios microbianos e lipídios dietéticos. Desta forma, o fluxo de ácidos graxos para o intestino delgado pode exceder a quantidade ingerida, devido a síntese de lipídios microbianos (Jenkins, 1993; Doreau e Ferlay, 1994).

Os ácidos graxos que chegam ao duodeno podem estar em duas fases, adsorvidos as partículas fibrosas da digesta ou dissolvidos na forma de micelas. Conforme fluem pelo intestino delgado, pela ação detergente dos sais biliares e o aumento do pH, os ácidos graxos adsorvidos as partículas passam para fase micelar, que por sua vez são absorvidos por difusão passiva, principalmente, pelas células epiteliais no jejuno (Kozloski, 2011). No interior enterócitos os ácidos graxos são reesterificados a triglicerídeos, fosfolipídios e ésteres de colesterol, incorporados em quilomícrons e lipoproteínas de muito baixa densidade, liberados a princípio ao sistema linfático e em seguida para a circulação sanguínea (Bauman e Lock, 2006). Nos tecidos a lipoproteína lipase hidrolisa os triglicerídeos, liberando os ácidos graxos para utilização (Vernon e Flint, 1988). Ácidos graxos de até 14 carbonos em sua

cadeia podem ser absorvidos e direcionados ao fígado para serem oxidados, sem a necessidade de serem incorporados em quilomícrons (Kennely et al., 2000).

A digestibilidade dos ácidos graxos em dietas contendo de 3 a 5% de lipídios suplementares é de aproximadamente 80%, e quando este valor ultrapassa os 10% de suplementação, a digestibilidade reduz para cerca de 56% (Palmquist e Jenkins, 1980). O comprimento da cadeia dos ácidos graxos, também é um fator que influencia a digestibilidade intestinal dos mesmos, sendo que com o aumento do comprimento da cadeia a digestibilidade diminui (Doreau e Chilliard, 1997).

2.2 Lipídios na nutrição de ruminantes

Além de fornecer ácidos graxos essenciais, aumentarem a capacidade de absorção de vitaminas e atuarem como precursores metabólicos, em determinadas ocasiões, como em situações onde a energia é limitante e quando a quantidade máxima de grãos deve ser respeitada afim de evitar distúrbios fermentativos, os lipídios são utilizados para elevar a densidade energética das dietas, melhorar o desempenho e manipular a qualidade da carcaça (Yamamoto et al., 2005; so

et al., 2006; Bassi et al., 2012).

Os lipídios em plantas forrageiras são constituídos principalmente por galactolipídios e fosfolipídios, enquanto na gordura animal e nos grãos são representados principalmente por triglicerídeos. Estes lipídios são compostos por ácidos graxos, galactose e glicerol. Conforme o número de insaturações ou duplas ligações em sua cadeia, os ácidos graxos podem ser classificados em saturados, monoinsaturados ou poli-insaturados. Em plantas forrageiras e óleos vegetais, a maior parte dos ácidos graxos (geralmente mais de 70%) é insaturada, representada principalmente pelo linoleico (C_{18:2}) e linolênico (C_{18:3}) (Kozloski, 2011).

Os ácidos linolênicos e linoleicos são encontrados em quantidades muito pequenas na gordura corporal dos ruminantes, e considerados como essenciais, por não serem sintetizados pelos animais. Portanto, devem fazer parte da dieta dos mesmos, sendo precursores dos demais ácidos da família ômega-3 e ômega-6. O ácido linoleico pode ser encontrado em abundância nos óleos de milho, girassol, soja, dentre outros. Enquanto o ácido linolênico é encontrado em concentrações elevadas nos grãos de linhaça, o qual apresenta 32 a 38% de óleo e teores percentuais de linolênico que variam de 44,6 a 51,5% do total dos ácidos graxos (Salles et al., 2003).

Normalmente a alimentação de ruminantes está associada ao consumo de forragens, onde a participação dos lipídios é baixa, aproximadamente 3% da matéria seca (Codognoto et al., 2014). A adição de lipídios aumenta a densidade energética das dietas, podendo proporcionar diversos benefícios nutricionais atendendo a demanda calórica, permitindo melhorar o desempenho e eficiência energética de produção (Smith, 1990), conter ácidos graxos essenciais e melhorar a absorção de compostos lipossolúveis (Welch e Hooper, 1988).

No entanto a suplementação lipídica pode apresentar efeitos negativos sobre a palatabilidade e digestibilidade da fibra dependendo do nível de adição (Johnson e McClure; 1973; Palmquist, 1991). Segundo Van Soest (1994) e Swenson e Reece (1996), o excesso de lipídios na dieta, principalmente os insaturados, pode ocasionar problemas na fermentação ruminal, pela inibição das bactérias celulolíticas e metanogênicas, diminuindo a digestibilidade da fibra no rúmen. Esta inibição pode ser em razão de efeito de recobrimento das fibras pela gordura, impedindo a aderência bacteriana e o acesso das enzimas fibrolíticas ao seu substrato, ou ainda, a um efeito tóxico dos ácidos graxos insaturados sobre as células bacterianas (Kosloski, 2011).

Portanto, é recomendado que o teor de lipídios não ultrapasse 6 a 7% da MS da dieta, pois valores acima destes teriam efeito de deprimir o a digestibilidade da fibra, e conseqüentemente o consumo (Machado et al., 2011). E em dietas contendo altos níveis de concentrado, o limite máximo recomendado é de 6% (Zinn e Jorquera, 2007; Hess et al., 2008).

Os efeitos da suplementação lipídica sobre parâmetros fermentativos e digestibilidade ruminal ainda são controversos, podendo encontrar trabalhos que observaram efeitos negativos (Villaza et al., 1999; Eastridge e Firkins, 2000; Bassi et al., 2012; Rennó et al., 2015), e outros que não observaram prejuízos em sua utilização (Jenkins e Palmquist, 1984; Bateman et al., 1998; Avila et al., 2000).

Em relação ao pH ruminal, grande parte dos resultados encontrados na literatura, apontam que o uso de lipídios adicionais não proporciona alterações ao mesmo (Vargas et al., 2002; Valinote et al., 2006; Ivan et al., 2012), e alguns trabalhos relatam elevação do pH em relação aos tratamentos sem suplementação lipídica (Doreau et al., 1989; Klusmeyer et al., 1991). Estes valores podem ser atribuídos ao menor consumo de matéria seca (Klusmeyer et al., 1991) ou pela menor participação de amido na dieta (Doreau e Chilliard, 1997).

As concentrações de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) ruminal podem ser alteradas com a adição de lipídios na dieta, visto que esta pode proporcionar redução na população de protozoários ou de bactérias desaminadoras. Devido a tais reduções, pode-se observar aumento da síntese microbiana e redução da concentração de N-NH₃ (Van Soest e Demeyer, 1988). De acordo com Lin et al. (1995), com o uso da suplementação lipídica, há redução da concentração de N-NH₃ ruminal, aumento na eficiência na síntese microbiana e aumento na produção do ácido linoleico conjugado na carne. Entretanto, Salles et al. (2003) avaliando os efeitos do caroço de algodão e gordura protegida nos parâmetros ruminais de bovinos em terminação recebendo alto nível de concentrado, apesar de terem observado redução na população microbiana, os tratamentos não proporcionaram diferenças na concentração de N-NH₃ no líquido ruminal.

A diminuição do consumo de matéria seca também foi observada com a utilização de suplementação lipídica (Bassi et al., 2012; Rennó et al., 2015). Este efeito é atribuído ao maior tempo de permanência da digesta nos compartimentos rúmen-retículo devido a menor fermentação e digestibilidade, principalmente da fração fibrosa da dieta (NRC, 2001).

Outras teorias também podem estar relacionadas a explicação do menor consumo de matéria seca ao utilizar a suplementação lipídica. Segundo Mertens (1994) a ingestão de matéria seca é controlada por fatores físicos, fisiológicos e psicogênicos. O mecanismo físico se dá pela distensão física do rúmen-retículo, o fisiológico refere-se ao balanço energético, e o psicogênico envolve fatores inibidores ou estimuladores relacionados ao alimento, manejo, e que não tem relação com o efeito de enchimento nem com o valor energético do alimento. Em estudo realizado por Gagliostro et al. (1991), infundiu-se continuamente óleo de colza via intraduodenal, e observou-se redução do consumo de matéria seca, o que os autores sugeriram ser efeito da homeostase energética. Segundo Allen (2000), a palatabilidade, ações hormonais e a oxidação das gorduras no fígado, também são fatores que podem estar relacionados ao menor consumo.

Estudos sobre os efeitos de dietas contendo grãos de oleaginosas, como fontes de ácidos graxos poli-insaturados protegidos, para terminação de novilhos, ainda são escassos e inconsistentes.

2.3 Grãos de oleaginosas na nutrição de ruminantes

Diversas fontes de lipídios podem ser utilizadas na nutrição de ruminantes, como por exemplo, óleos vegetais, óleo reciclado de cozinha, sais de cálcio de ácidos graxos e grãos de oleaginosas (Wathes et al., 2007)

Os grãos de oleaginosas são utilizados como fontes proteicas e energéticas nas dietas pelo elevado teor de proteína e lipídios (Rennó et al., 2012). Os lipídios destas fontes são envoltos por matriz proteica, podendo prevenir rápida liberação destes no ambiente ruminal, conferindo grande potencial para evitar os efeitos negativos ao ambiente ruminal (Dhiman et al., 2000; Oliveira et al., 2011).

Embora os ácidos graxos insaturados contidos no interior dos grãos de oleaginosas estejam protegidos da degradação ruminal e consequentemente da biohidrogenação, estes grãos podem continuar intactos durante sua passagem por todo o trato digestivo, tendo como consequência uma baixa digestibilidade no intestino delgado (Hess et al., 2008).

De acordo com a CONAB (2017), a área de algodão plantada no Brasil na safra 2015/2016 foi de 954.7 mil hectares, com produção de 1936.5 mil toneladas. A região Centro-Oeste é a de maior contribuição, com 660.4 mil hectares plantados e 2412.7 mil toneladas de caroço de algodão produzidas.

O algodão apresenta cerca de 36% de pluma, 58% de caroço e 6% de impurezas. Subproduto da indústria têxtil, o caroço de algodão é obtido após retirada de grande parte da fração fibrosa, entretanto ainda apresenta alto teor de fibra em detergente neutro (FDN de 40 – 50% da MS) devido ao línter fortemente aderido que representa aproximadamente 10% do peso do caroço de algodão. Dois tipos de caroço de algodão os principais comercializados, o de alto línter ou caroço de algodão branco (variedade Acala) e o de baixo línter ou caroço de algodão preto (variedade Pima). Além de fonte de fibra (fisicamente efetiva), o caroço de algodão fornece grande quantidade de proteína e extrato etéreo (23 e 20% da MS aproximadamente, respectivamente) (Rogério et al., 2003).

Com relação ao teor de ácidos graxos e seu perfil, o caroço de algodão apresenta aproximadamente 18% de ácidos graxos na MS, onde cerca de 25% são representados pelo palmítico ($C_{16:0}$), 17% oleico ($C_{18:1}$) e 53% linoleico ($C_{18:2}$), caracterizando-se como uma fonte altamente insaturada (Palmquist e Mattos, 2011).

O caroço de algodão apresenta um composto fenólico de coloração amarela chamado gossipol ($C_{30}H_{30}O_8$). Este composto está em diversas partes de plantas de

algodão do gênero *Gossipium* da família *Malvaceae*, mas especialmente na parte interna da semente do algodão (Cunha et al., 2008).

O gossipol pode estar na forma livre ou ligada, predominando no caroço de algodão a forma livre, que é considerada tóxica (Calhoun et al., 1995; Luginbuhl et al., 2000). Geralmente, o teor de gossipol livre no caroço de algodão é próximo do valor total (Gomes et al., 2014). Dependendo da espécie e variedade, o teor de gossipol no caroço de algodão pode variar de 0.66% a 3.28% (Benbouza et al., 2002).

Os ruminantes com desenvolvimento ruminal pleno têm habilidade de tolerar o gossipol porque os microrganismos do rúmen promovem ligações com o grupo ϵ -amino da lisina de proteínas solúveis que impede sua absorção (Calhoun et al., 1995; Arieli, 1998).

Apesar da capacidade de tolerar o gossipol, dietas com grandes quantidades de caroço de algodão podem extrapolar a capacidade de tolerância, afetando o desempenho animal (Arieli, 1998; Risco et al., 2002). Embora rara em ruminantes, se fornecidas quantidades superiores a 3-4 kg por dia, maior a possibilidade de quadros de intoxicação pelo gossipol. O grau de intoxicação pode variar em dependência de fatores como nível de consumo, período de consumo (efeito cumulativo), função ruminal, conteúdo de proteína e minerais da dieta, idade do animal (Rogério et al., 2003).

Costa et al. (2011), avaliando o efeito da adição de 0, 14.35, 27.51 e 34.09% da MS de caroço de algodão na dieta de bovinos confinados (50% volumoso = cana-de-açúcar), observaram redução linear no consumo de MS e ganho de peso diário. Os autores associaram tais resultados a elevação do teor de EE nas dietas (2.99, 4.98, 6.81 e 7.73% de EE na MS para os níveis 0, 14.35, 27.51 e 34.09% de caroço de algodão respectivamente) e também ao aumento no teor de FDN e FDA, proporcionado por substituir o farelo de soja e milho pelo caroço de algodão.

Bassi et al. (2012) observaram menor consumo de MS e menor ganho de peso diário ao utilizar caroço de algodão moído (18% da MS) em dietas com relação voluloso:concentrado de 40:60 e EE de 6%, em comparação a dieta sem lipídios adicionais. Entretanto, os coeficientes de digestibilidade aparente não foram diferentes da dieta controle. Estes resultados foram atribuídos ao maior teor de FDN da dieta contendo caroço de algodão, e também pelo menor diâmetro geométrico médio do caroço de algodão moído, uma vez que tal característica provavelmente ocasionou maior liberação de lipídios.

Em ensaios realizados com vacas de leite, Coppock et al. (1985) observaram que a inclusão acima de 30% de caroço de algodão na dieta prejudica o consumo de MS por unidade de peso corporal e metabólico, entretanto, o consumo de energia só é prejudicado quando a inclusão ultrapassa 50% da MS.

A área de canola plantada no Brasil na safra 2015 foi de 44.4 mil hectares, com produção de 54.9 mil toneladas. Já na safra de 2016, foram plantados 47.5 mil hectares, com produção de 71.9 mil toneladas, representando um aumento de 7% de área plantada e 30% na produção. A região sul é considerada como exclusiva na produção deste grão, sendo o estado do Rio Grande do Sul como principal constituidor, representando 82% da área plantada e 79.8% da produção nacional em 2015, e 86.7% da área plantada e 87% da produção nacional em 2016 (CONAB, 2017).

A canola (*Brassica napus* L.) é uma oleaginosa desenvolvida por canadenses em 1970 a partir da colza. A variedade geneticamente modificada, cuja sigla significa “canadian oil low acid”. O grão é caracterizado por conter menos que 2% do total de ácidos de ácido erúico, e menos que 3 mg/g de MS de glicosinolatos (Marques et al., 1992; Bell, 1993; Mailer et al., 2008)

Por apresentar teor de extrato etéreo de 38-50%, e proteína bruta de 16-24%, a canola pode ser utilizada como fonte proteica e/ou fonte de lipídios em dietas de ruminantes (Shahidi, 1990; Khorasani et al., 1992).

Segundo Kilic e Garipoglu (2009), após realizarem estudos avaliando a composição química, digestibilidade e produção de gases *in vitro* e degradabilidade *in situ* com diferentes híbridos de canola, concluíram que a utilização de canola acima de 12-14% na MS da dieta podem diminuir a fermentação ruminal, consumo e digestibilidade dos nutrientes. Mas abordam também que o grão de canola pode ser usado em níveis além de 20% da MS da dieta, desde que o teor de extrato etéreo não seja superior a 6% da MS.

A área de girassol plantada no Brasil na safra 2015/2016 foi de 51.2 mil hectares, com produção de 62.3 mil toneladas. E na safra de 2016/2017, estima-se que foram plantados 51.2 mil hectares, com produção de 71.4 mil toneladas, representando um aumento de 14.7% na produtividade e 14.6% na produção total. A região centro-oeste é considerada como principal constituidora desta cultura, representando 50% da área plantada e 57% da produção nacional em 2015/2016, e 50% da área plantada e 51% da produção nacional em 2016/2017 (CONAB, 2017).

Segundo Leite et al. (2005), o girassol apresenta cerca de 24% de proteína, 47% de óleo e 24% de fibra em detergente neutro. Entretanto, dois tipos de girassol são cultivados comercialmente, os cultivares com menor teor de óleo e os com alto teor de óleo. Os cultivares com menor teor de óleo são de origem norte americana, e tem como características maturação tardia, grãos compridos e com estrias, e teor de óleo menor que 30%. Já os cultivares com alto teor de óleo, são de origem russa, apresentando maturação precoce, grãos pequenos e de cor preta, e teor de óleo acima de 40% (Connor; Hall, 1997).

O grão de girassol apresenta aproximadamente 34% de ácidos graxos na MS, onde cerca de 5.5% são representados pelo palmítico (16:0), 3.6% oleico (18:1), 21.7% linoleico (18:2) e 68.5% linolênico, caracterizando-se como uma fonte rica em ácidos graxos insaturados, principalmente de ácido graxo linolênico (Palmquist e Mattos, 2011).

Ao contrário de outros grãos como soja, algodão e colza, o girassol não apresenta fatores antinutricionais. Desta forma, é considerado um alimento seguro para todas as espécies (Morsy et al., 2015).

O grão de soja apresenta grande disponibilidade em praticamente todo o território nacional, sendo uma fonte rica em lipídios com elevado teor de ácidos graxos insaturados, além de apresentar boa aceitação pelos animais (Rabello et al., 1996)

Na safra de 2015/2016 de soja foram plantados 33.252 mil hectares, produzindo 95.435 mil toneladas. Com um aumento de 1.6% e 8.7% na área plantada e na produção, respectivamente, a área plantada na safra de 2016/2017 foi estimada em 33.787 mil hectares, com produção de 103.778 mil toneladas. A região centro-oeste é a de maior participação na produção desta cultura, representando 46% da produção nacional, seguida da região sul com 33% (CONAB, 2017).

Por apresentar teor de proteína bruta de aproximadamente 40% e 20% de óleo, é considerado uma excelente fonte de proteína e rico em energia, além de conter 34% de carboidratos totais (Valadares Filho et al., 2010). A soja possui cerca de 18% de ácidos graxos na MS, sendo que deste teor, o ácido graxo palmítico (16:0) representa 10.7%, esteárico (18:1) 3.9%, oleico (18:1) 22.8%, linoleico (18:2) 50.8% e o linolênico (18:3) 6.8% (Palmquist e Mattos, 2011).

REFERÊNCIAS

- Allen, M. S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake by lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v. 83, n. 7, p. 1598-1630, 2000.
- Arieli, A. Whole cottonseed in dairy cattle feeding: a review. **Animal Feed Science and Technology**, v.72, n.1-2, p. 97-110, 1998.
- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne – ABIEC. Pecuária brasileira. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br>>. Acesso em: 15 novembro de 2016.
- Associação Brasileira das Indústrias Exportadoras de Carne – ABIEC. Pecuária brasileira. Disponível em: <<http://www.abiec.com.br>>. Acesso em: 15 novembro de 2016.
- Avila, C. D.; DePeters, E. J.; Perez-Monti, H. Influences of saturation ratio of supplemental dietary fat on digestion and milk yield in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 83, p. 1505-1519, 2000.
- Bassi, M. S.; Ladeira, M. M.; Chizzotti, M. L.; Chizzotti, F. H. M.; Oliveira, D. M.; Machado Neto, O. R.; Carvalho, J. R. R.; Nogueira Neto, A. A. Grãos de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 41, p.353-359, 2012.
- Bateman, H. G.; Spain, J. N.; Eilersieck, M. R. Influence of by-product feeds and tallow on lactation performance of Holstein cows during two seasons. **Journal of Dairy Science**. Champaign, v. 79, p. 114-120, 1998.
- Bauman, D.E.; Lock, A.L. Concepts in Lipid Digestion and Metabolism in Dairy Cows. In: Tri-State Dairy Nutrition Conference, 2006.

Bauman, D.E.; Perfield, J.W.; Veth, M.J.; Lock, A. L. New perspectives on lipid digestion and metabolism in ruminants. Proceedings of the Cornell Nutrition Conference, 2003. p.175-189.

Bell, J.M. Factors affecting the nutritional value of canola meal: A review. **Canadian Journal of Animal Science**, v. 73, p. 679-697, 1993.

Benbouza, H.; Lognay, G.; Palm, R.; Baudoin, J. P.; Mergeai, G. Crop ecology, management e quality: development of visual method to quantify the gossypol content in cottonseeds. **Crop Science**, Madison, v. 42, n. 6, p. 1937-1942, 2002.

Bessa, R. J. B.; Santos-Silva, J.; Ribeiro, J. M. R. e Portugal, A. V. Reticulo-rumen biohydrogenation and the enrichment of ruminant edible products with linoleic acid conjugated isomers. **Livestock Production Science**, v. 63, p. 201-211, 2000.

Calhoun, M. C.; Kuhlmann, S. K.; Balwin, B. C. Assessing the gossypol status of cattle fed cotton feed products. In: Pacific Northwest Animal Nutrition Conference, 1995.

Chilliard, Y.; Martin, C.; Rouel, J. and Doreau M. Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output. **Journal of Dairy Science**, v. 92, p. 5199–5211, 2009.

Companhia Nacional de abastecimento – CONAB. Disponível em <
<http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>> Acesso em: 26 jan 2017.

Connor, D.; Hall, A J. Sunflower physiology. In: SCHNEITER, A. Sunflower Technology and Production. American society of Agronomy. Madison, Wisconsin, USA. 1997. p. 113-182,

Coppock, C. E.; West, J. W.; Moya, J. R.; Nave, D. H.; LaBore, J. M.; Thompson, K. G.; Rowe, L. D.; Gates, C. E. Effects of Amount of Whole Cottonseed on Intake, Digestibility, and Physiological Responses of Dairy Cows. **Journal of Dairy Science**, v. 68, n. 9, p. 2248-2258, 1985.

Costa, Q. P. B.; Wechsler, F. S.; Costa, D. P. B.; Polizel Neto, A.; Roça, R. O.; Brito, T. P. Desempenho e características da carcaça de bovinos alimentados com dietas com caroço de algodão. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v. 63, n. 3, p. 729-735, 2011.

Crumb, D.J. Conjugated Linoleic Acid (CLA)-An Overview. **International Journal of Applied Research in Natural Products**, v.4, n.3, p.12-18, 2011.

Cunha M.G.G., Carvalho F.F.R., Gonzaga Neto S. & Cezar M.F. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 1112-1120, 2008.

Czerkawski, J.W. Degradation of solid feeds in the rumen: spatial distribution of microbial activities and its consequences. In: Milligan, L. P.; Grovum, W. L.; Dobson, A. (Eds). Control of digestion and Metabolism in ruminants. New Jersey: Prentice-Hall, 1986. p. 158-172.

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, p.1016-1027, 2000.

Doreau, M.; Batisse, V.; Bauchart, D. Appréciation de l'hydrogénation des acides gras alimentaires dans le rumen de la vache : Étude méthodologique préliminaire. **Annales de Zootechnie**, v. 38, p.139-144, 1989.

Doreau, M.; Chilliard, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, v. 78, p. S15-S35, 1997.

Doreau, M.; Ferlay, A. Digestion and utilization of fatty acids by ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v. 45, p. 379-396, 1994.

Eastridge, M. L.; Firkins, J. L. Feeding tallow triglycerides of different saturation and particle size to lactating dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 83, p. 249-259, 2000.

Fernandes, A. R. M.; Sampaio, A. A. M.; Oliveira, E. A.; Pivaro, T. M.; Henrique, W.; Rosa, B. L.; Osório, J. C. S. and Osório, M. T. M. Ácidos graxos da gordura de cobertura do contrafilé de bovinos Nelore e Canchim terminados em confinamento e alimentados com diferentes níveis de concentrado nas dietas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, p. 467-476, 2014.

Fernandes, S. A. T.; Natali, A. J.; Laterza, M. C.; Teodoro, B. G.; Franco, F. S. C.; Peluzio, M. C. G. Ácido linoleico conjugado: efeitos no perfil lipídico e na composição corporal de camundongos exercitados. **Motriz**, v. 17, p. 683-690, 2011.

Gagliostro, G. A.; Chilliard, Y. e Davicco, M. Duodenal rapeseed oil infusion in early and mid-lactation cows: Voluntary intake, milk production and composition. **Journal of Dairy Science**, champaign, 74:499.509, 1991.

Gattás, G.; Brumano, G. Ácido Linoleico Conjugado (CLA). **Revista Eletrônica Nutritime**, v.2, n.1, p.164-171, 2005.

Gomes, A. H. B.; Santos, M. D.; Muraro, L. S.; Camargo, L. M.; Costa, D. S.; Freitas, S. H.; Fialkoski Júnior, D. A.; Martins Filho, A. Avaliação de parâmetros hematológicos e bioquímicos de touros submetidos a dietas com diferentes níveis de gossipol livre. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**, v.8, p. 161-180, 2014.

Gouvêa, M. M.; Franco, C. F. J.; Marques, F. F. C.; Pereira Netto, A. D. Ácidos Linoleicos Conjugados (ALC) – Os Benefícios que Exercem sobre a Saúde Humana e as Principais Metodologias Analíticas Aplicadas para a sua Determinação em Leites. **Revista Virtual de Química**, v.4, n.6, p.653-669, 2012.

Griinari, J. M.; Bauman, D. E. Biosynthesis of conjugated linoleic acid and its incorporation into meat and milk in ruminants. In: Yurawecz, M. P. Advances in conjugated linoleic acid research, Champaign: AOCS. 1999. p. 180-200.

- Gudla, P.; Abughazaleh, A.A.; Ishlak A. Jones, K. The effect of level of forage and oil supplement on biohydrogenation intermediates and bacteria in continuous cultures. **Animal Feed Science and Technology**, v.171, p.108-116, 2012.
- Hall, M. B.; Eastridge, M. L. Invited review: Carbohydrate and fat: Considerations for energy and mor. **The Professional Animal Scientist**, 30:140-149, 2014.
- Harfoot, C. G. Lipid metabolism in the rumen. In: Lipid metabolism in ruminant animals. Christie, W. W., Oxford, UK: Pergamon Press, 1981. p. 21-55.
- Harfoot, C. G.; Hazlewood, G. P. Lipid metabolism in the rumen. In: Hobson & Stewart. The rumen microbial ecosystem. Glasgow:Blackie Academic e Professional. 1997. 382-426p.
- Hess, B. W.; Moss, G. E.; Rule, D. C. A decade of developments in the area of fat supplementation research with beef cattle and sheep. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 188-204, 2008.
- Ivan, M.; Petit, H. V.; Chiquette, J.; Wright, A. D. G. Rumen fermentation and microbial population in lactating dairy cowsreceiving diets containing oilseeds rich in C-18 fatty acids. **British Journal of Nutrition**. v. 109, p. 1211-1218, 2012.
- Jenkins, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n. 12, p. 3851-3863, 1993.
- Jenkins, T. C.; Palmquist, D. L. Effect of fatty acid or calcium soaps on rumen and total nutrient digestibility of dairy ration. **Journal of Dairy Science**, Champaign. V. 67, p. 978-986, 1984.
- Jenkins, T. C.; Wallace, R. J.; Moate, P. J.; Mosley, E.E. Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. **Journal of Animal Science**, v. 86, p.397-412, 2008.

Johnson, K.A.; Johnson, D.E. Methane emissions from cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, p.2483–2492, 1995.

Johnson, R. R.; McClure, K. E. High fat rations for ruminants: II. Effects of fat added to corn plant material prior to ensiling on digestibility and voluntary intake of the silage. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 36, p. 397-406, 1973.

Kennely, J. J.; Glimm, D. R.; Ozimek, L. Potential to alter the composition of milk explored. **Feedstuffs**, Minnetonka, v. 72, p. 11-17, 2000.

Khanal, R.C.; Dhiman, T.R. Biosynthesis of conjugated linoleic acid (CLA): a review. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.3, n.2, p.72-81, 2004.

Khorasani, G. R.; Boer, G.; Robinson, P. H.; Kennelly, J. J. Effect of canola fat on ruminal and total tract digestion, plasma hormones and metabolites in lactation dairy cows. **Journal of dairy science**, v.75, p. 492-501, 1992.

Kilic, U.; Garipoglu, A. V. *In situ* rumen degradability, *in vitro* digestibility and *in vitro* gas production of full fat canola seeds. **Asian journal of animal and veterinary advances**, v. 4, n. 4, p. 200-208, 2009.

Klusmeyer, T. H.; Lynch, G. L.; Clark, J. H. Effects of calcium salts of fatty acid and proportion of forage in diets on ruminal fermentation and nutrient flow to duodenum of cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign. v. 74, p. 2220-2232, 1991.

Knight, T. W.; Knowles, S.; Death, A. F.; West, J.; Agnew, M.; Morris, C. A.; Purchas, R. W. Factors affecting the variation on fatty acid concentrations in lean beef from grass-fed cattle in New Zealand and the implications for human health. **Journal of Agricultural Research**, v. 46, p. 83-95, 2003.

Kosloski, G. V. Degradação dos lipídios e biohidrogenação dos ácidos graxos insaturados. In: Kosloski, G. V. Bioquímica dos ruminantes. 3. ed. Santa Maria: editora ufsm, 2011. p. 37-43.

Leite, R. M. V. B. C.; Brighenti, A. M.; Castro, C. Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005.

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.

Lock, A.L.; Harvatine, K.J.; Drackley, J.K.; Bauman, D.E. Concepts in fat and fatty acid digestion in ruminants. In: Intermountain Nutrition Conference, **Proceedings...** 2006. p. 85-100.

Lopes, L.S.; Ladeira, M.M.; Machado Neto, O.R.; Ramos, E. M.; Paulino, P. V. R.; Chizzotti, M. L.; Guerreiro, M. C. Composição química e de ácidos graxos do músculo longissimus dorsi e da gordura subcutânea de tourinhos Red Norte e Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.4, p.978-985, 2012.

Lourenco, M.; Ramos-Morales, E.; Wallace, R. J. The role of microbes in rumen lipolysis and biohydrogenation and their manipulation. **Animal**, v. 4, p. 1008-1023, 2010.

Luginbuhl, J. M.; Poore, M. H.; Conrad, A. P. Effect of level of whole cottonseed on intake, digestibility, and performance of growing male goats fed hay-based diets. **Journal of Animal Science**, Albany, v. 78, n. 6, p. 1677-1683, 2000.

Machado, F. S., Pereira, L. G. R., Guimarães Júnior, R.; Lopes, F. C. F.; Chaves, A. V.; Campos, M. M.; Morenz, M. J. Emissões de metano na pecuária: conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Juiz de Fora: Embrapa Gado de Leite, 2011. 92 p.

Machmuller, A.; Soliva, C.R.; Kreuzer, M. Methane-suppressing effect of myristic acid in sheep as affected by dietary calcium and forage proportion. **British Journal of Nutrition**, v. 90, p. 529-540, 2003.

Maia, M. R. G.; Chaudhary, L. C.; Figueres, L.; Wallace, R. J. Metabolism of polyunsaturated fatty acids and their toxicity to the microflora of the rumen. **Antonie Van Leeuwenhoek**, v. 91, p. 303-314, 2007.

Mailer, R. J.; McFadden, A.; Ayton, J.; Redden, B. Anti-nutritional components, fibre, sinapine and glucosinolate content, in Australian Canola (*Brassica napus* L.) meal. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v. 85, n. 10, p. 937-944, 2008.

Manso, T.; Castro, T.; Mantecón, A. R.; Jimeno, V. Effect of palm oil and calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and chemical body composition of lambs. **Animal Feed Science and Technology**, v.127, n.3-4, p.175-186, 2006.

Marques, U.M.L., Cozzi, F.C.C.M.T., Lajolo, M. F. Nutritional value of rapeseeds (*Brassica napus*, L.) alone or in blends with corn or soybean. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 12, p. 52-61, 1992.

Martin, C.; Morgavi, D.P.; Doreau, M. Methane mitigation in ruminants: from microbes to the farm scale. **Animal**, v. 4, n. 3, p. 351- 365, 2009.

Mertens, D. R. Regulation of forage intake. In: Fahet Jr, G. C. Forage quality, evaluation and utilization. Madison, Wisconsin: **American Society of Agronomy**. p. 450-493, 1994.

Mir, P. S.; Mcallister, T. A.; Scott, S.; Aalhus, J.; Baron, V.; McCartney, D.; Charmley, E.; Goonewardene, L.; Basarab, J.; Okine, E.; Weselake, R. J.; Mir, Z. Conjugated linoleic acid-enriched beef production. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, p.1207S-1211S, 2004.

Moon, H. S.; Lee, H. G.; Chung, C. S.; Choi, Y. J.; Cho, C. S. Physico-chemical modifications of conjugated linoleic acid for ruminal protection and oxidative stability. **Nutrition & Metabolism**, v.5, p.16-28, 2008.

Morsy, T. A.; Kholif, S. M.; Kholif, A. E.; Matloup, O. H.; Salem, A. Z. M.; Abu Elella, A. Influence of Sunflower Whole Seeds or Oil on Ruminal Fermentation, Milk Production, Composition, and Fatty Acid Profile in Lactating Goats. **Asian Australas Journal of Animal Science**, v. 28, n. 8, p. 1116-1122, 2015.

National Reasearch Council – NRC. 2001. Nutrient requeriments of dairy cattle. 7 Edition. Washington, D. C.

National Reasearch Council – NRC. 2016. Nutrient requeriments of beef cattle. Eighth Revised Edition. Washington, D. C.

Nudda, A.; Battacone, G.; Boaventura Neto, O.; Cannas, A.; Fracesconi, A. H. D.; Atizori, A. S.; Pulina, G. Feeding strategies to design the fatty acid profile of sheep milk and cheese. **Revista Brasileira Zootecnia**, v. 43, p. 445-456, 2014.

Oliveira, D. M.; Ladeira, M. M.; Chizzotti, M. L.; Machado Neto, O. R.; Ramos, E. M.; Gonçalves, T. M.; Bassi, M. S.; Lanna, D. P. D.; Ribeiro, J. S. Fatty acid profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds. **Journal of Animal Science**, v. 89, p. 2546-2555, 2011.

Oliveira, R. L.; Ladeira, M. M.; Barbosa, M. A. A. F.; Assunção, A. D. M. P.; Matsushita, M. Ácido linoleico conjugado e perfil de ácidos graxos no músculo e na capa de gordura de novilhos bubalinos alimentados com diferentes fontes de lipídios. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.169-178, 2008.

Paillard, D.; Mckain, N.; Rincon, M.T.; Shingfield, K. J.; Givens, D. I.; Wallace, R. J. Quantification of ruminal *Clostridium proteoclasticum* by real-time PCR using a molecular beacon approach. **Journal of Applied Microbiology**, v. 103, n. 4, p. 1251-1261, 2007.

Palmquist, D. L.; Jenkins, T. C. Fat in lactation ration: Review. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 63, p. 1-14, 1980.

Palmquist, D. L.; Mattos, W. R. S. Metabolismo de lipídios. In: Berchielli, T. T.; Pires, A. V.; Oliveira, S. G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 edição. Jaboticabal: Funep, 2011. p. 299-322.

Palmquist, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.1354-1360, 1991.

Pariza, M. W. Perspective on the safety and effectiveness of conjugated linoleic acid. **American Journal of Clinical Nutrition**, v. 79, p. 1132-1136, 2004.

Park, S. J.; Park, C. W.; Kim, S. J.; Kim, J. K.; Kim, Y. R.; Park, K. A.; Kim, J. O.; Ha, Y. L. Methylation Methods for the Quantitative Analysis of Conjugated Linoleic Acid (CLA) Isomers in Various Lipid Samples. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.5, p.989-996, 2002.

Rabello, T. G.; Valadares Filho, S. C.; Silva, J. F. C. Grão de soja moído na alimentação de vacas em lactação. I. Consumo, produção e composição do leite, **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 25, n.2, p.345-356, 1996.

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**, v. 64, p. 331-338, 2015.

Risco, C. A.; Adams, A. L.; Seebohm, S.; Thatcher, M. J.; Staples, C. R.; Van Horn, H. H.; McDowell, L. R.; Calhoun, M. C.; Thatcher, W. W. Effects of gossypol from cottonseed on hematological responses and plasma alpha tocopherol concentration of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Lancaster, v. 85, n. 12, p. 3395-3402, 2002.

Rogério, M. C. P.; Borges, I.; Santiago, G. S.; Teixeira, D. A. B. Uso do caroço de algodão na alimentação de ruminantes. **Arquivo de Ciência Veterinária e Zoologia**, Unipar, Umuarama, v.6, n. 1, 85-90, 2003.

Salles, M. S. V.; Leme, P. R.; Zanetti, M. A.; Aferri, G. Efeitos do caroço de algodão e dos sais de cálcio de ácidos graxos nos parâmetros ruminais de bovinos alimentados com dietas com alto nível de concentrado. In: Reunião anual da sociedade brasileira de zootecnia, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...**Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia.

Shahidi, T. Canola and rapeseed production, chemistry, nutrition and processing technology. In: Fereidoom, S. Global production and distribution. New York: ISBN, 1990. p. 3-14.

Smith, W. A. Fats for lactating dairy cows. In: Congress of the South African society of animal production, 29, Stellenbosch, Animal production. Stellenbosch: University of Stellenbosh, 1990. p.1-10.

Swenson, M. J.; Reece, W. O. Dukes: fisiologia dos animais domésticos. 11.ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 1996. p. 353-379.

Valadares Filho, S. C.; Machado, P. A. S.; Chizzotti, M. L.; Amaral, H. F.; Magalhães, V. A.; Rocha Junior, V. R.; Capelle, E. R. Tabelas brasileiras de composição de alimentos para bovinos. 3 edição. Viçosa, MG: UFV, 2010, 502p.

Valente, T. N. P.; Lima, E. S.; Sobrinho, C. A. L.; Lima, V. G. B. and Santos, S. C. Biohidrogenação ruminal e ácido linoléico conjugado (CLA) no leite de cabras leiteiras alimentadas com lipídios na dieta. **Atas de Saúde Ambiental**, v. 3, p. 144-148, 2015.

Valinote, A. C.; Nogueira Filho, J. C. M.; Leme, P. R.; Silva, S. L.; Cunha, J. A. Lipid and sodic monensin sources in the rumen fermentation, kinetics and degradability. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, p. 117-124, 2006.

Van Nevel, C. J.; Demeyer, D. I. Lipolysis and biohydrogenation of soybean oil in the rumen in vitro: Inhibition by antimicrobials. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 78, p. 2797-2806, 1995.

- 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. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University Ithaca. 1994.
- Vargas, L. H.; Lana, R. P.; Jham, G. N.; Santos, F. L.; Queiroz, A. C.; Mancio, A. B. Lipids in the Ration of Dairy Cows: Ruminal Fermentation Parameters, Milk Production and Composition. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, p. 522-529, 2002.
- Vernon, R. G.; Flint, D. J. Lipid metabolismo in farm animals. Proceedings of the Nutrition Society, 1988. p. 287-293.
- Villaça, M.; Ezequiel, J. M. B.; Kronka, S. N. Efeito de sementes oleaginosas inteiras e óleo de soja sobre a digestibilidade in vitro e os padrões ruminais de bezerros holandeses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 28, p. 654-659, 1999.
- Wallace, R. J.; Chaudhary, L. C.; Mckain, N. McEwan, N. R.; Richardson, A. J.; Vercoe, P. E.; Walker, N. D.; Paillard, D. 2006. Clostridiumproteoclasticum: a ruminal bacterium that forms stearic acid from linoleic acid. **FEMS Microbiology Letters**, v.265, n.2, p.195-201, 2006.
- Wathes, D. C.; Abayasekara, D. R.; Aitken, R. J. Polyunsaturated fatty acids in male and female reproduction. **Biology of Reproduction**, v. 77, n. 2, p. 190-201, 2007.
- Welch, J. G.; Hooper, A. P. Ingestion of feed and water. In: CHURCH, D.C. (Ed.). The ruminant animal: digestive physiology and nutrition. Englewood Cliffs:Reston. 1988. p.108-116.
- Xavier H. T.; Izar M. C.; Faria Neto J. R.; Assad, M. H.; Rocha, V. Z.; Sposito, A. C.; Fonseca, F. A.; Santos, J. E.; Santos, R. D.; Bertolami, M. C.; Faludi, A. A.; Martinez T. L. R.; Diamant J.; Guimarães, A.; Forti, N. A; Moriguchi, E.; Chagas, A. C. P.; Coelho O. R.; Ramires, J. A. F. V Diretriz Brasileira de Dislipidemias e Prevenção da Aterosclerose. **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**, v. 101, p. 1-20, 2013.

826

827 Yamamoto, S. M.; Macedo, F. A. F.; Zundt, M.; Mexia, A. A.; Sakaguti, E. S.; Rocha,
828 G. B. I.; Regaconi, K. C. T.; Macedo, R. M. G. Fontes de óleo vegetal na dieta de
829 cordeiros em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2, p.703-710,
830 2005.

831

832 Zinn, R. A.; Jorquera, A. P. Feed value of supplemental fats used in feedlot cattle diets.
833 **Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice**, v. 23, p.247-268, 2007.

834

835 Zinn, R. A.; Gulati, S. K.; Plascencia, A.; Salinas, J. Influence of ruminal
836 biohydrogenation on the feeding value of fat in finishing diets for feedlot cattle. **Journal**
837 **of Animal Science**, Champaign, v. 78, p. 1738-1746, 2000.

838

Digestibilidade e produção cumulativa de gases *in vitro* de dietas para bovinos confinados com elevado extrato etéreo utilizando grãos de oleaginosas

Digestibility and cumulative gas production *in vitro* from diets for cattle confined with high ethereal extract using oilseeds

Marcus Vinicius Garcia Niwa¹; Luís Carlos Vinhas Ítavo¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Av. Senador Filinto Müller 2443, Cidade Universitária 79070-900, Campo Grande, MS, Brazil.

RESUMO: Objetivou-se avaliar dietas para bovinos de corte com elevado teor de extrato etéreo (EE) utilizando grãos de oleaginosas sobre a digestibilidade e produção cumulativa de gases *in vitro*. Foram avaliadas cinco dietas com relação silagem de milho e concentrado de 40:60, sendo uma dieta padrão (controle) sem adição de grãos de oleaginosas no concentrado (milho moído, farelo de soja, ureia extrusada e núcleo mineral) e quatro dietas contendo grãos de oleaginosas no concentrado (caroço de algodão, canola, girassol e soja) com média de 72g de EE/kg de MS. O caroço de algodão apresentou menores coeficientes de digestibilidade *in vitro* da matéria seca (DIV-MS = 571.7 g/kg), matéria orgânica (DIV-MO = 590.3 g/kg), proteína bruta (DIV-PB = 915.7 g/kg), fibra em detergente neutro (DIV-FDN = 171.7 g/kg) e da fibra em detergente ácido (DIV-FDA = 148.2 g/kg) em relação aos demais grãos de oleaginosas. As médias da DIV-MS (705.4 g/kg), DIV-PB (920.4 g/kg) e DIV-FDN (316.9 g/kg) da dieta contendo caroço de algodão foram inferiores às das demais dietas. A dieta padrão apresentou maior produção de gás *in vitro* proveniente da fração A (A= 8.0 ml/100 mg de MS incubada) e maior produção cumulativa *in vitro* (21.2 mL/100 mg de MS incubada), em relação as dietas contendo grãos de oleaginosas. A dieta contendo caroço de algodão apresentou menor produção cumulativa *in vitro* de gases (12.8 mL). A utilização do caroço de algodão não é recomendada para obtenção de dietas com elevado teor de EE. Os grãos íntegros de soja, girassol e canola apresentam potencial de utilização para formulação de dietas com elevado teor de EE na nutrição de bovinos de corte, necessitando a investigação *in vivo* para maiores inferências.

Palavras-chave: caroço de algodão; canola; girassol; lipídeos; soja

873 ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate diets for beef cattle with high
874 content of etheral extract (EE) using oilseed grains on digestibility and cumulative gas
875 production in vitro. Five diets with corn silage concentration and 40:60 concentrate were
876 evaluated, with a standard diet (control) without addition of oilseed grains in the
877 concentrate (ground corn, soybean meal, extruded urea and mineral nucleus) and four
878 diets containing grains (Cottonseed, canola, sunflower and soybean) to obtain diets with
879 80g EE / kg DM. (DIV-PB = 915.7 g / kg), organic matter (DIV-MO = 590.3 g / kg),
880 crude protein (DIV-PB = 915.7 g / kg) , Neutral detergent fiber (DIV-FDN = 171.7 g /
881 kg) and acid detergent fiber (DIV-FDA = 148.2 g / kg) in relation to the other oilseeds.
882 The mean values of DIV-MS (705.4 g / kg), DIV-PB (920.4 g / kg) and DIV-NDF (316.9
883 g / kg) of the diet containing cotton seed were lower than those of the other diets. The
884 standard diet presented higher in vitro gas production from fraction A (A = 8.0 ml / 100
885 mg of incubated MS) and higher cumulative in vitro production (21.2 mL / 100 mg of
886 incubated MS), in relation to the diets containing grains of Oilseeds. The diet containing
887 cottonseed presented lower cumulative in vitro gas production (12.8 mL). The use of
888 cottonseed is not recommended to obtain high EE content. The intact soy, sunflower and
889 canola grains present potential for the formulation of diets with high EE content in beef
890 cattle nutrition, requiring in vivo research for further inferences.

891

892 Keywords: canola; cottonseed, lipids, soybean; sunflower

Introdução

Em determinadas épocas do ano, a escassez ou baixa qualidade dos alimentos podem resultar em baixa produtividade e eficiência do sistema produção (Santana et al., 2014). Estratégias nutricionais com dietas que proporcionem o atendimento das exigências de manutenção e produção em todas as fases do sistema são essenciais.

O confinamento é uma alternativa que visa a manipulação da alimentação, de modo a atender as exigências de manutenção e ganho, e redução da idade de abate dos animais. Desta forma, possibilitando a obtenção de carne com quantidade de gordura adequada e gordura de melhor qualidade à saúde humana (Wada et al., 2008).

Além de fornecer ácidos graxos essenciais, aumentarem a capacidade de absorção de vitaminas e atuarem como precursores metabólicos, em determinadas ocasiões, como em situações onde a energia é limitante e quando a quantidade máxima de grãos deve ser respeitada afim de evitar distúrbios fermentativos, os lipídios são utilizados para elevar a densidade energética das dietas, melhorar o desempenho e manipular a qualidade da carcaça (Yamamoto et al., 2005; Manso et al., 2006; Bassi et al., 2012).

Entretanto, principalmente os ácidos graxos insaturados têm propriedades de se adsorverem a superfícies livres, podendo se incorporar aos lipídios de membrana das bactérias, alterando sua fluidez e permeabilidade. Além disso, os ácidos graxos podem recobrir as partículas dos alimentos, dificultando a aderência, colonização e degradação realizada pelos microrganismos ruminais (Kozloski, 2011). Devido à redução de atividade e aos efeitos tóxicos sobre bactérias, principalmente as celulolíticas e metanogênicas, os lipídios podem afetar a fermentação, diminuindo a digestibilidade ruminal e consequentemente o consumo de nutrientes (Jenkins et al., 2008; Oliveira et al., 2009).

917 Portanto, a utilização de fontes lipídicas como os grãos de oleaginosas, poderiam evitar
918 os efeitos negativos sobre o ambiente ruminal, uma vez que os ácidos graxos estariam
919 parcialmente protegidos da pela matriz do grão (Dhiman et al., 2000; Oliveira et al.,
920 2011).

921 Os objetivos deste trabalho foram avaliar dietas para bovinos de corte confinados com
922 elevado teor de extrato etéreo contendo grãos de oleaginosas sobre a digestibilidade e a
923 produção cumulativa de gases *in vitro*.

924

925 **Material e métodos**

926 Este trabalho está de acordo com os princípios éticos adotados pelo Conselho Nacional
927 de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e aprovado pela Comissão de ética
928 no uso de animais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CEUA/UFMS -
929 Protocolo nº654/2015).

930 O experimento e as análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição
931 Animal Aplicada da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade
932 Federal de Mato Grosso do Sul, em Campo Grande, Brasil.

933 Os tratamentos foram constituídos de cinco dietas (Tabela 1), sendo uma dieta padrão
934 (controle) sem adição de grãos de oleaginosas, e quatro dietas contendo diferentes grãos
935 de oleaginosas (algodão, canola, girassol e soja) visando obter dieta com 80g de extrato
936 etéreo/kg de MS (Tabela 2).

937 As dietas foram formuladas na proporção silagem de milho:concentrado de 40:60 com
938 base na matéria seca, segundo NRC (1996) para ganhos médios de 1,25 kg/dia para
939 novilhos de corte cruzados com aproximadamente 400 kg de PC.

940

941

942 ***Digestibilidade in vitro***

943 A digestibilidade in vitro foi determinada segundo metodologia de Tilley e Terry (1963)
944 adaptada para Ankom Daisy system (Ankom Technology Corp., Macedon, NY, USA)
945 descrita por Holden (1999). Foi pesado 0,5 g de substrato moídos em peneira com crivo
946 de 2 mm e acondicionado em sacos de TNT (25 cm²) previamente numerados e pesados,
947 em triplicata. Estes sacos foram colocados em jarros com válvula de Bunsen (respeitando
948 limite de no máximo 30 sacos por jarro, sendo 2 destes sem amostra para correção de
949 impurezas) contendo aproximadamente 1.6 litros de solução tampão (Solução tampão A
950 (g/L): 10.0 g KH₂PO₄, 0.5 g MgSO₄·7H₂O, 0.5 g NaCl, 0.1 g CaCl₂·2H₂O e 0.5 g ureia;
951 Solução B (g/100 mL): 15.0 g Na₂CO₃; 1.0 g Na₂S₉H₂O). Estas soluções foram
952 misturadas com relação B:A de 1:5, afim de obter um pH final de 6.8. Em seguida, 400
953 mL de líquido ruminal de bovino (coado e transportado em recipiente térmico) foram
954 adicionados aos jarros e aplicado CO₂. Os jarros permaneceram incubados com agitação
955 e temperatura constante de 39°C por 48 horas. Após 48 horas, foram adicionados 40 mL
956 de HCl (6N) e 8 g de pepsina por jarro, permanecendo incubados e em agitação por mais
957 24 horas. Ao final, os jarros foram drenados, os sacos lavados com água destilada no
958 próprio jarro, e colocados em estufa a 105 °C por 16 horas para secagem. Depois deste
959 período, foram pesados para se determinar a MS pós incubação e destinados as análises
960 bromatológicas. As amostras foram submetidas a análises laboratoriais para determinação
961 dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína
962 bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo os métodos 930.15, 942.05, 976.05 e 920.39
963 AOAC (2000), determinação do teor de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com
964 Mertens (2002) usando alfa-amylase (Termamyl 120 L®), teor de fibra em detergente
965 ácido (FDA) pelo método de Robertson & Van Soest (1985).

Os coeficientes de digestibilidade *in vitro* dos nutrientes (MS, MO, PB, FDNa, FDA e EE) foram obtidos através da equação:

$$\text{DIV (g/kg)} = ((\text{g nutriente incubado} - (\text{g nutriente residual} - \text{g branco})) / (\text{g nutriente incubado})) \times 1000$$

Produção cumulativa in vitro de gases

O equipamento AnkomRF Gas Production System (Ankom Technology, NY, USA) foi utilizado para análise da produção cumulativa de gases *in vitro*. O sistema conta com 24 frascos equipados com sensores de pressão (faixa de pressão: -69, +3447 kPa; resolução: 0,27 kPa; precisão $\pm 0,1$ % do valor medido) ligados via wireless a um computador. As amostras (dietas e grãos) moídas a 1 mm, foram incubadas em triplicata. Em cada frasco (310 mL) foram adicionados $0,5000 \pm 0,0008$ g de amostra, 100 mL de solução tampão pré-aquecida a 39 °C (Solução tampão A (g/L): 10.0 g KH_2PO_4 , 0.5 g $\text{MgSO}_4 \cdot 7\text{H}_2\text{O}$, 0.5 g NaCl, 0.1 g $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e 0.5 g ureia; Solução B (g/100 mL): 15.0 g Na_2CO_3 ; 1.0 g $\text{Na}_2\text{S}_9\text{H}_2\text{O}$; Estas soluções foram misturadas com relação B:A de 1:5, afim de obter um pH final de 6,8) e 25 mL de fluido ruminal coletado em recipiente térmico de 3 bovinos. Para proporcionar ambiente anaeróbico, antes de acoplar o sensor de pressão ao frasco, este foi purgado com CO_2 . Os frascos equipados com os sensores de pressão permaneceram em agitação e temperatura constante de 39 °C. A pressão (psi) de cada frasco foi determinada e registrada a cada 5 minutos durante 48 horas, sendo ao final processadas para produção cumulativa de gases em mL de gás/100 mg de MS incubada). Os parâmetros da cinética de produção de gás foram obtidos por meio do modelo logístico bicompartimental proposto por Schofield et al. (1994):

991 $Y = A / \{1 + \exp[2 + 4 * B * (\text{Lag} - t)]\} + D / \{1 + \exp[2 + 4 * E * (\text{Lag} - t)]\},$

992

993 Y = volume total de gás no tempo t (extensão da degradação);

994 A = volume de gás (mL) de degradação rápida;

995 D = volume de gás (mL) de degradação lenta;

996 B = taxa de degradação da fração rápida (/hora);

997 E = taxa de degradação da fração lenta (/hora); e

998 Lag = tempo de colonização das bactérias (h).

999

1000 ***Análises estatísticas***

1001 Os dados de digestibilidade *in vitro* foram submetidos a análises de variância usando
 1002 procedimento GLM do SAS (SAS Institute, Inc., 2002) de acordo com o delineamento
 1003 inteiramente casualizado. As médias foram comparadas pelo teste Duncan, em nível de
 1004 5% de significância.

1005 O procedimento de Gauss-Newton foi utilizado para análise de dados da produção
 1006 cumulativa *in vitro* de gases, estimando os parâmetros de fermentação. O sistema de
 1007 Estatística e Análise Genética (UFV, 1997) foi utilizado, e as médias comparadas pelo
 1008 teste de Tukey com nível de significância de 5%.

1009

1010 **Resultados**

1011

1012 ***Digestibilidade in vitro***

1013 O grão de soja (957.0 g/kg) e de canola (881.7 g/kg) apresentaram os maiores coeficientes
 1014 de digestibilidade *in vitro* da matéria seca ($P=0.0001$) comparativamente aos grãos de
 1015 girassol (739.6 g/kg) e caroço de algodão (571.7 g/kg). Da mesma forma o grão de soja

1016 (950.6 g/kg) apresentou maior digestibilidade *in vitro* da matéria orgânica (P=0.0001)
1017 seguidos de canola (877.5 g/kg), girassol (740.2 g/kg) e algodão (590.3 g/kg). A análise
1018 de qualidade das dietas (Tabela 3) demonstrou que as dietas contendo grãos de soja (861.5
1019 g/kg), girassol (829.1 g/kg), e canola (821.6 g/kg) apresentaram maiores coeficientes de
1020 digestibilidade *in vitro* da matéria seca (P=0.0001) comparativamente à ração contendo
1021 caroço de algodão (705.4 g/kg). A dieta contendo grãos de soja apresentou resultado
1022 semelhante à da dieta padrão para digestibilidade *in vitro* da matéria seca.

1023 Com relação à qualidade da proteína dos grãos, soja (978.9 g/kg) apresentou a maior
1024 média de digestibilidade *in vitro* da proteína (P=0.0001), seguidos dos grãos de canola
1025 (956.8 g/kg) e girassol (951.1 g/kg), e a do caroço de algodão (915.7 g/kg) o grão com
1026 menor média. Da mesma forma, a qualidade da proteína da dieta contendo grãos de soja
1027 (975.6 g/kg) foi superior (P=0.0001) às dietas contendo canola (941.5 g/kg) e algodão
1028 (920.4 g/kg), sem diferir do tratamento contendo grão de girassol (960.6 g/kg). Todavia,
1029 há de se destacar que o tratamento padrão, contendo silagem de milho mais concentrado
1030 sem adição de grãos de oleaginosas apresentou média de digestibilidade *in vitro* da
1031 proteína de 942.0 g/kg (Tabela 3).

1032 Houve diferença significativa entre as médias de digestibilidade *in vitro* da fibra em
1033 detergente neutro dos grãos (P=0.0001) sendo que o grão de canola apresentou a maior
1034 média (784.2 g/kg), seguida de soja (695.2 g/kg), girassol (423.5 g/kg) e do caroço de
1035 algodão (171.7 g/kg). Na análise de qualidade da fibra das dietas, as dietas contendo grão
1036 de girassol (449.9 g/kg), canola (477.2 g/kg), e soja (421.0 g/kg) apresentaram as maiores
1037 médias de digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro (P=0.0064)
1038 comparativamente à dieta contendo caroço de algodão (316.9 g/kg). A média da
1039 digestibilidade *in vitro* da fibra em detergente neutro da dieta padrão foi 420.9 g/kg,
1040 similar aos das dietas com soja, girassol e canola (Tabela 3).

1041 Os grãos de oleaginosas apresentaram diferentes coeficientes de digestibilidade *in vitro*
1042 do extrato etéreo ($P=0.0001$), onde o grão de canola apresentou maior média (998.7 g/kg),
1043 e o grão de soja (971.8 g/kg) menor média para esta variável. Já na avaliação desta mesma
1044 variável para as dietas, a dieta contendo caroço de algodão (981.0 g/kg) apresentou maior
1045 média de digestibilidade *in vitro* do extrato etéreo ($P=0.0001$) e a dieta contendo canola
1046 a menor média (899.5 g/kg).

1047

1048 ***Produção cumulativa in vitro de gases***

1049 O caroço de algodão, grão de canola, soja e girassol (3.3; 2.9; 2.4 e 2.2 mL/100 mg de
1050 MS incubada, respectivamente) apresentaram quantidades semelhantes de gases
1051 produzidos a partir substratos de degradação rápida ($P=0.0001$) (Tabela 4). O mesmo
1052 comportamento se deu para as dietas experimentais (Tabela 4), onde as dietas contendo
1053 grãos de oleaginosas apresentaram produção de gás de degradação rápida semelhantes,
1054 porém, a dieta padrão (8.0 mL/100 mg de MS incubada) apresentou maior produção para
1055 o mesmo parâmetro.

1056 Não houveram diferenças significativas para o parâmetro B, tanto entre os grãos de
1057 oleaginosas, como entre as dietas contendo estes grãos ($P=0.3147$ e $P=0.4524$). O tempo
1058 de colonização das bactérias (Lag) foi semelhante entre os grãos, e as dietas contendo
1059 estes grãos não apresentaram Lag diferentes quando comparadas entre si e com a ração
1060 padrão ($P=0.8116$).

1061 O grão de soja apresentou maior produção de gás ($P=0.0001$) a partir da degradação lenta
1062 (D), seguidas dos grãos de canola e algodão, e do grão de girassol (10.9, 7.9, 5.9 e 4.1
1063 mL/100 mg de MS incubada, respectivamente). As dietas contendo grãos de soja e canola
1064 apresentaram produção de gás a partir da degradação lenta, semelhantes a dieta padrão, e

1065 a dieta contendo caroço de algodão apresentou menor produção de gás para o mesmo
1066 parâmetro (11.9, 11.9, 13.2 e 9.0 mL/100 mg de MS incubada) ($P=0.0046$).
1067 As taxas de degradação da fração lenta foram diferentes entre os grãos de oleaginosas,
1068 sendo girassol, soja e canola com maiores taxas ($P=0.0001$), em relação ao caroço de
1069 algodão (0.09, 0.07, 0.07 e 0.04 /hora, respectivamente). Para as dietas contendo estes
1070 grãos, as taxas de degradação desta mesma fração não foram diferentes ($P=0.1763$).
1071 Os grãos de oleaginosas proporcionaram diferentes produções cumulativas de gases
1072 ($P=0.0001$), sendo o grão de soja o que apresentou maior média de produção (13.3 mL) e
1073 o girassol a menor média de produção (6.2 mL/100 mg de MS incubada). As dietas
1074 também proporcionaram diferentes produções cumulativas de gases ($P=0.0001$), onde a
1075 dieta padrão (21.2 mL/100 mg de MS incubada) foi superior as dietas contendo grãos de
1076 oleaginosas. Entre as dietas contendo oleaginosas, as dietas soja e canola apresentaram
1077 maiores médias de produção cumulativa de gases, seguidas da dieta girassol (17.3, 16.7
1078 e 15.4 mL/100 mg de MS incubada, respectivamente). A dieta contendo caroço de algodão
1079 apresentou menor produção cumulativa de gases (12.8 mL/100 mg de MS incubada).

1080

1081

Discussão

1082 O suprimento de nutrientes aos animais é essencial para eficiência de um sistema de
1083 produção. Entretanto, a qualidade nutricional dos alimentos também é determinante no
1084 desempenho, uma vez que este é definida como produto do seu consumo voluntário, da
1085 digestibilidade e eficiência do uso dos nutrientes ingeridos (Silveira et al., 2009).
1086 Técnicas *in vitro* para a previsão da digestibilidade *in vivo* é amparada por elevados
1087 coeficientes de correlação, possibilitando avaliar e comparar a digestibilidade em
1088 diferentes espécies e de diferentes alimentos ou dietas (Santos et al., 2000, Silva;
1089 QUEIROZ, 2002).

1090 A fração de FDN está relacionada principalmente à redução do consumo de alimento,
1091 enquanto que a FDA e a lignina estão diretamente relacionadas à digestibilidade do
1092 alimento. O fator principal de limitação da digestibilidade da matéria seca em volumosos
1093 ricos em fibra é o FDA, sendo a lignina o componente desta FDA responsável pela baixa
1094 digestão da parede celular no rúmen (Van Soest, 1994).

1095 O menor teor de FDN e FDA dos grãos de soja e canola, assim como a qualidade dessas
1096 frações e da elevada qualidade da proteína bruta, influenciaram na maior digestibilidade
1097 *in vitro* da matéria seca desses grãos. Por outro lado, o maior teor de FDN e FDA do
1098 caroço de algodão, além da baixa qualidade destas frações (DIVFDN = 171.7 g/kg;
1099 DIVFDA = 148.2 g/kg), afetaram a digestibilidade *in vitro* da matéria seca deste
1100 ingrediente. Tal característica do caroço de algodão refletiu na redução da qualidade da
1101 fibra da dieta contendo caroço de algodão (DIVFDN = 316.9 g/kg). Bertrand et al. (2005)
1102 avaliando composição de diferentes tipos de caroço de algodão geneticamente
1103 modificados em comparação ao caroço de algodão tradicional, não encontraram
1104 diferenças entre os tipos sobre a digestibilidade *in vitro* da matéria seca, onde a média foi
1105 de 12.5% para o caroço de algodão não moído para realização da análise, e de 58.4% para
1106 o moído.

1107 Ítavo et al. (2015) em estudo para determinar a qualidade de grãos de oleaginosas
1108 encontraram valores inferiores para os grãos de soja e girassol aos apresentados na Tabela
1109 3, e observaram diferença significativa entre DIVMS de soja e girassol. Os autores
1110 observaram que a concentração de fibra nos grãos de oleaginosas influenciaram
1111 negativamente na digestibilidade *in vitro* da celulose, hemicelulose e lignina, resultando
1112 em menor potencial como fonte de energia para ruminantes.

1113 A produção cumulativa de gases *in vitro* é uma opção para o estudo do metabolismo do
1114 carbono sobre do desaparecimento do substrato, onde o produto final medido é resultado

1115 direto do metabolismo microbiano, possibilitando melhor descrição da cinética da
1116 fermentação (Silva et al., 2015). Esta metodologia, apresenta ainda, alta correlação com
1117 a digestibilidade e degradabilidade do alimento (Menke et al., 1979; Theodorou et al.,
1118 1994; Maurício et al., 1998)

1119 Alimentos ricos em carboidratos prontamente fermentáveis como o amido, proporcionam
1120 maior fermentação ruminal e consequente maior produção de gases em comparação com
1121 alimentos com maior teor de carboidratos fibrosos (Santos et al., 2003). Portanto, a maior
1122 produção de gás da fração A e maior produção total de gases da dieta padrão pode ser
1123 explicada pelo maior teor de carboidratos prontamente fermentáveis.

1124 O limite recomendado de lipídios na dieta de bovinos é de 6 a 7% da MS, valores acima
1125 destes poderiam afetar o ambiente ruminal, bem como a digestibilidade do alimento
1126 (NRC, 1996; Machado et al., 2011). Uma vez que as dietas contendo grãos de oleaginosas
1127 apresentaram teores de extrato etéreo acima de 7%, e considerando que os grãos passaram
1128 por processo de moagem para realização desta análise, a digestibilidade e
1129 consequentemente a produção de gases pode ter sido influenciada negativamente por este
1130 fator.

1131

1132 **Conclusões**

1133 Dietas para bovinos de corte em confinamento formuladas para conter elevados teores de
1134 extrato etéreo utilizando grãos de oleaginosas interferem na digestibilidade *in vitro* e na
1135 cinética da degradação no líquido ruminal.

1136 A dieta contendo caroço de algodão proporcionou, de modo geral, menores coeficientes
1137 de digestibilidade *in vitro* e menor produção cumulativa de gases *in vitro*. Desta forma, o
1138 caroço de algodão não é recomendado para a formulação de dietas com elevado teor de
1139 extrato etéreo.

1140 Por outro lado, dietas contendo grãos de soja, girassol e canola para obtenção de dietas
1141 com elevado teor de extrato etéreo, apresentaram potencial de utilização na nutrição de
1142 bovinos de corte, necessitando maior investigação *in vivo* para maiores inferências.

Referências

- 1143
- 1144 Association of Official Analytical Chemists - AOAC., 2000. Official methods of analysis.
- 1145 13.ed. Washington: AOAC.
- 1146 Bassi, M. S.; Ladeira, M. M.; Chizzotti, M. L.; Chizzotti, F. H. M.; Oliveira, D. M.;
- 1147 Machado Neto, O. R.; Carvalho, J. R. R. e Nogueira Neto, A. A. 2012. Grãos de
- 1148 oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo, digestibilidade e
- 1149 desempenho. Revista Brasileira de Zootecnia 41:353-359.
- 1150 Bertrand, J. A.; Sudduth, T. Q.; Condon, A.; Jenkins, T. C.; Calhoun, M. C. 2005. Nutrient
- 1151 content of whole cottonseed. Journal of Dairy Science, 88:1470-1477.
- 1152 Dhiman, T. R.; Satter, L. D.; Pariza, M. W.; Galli, M. P.; Albright, K. e Tolosa, M. X.
- 1153 2000. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets rich in
- 1154 linoleic and linolenic acid. Journal of Dairy Science 83:1016-1027.
- 1155 Holden, L. A. 1999. Comparison of methods of in vitro matter digestibility for ten feeds.
- 1156 Journal of Dairy Science, 2:1791–1794.
- 1157 Ítavo, L. C. V.; Soares, C. M.; Ítavo, C. C. B. F.; Dias, A. M.; Petit, H. V.; Leal, E. S.;
- 1158 Souza, A. D. V. 2015. Calorimetry, chemical composition and *in vitro* digestibility of
- 1159 oilseeds. Food Chemistry, 185:219-225.
- 1160 Jenkins, T. C.; Wallace, R. J.; Moate, P. J.; e Mosley, E.E., 2008. Recent advances in
- 1161 biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem.
- 1162 Journal of Animal Science 86:397-412.
- 1163 Kosloski, G. V. 2011. Degradação dos lipídios e biohidrogenação dos ácidos graxos
- 1164 insaturados. p.37-43. In: Bioquímica dos ruminantes. 3 ed, Kosloski, G. V., editora
- 1165 ufsm, Santa Maria.
- 1166 Machado, F. S., Pereira, L. G. R., Guimarães Júnior, R.; Lopes, F. C. F.; Chaves, A. V.;
- 1167 Campos, M. M.; Morenz, M. J. 2011. Emissões de metano na pecuária: conceitos,

- 1168 métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Juiz de Fora: Embrapa Gado de
1169 Leite, 92 p.
- 1170 Manso, T.; Castro, T.; Mantecón, A. R. e Jimeno, V. 2006. Effect of palm oil and calcium
1171 soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility, performance and
1172 chemical body composition of lambs. *Animal Feed Science and Technology* 127:175-
1173 186,
- 1174 Mauricio, R. M. Uso de líquido ruminal e fezes como fonte de inóculo para técnica in
1175 vitro de produção de gases. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de
1176 Zootecnia, 35., 1998. Botucatu, Anais... Botucatu-SP: RBZ, p.314-316, 1998.
- 1177 Menke, K. H.; Raab, L.; Salewski, A.; Steingass, H.; Fritz, D.; Schneider, W. 1979. The
1178 estimation of digestibility and metabolizable energy content of ruminant feedstuff
1179 from the gas production when they are incubated with rumen liquor in vitro. *Journal*
1180 *Agricultural Science*, 93:217-222.
- 1181 Mertens, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent
1182 fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. *Journal of*
1183 *AOAC International*, 85:1217-1240.
- 1184 National Research Council – NRC, 1996. Nutrient requirements of dairy cattle. 7. Rev.
1185 ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.
- 1186 Oliveira, D. M.; Ladeira, M. M.; Chizzotti, M. L.; Machado Neto, O. R.; Ramos, E. M.;
1187 Gonçalves, T. M.; Bassi, M. S.; Lanna, D. P. D. e Ribeiro, J. S. 2011. Fatty acid profile
1188 and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with different oilseeds.
1189 *Journal of Animal Science* 89:2546-2555.
- 1190 Oliveira, R. L.; Bagaldo, A. R.; Ladeira, M. M.; Barbosa, M. A. A. F.; Oliveira, R. L. D.
1191 e Jaeger, S. M. P. L. 2009. Fontes de lipídios na dieta de búfalas lactantes: consumo,
1192 digestibilidade e N-uréico plasmático. *Revista Brasileira de Zootecnia* 38:553-559.

- 1193 Robertson, J. B. e Van Soest, P. J. 1985. Analysis of forages and fibrous foods - a
1194 laboratory manual for animal science. Ithaca.
- 1195 Santana, M. C. A.; Vieira, B. R.; Costa, D. F.; Dian, P. H. M.; Fiorentini, G.; Canesin, R.
1196 C.; Pereira, G. T.; Reis, R. A. e Berchielli, T. T. 2014. Source and frequency of dry
1197 season lipid supplementation of finishing grazing cattle. Animal Production Science
1198 55:745-751.
- 1199 Santos, G. T.; Assis, M. A.; Gonçalves, G. D.; Modesto, E. C.; Cecato, U.; Jobim, C. C.;
1200 Damasceno, J. C. 2000. Determinação da digestibilidade in vitro de gramíneas do
1201 gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. Acta Scientiarum. Animal
1202 Science, 22:761-764.
- 1203 Santos, R. A. D.; Teixeira, J. C.; Pérez, J. R. O.; Paiva, P. C. D. A.; Muniz, J. A.; Arcuri,
1204 P. B. 2003. Estimativas da degradabilidade ruminal de alimentos utilizando a técnica
1205 de produção de gás em bovinos, ovinos e caprinos. Revista Ciência e Agrotecnologia,
1206 27:689-695.
- 1207 Schofield, P.; Pitt, R. E.; Pell, A. 1994. Kinetics of fiber digestion from in vitro gas
1208 production. Journal Animal Science. 72:2980-2991.
- 1209 Silva, D. J.; Queiroz, A. C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3. ed.
1210 Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 235 p.
- 1211 Silva, L. H. X.; Goes, R. H. T. B.; Carneiro, M. M. Y.; Burin, P. C.; Oliveira, E. R.;
1212 Souza, K. A.; Ítavo, L. C. V.; Branco, A. F.; Oliveira, R. T. 2015. Produção total de
1213 gases e degradabilidade in vitro de dietas com torta de girassol. Archivos de
1214 Zootecnia, 64:365-371.
- 1215 Silveira, M. F.; Kozloski, G. V.; Mesquita, F. R.; Farenzena, R.; Senger, C. C. D.;
1216 Brondani, I. L. 2009. Avaliação de métodos laboratoriais para estimar a

- 1217 digestibilidade e o valor energético de dietas para ruminantes. Arquivo Brasileiro de
1218 Medicina Veterinária e Zootecnia, 61:429:437.
- 1219 Theodorou, M. K.; Williams, B. A.; Dhanoa, M. S.; McAllan, A. B.; France, J. 1994. A
1220 simple gas production method using a pressure transducer to determine the
1221 fermentation kinetics of ruminant feeds. Animal Feed Science and Technology,
1222 48:185-197.
- 1223 Tilley, J. M. A. e Terry, R. A. 1963. A two stage technique for the in vitro digestion of
1224 forage crops. Journal of the Brazilian Chemical Society 18:104–111.
- 1225 Van Soest, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell University
1226 Ithaca. 1994.
- 1227 Wada, F. Y.; Prado, I. N.; Silva, R. R.; Moletta, J. L.; Visentainer, J. V. e Zeoula, L. M.
1228 2008. Grãos de linhaça e de canola sobre o desempenho, digestibilidade aparente e
1229 características de carcaça de novilhas nelore terminadas em confinamento. Ciência
1230 Animal Brasileira 9:883-895.
- 1231 Yamamoto, S. M.; Macedo, F. A. F.; Zundt, M.; Mexia, A. A.; Sakaguti, E. S.; Rocha, G.
1232 B. I.; Regaconi, K. C. T. e Macedo, R. M. G. 2005. Fontes de óleo vegetal na dieta de
1233 cordeiros em confinamento. Revista Brasileira de Zootecnia 34:703-710.

1234 **Tabelas e figuras**1235 **Tabela 1 – Ingredientes e participação nas dietas experimentais**

Ingredientes	Dietas (g/kg de MS)				
	Padrão	Algodão	Canola	Girassol	Soja
Silagem de milho	400	400	400	400	400
Caroço de Algodão	-	350	-	-	-
Grão de Canola	-	-	187	-	-
Grão de Girassol	-	-	-	132	-
Grão Soja	-	-	-	-	245
Milho moído	383	170	288	290	305
Farelo de soja	167	30	75	128	-
Amireia-200	20	20	20	20	20
Núcleo mineral ¹	30	30	30	30	30

1236 ¹Níveis de garantia: Na: 100 g/kg; P: 88 g/kg; Ca: 188 g/kg; S: 22 g/kg; Mg: 8000 mg/kg; Zn: 3000 mg/kg; Cu: 1000 mg/kg; Co: 80 mg/kg; I: 60 mg/kg; Se: 20 mg/kg;

1237 F: 880 mg/kg

1238 Tabela 2 – Composição químico-bromatológica dos concentrados, grãos de oleaginosas e dietas experimentais

	MS ¹	MO ²	PB ³	CNF ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	EE ⁷
Volumoso							
Silagem de milho	252.2	935.6	71.5	211.8	629.7	425.9	22.6
Concentrados							
Padrão	882	966	253	490	226	56	32
Algodão	887	827	268	464	15	43	24
Canola	885	899	246	460	216	52	28
Girassol	884	909	273	454	199	55	29
Soja	885	938	189	593	176	35	26
Grãos							
Algodão	857	958	250	31	471	369	205
Canola	903	957	251	40	380	332	285
Girassol	919	969	142	146	484	339	197
Soja	891	946	388	30	333	207	194
Dietas							
Padrão	492	956	191	341	389	209	35
Algodão	488	920	175	173	497	317	74
Canola	496	931	180	256	422	238	73
Girassol	495	930	180	244	434	226	72
Soja	493	944	200	301	375	211	68

1239 ¹MS=Matéria seca (g/kg de MN); ²Matéria Orgânica (g/kg de MS); ³Proteína bruta (g/kg de MS); ⁴Carboidratos não fibrosos (g/kg de MS);1240 ⁵Fibra em detergente neutro (g/kg de MS); ⁶Fibra em detergente ácido (g/kg de MS); ⁷Extrato etéreo (g/kg de MS).

1241 Tabela 3 – Digestibilidade *in vitro* (g/kg) dos grãos de oleaginosas e das dietas experimentais.

Material	MS	MO	PB	FDN	FDA	EE
Volumoso						
Silagem de milho	689.0	497.0	809.1	290.9	281.4	954.9
Grãos						
Algodão	571.7 d	590.3 d	915.7 d	171.7 d	148.2 d	987.2 c
Canola	881.7 b	877.5 b	956.8 b	784.2 a	777.2 a	998.7 a
Girassol	739.6 c	740.2 c	951.1 c	423.5 c	502.8 c	994.0 b
Soja	957.0 a	950.6 a	978.9 a	695.2 b	658.5 b	971.8 d
EPM	28.17	9.33	2.87	33.93	32.44	1.15
P*	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001	0.0001
Dietas						
Padrão	847.7 a	737.5	942.0 b	420.9 a	309.2	914.7 d
Algodão	705.4 c	638.8	920.4 c	316.9 b	247.6	981.0 a
Canola	821.6 b	734.9	941.5 b	477.2 a	372.5	899.5 e
Girassol	829.1 b	714.8	960.6 a	449.9 a	280.9	937.8 b
Soja	861.5 a	737.7	975.6 a	421.1 a	327.2	923.8 c
EPM	22.06	39.50	8.36	40.26	48.69	4.69
P*	0.0001	0.0507	0.0001	0.0064	0.0838	0.0001

1242 *Médias seguidas por letra minúscula distintas, diferem entre si pelo teste Duncan (P<0,05); EPM = Erro padrão da média

1243 Tabela 4 – Cinética da degradação *in vitro* dos ingredientes e dietas contendo grãos de oleaginosas.

Parâmetros	Ingredientes						EPM	P*
	Silagem de milho	Concentrados	Caroço de Algodão	Grão de Canola	Grão de Girassol	Grão de Soja		
A (mL/100 mg MS incubada)	3.7 b	7.6 a	3.3 b	2.9 b	2.2 b	2.4 b	0.26	0.0001
B (/hora)	0.24	0.26	0.41	0.45	0.38	0.42	0.004	0.3147
Lag (horas)	3.7 ab	3.9 a	2.3 bc	2.4 bc	2.1 c	1.96 c	0.12	0.0001
D (mL/100 mg MS incubada)	8.16 bc	16.28 a	5.89 cd	7.95 c	4.1 d	10.9 b	0.19	0.0001
E (/hora)	0.03 b	0.04 b	0.04 b	0.07 a	0.09 a	0.07 a	0.003	0.0001
Y (mL/100 mg MS incubada)	11.9 bc	23.6 a	9.2 cd	10.9 bc	6.2 d	13.3 b	0.26	0.0001
R ²	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99		

	Dietas experimentais					EPM	P
	Padrão ¹	Algodão ²	Canola ³	Girassol ⁴	Soja ⁵		
A (mL/100 mg MS incubada)	8.0 a	3.8 b	4.8 b	4.2 b	5.4 b	0.38	0.0081
B (/hora)	0.25	0.54	0.29	0.27	0.29	0.06	0.4524
Lag (horas)	3.7	3.12	3.63	3.48	3.6	0.19	0.8116
D (mL/100 mg MS incubada)	13.2 a	9.01 c	11.87 ab	11.25 b	11.9 ab	0.34	0.0046
E (/hora)	0.04	0.038	0.042	0.043	0.04	0.001	0.1763
Y (mL/100 mg MS incubada)	21.2 a	12.8 d	16.7 b	15.4 c	17.3 b	0.14	0.0001
R ²	0.99	0.99	0.99	0.99	0.99		

1244 *Médias seguidas por letra minúscula distintas, diferem entre si pelo teste Duncan (P<0,05); EPM = Erro padrão da média

1245 Y = volume total de gás no tempo t (extensão da degradação);

1246 A = volume de gás (mL) de degradação rápida;

1247 D = volume de gás (mL) de degradação lenta;

1248 B = taxa de degradação da fração rápida (/hora);

1249 E = taxa de degradação da fração lenta (/hora); e

1250 C = tempo de colonização das bactérias (h).

**Dietas com elevado teor de extrato etéreo utilizando grãos de oleaginosas para
bovinos de corte confinados**

Diets with high content of ethereal extract using oilseed grains for confined beef cattle

Marcus Vinicius Garcia Niwa¹ & Luís Carlos Vinhas Ítavo¹

¹Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Faculdade de Medicina Veterinária e
Zootecnia, Av. Senador Filinto Müller 2443, Cidade Universitária 79070-900, Campo
Grande, MS, Brazil.

RESUMO: Objetivou-se avaliar dietas com elevado teor de extrato etéreo (EE) contendo grãos de oleaginosas sobre o consumo de nutrientes, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo, variáveis ruminais e sanguíneas em bovinos. Foram avaliadas cinco dietas com relação silagem de milho e concentrado de 40:60, sendo uma dieta padrão (controle) e quatro dietas contendo grãos de oleaginosas (algodão, canola, girassol e soja) com média de 72g de EE/kg de MS. Cinco bovinos, machos, castrados e fistulados no rúmen, foram distribuídos em delineamento quadrado latino 5x5. Bovinos alimentados com as dietas algodão e canola apresentaram média de consumo de matéria seca de 6.6 kg/dia, inferior aos demais tratamentos. Bovinos apresentaram maiores médias de tempo em ruminação para os tratamentos com girassol, soja e algodão (406, 362 e 361 min/dia respectivamente). Não houve efeito de tratamento para as variáveis ruminais pH e N-NH₃. Houve efeito de tratamento sobre as concentrações de ureia e colesterol séricos, sendo que os animais que receberam grãos de soja apresentaram maior nível de ureia (50.7 mg/dL). Os animais alimentados com o tratamento padrão proporcionaram níveis

menores de colesterol sérico (111.8 mg/dL) que os alimentados com as dietas contendo algodão, canola, girassol e soja (152.7, 137.1, 146.9, 138.2 mg/dL, respectivamente). O consumo e o comportamento ingestivo são influenciados por dietas contendo oleaginosas, sendo as dietas algodão e canola com menores consumos em relação aos demais tratamentos. A digestibilidade aparente dos nutrientes e as variáveis ruminais não sofreram efeito das dietas, porém há aumento nas concentrações de colesterol sérico dos bovinos alimentados com dietas de elevado teor de EE contendo grãos de oleaginosas. A utilização de grãos de girassol e soja para bovinos confinados proporcionaram resultados semelhantes ou melhores quando comparados aos da dieta padrão, sendo recomendada para formulação de dietas com elevado teor de EE.

Palavras-chave: caroço de algodão; canola; consumo de nutrientes; fermentação ruminal; girassol; soja

ABSTRACT: The objective of this study was to evaluate diets with high content of etheral extract (EE) containing oilseeds on nutrient intake, apparent digestibility, ingestive behavior, ruminal and blood variables in cattle. Five diets with corn silage concentration and 40:60 concentrate were evaluated, being a standard diet (control) and four diets containing oilseeds (cotton, canola, sunflower and soybean) in order to obtain a diet with 8% EE. Five male bovines, castrated and fistulated in the rumen, were distributed in a 5x5 Latin square design. Cattle fed the cotton and canola diets had a mean dry matter intake of 6.6 kg / day, lower than the other treatments. Bovines presented higher mean time in rumination for treatments with sunflower, soybean and cotton (406, 362 and 361 min / day respectively). There was no treatment effect for the ruminal pH and N-NH₃ variables. There was a treatment effect on the serum urea and cholesterol

concentrations, and the animals receiving soybean grains had a higher level of urea (50.7 mg / dL). Animals fed the standard treatment provided lower levels of serum cholesterol (111.8 mg / dL) than those fed diets containing cotton, canola, sunflower and soybean (152.7, 137.1, 146.9, 138 mg / dL, respectively). Consumption and ingestive behavior are influenced by diets containing oilseeds, being the cotton and canola diets with lower consumption in relation to the other treatments. The apparent digestibility of nutrients and ruminal variables did not affect diets, but there was an increase in serum cholesterol concentrations of cattle fed diets with high EE content containing oilseeds. The use of sunflower and soybean grains for confined cattle provided similar or better results when compared to the standard diet, being recommended for the formulation of diets with high EE content.

Keywords: canola; cottonseed; lipids; nutrient intake; soybean; sunflower

Introdução

1314
1315 Geralmente os alimentos e consequentemente a dieta dos animais ruminantes apresentam
1316 baixo teor de extrato etéreo, aproximadamente de 1 a 4 % da MS (Van Soest, 1994). A
1317 utilização de suplementação lipídica proporciona elevação da densidade energética da
1318 dieta, podendo resultar em melhor eficiência e desempenho produtivo, melhorar a
1319 qualidade dos produtos gerados, e com menor risco de distúrbios fermentativos (Smith,
1320 1990; Yamamoto et al., 2005; Manso et al., 2006; Bassi et al., 2012).

1321 Porém, a utilização de elevados níveis de extrato etéreo pode acarretar na diminuição do
1322 consumo de nutrientes (Bassi et al., 2012; Rennó et al., 2015). Visto que principalmente
1323 os ácidos graxos insaturados podem se incorporar aos lipídios de membrana das bactérias,
1324 causando efeito toxico as mesmas. Além disso, os ácidos graxos insaturados podem
1325 recobrir as partículas dos alimentos, atuando como barreira física, dificultando a
1326 aderência, colonização e degradação realizada pelos microrganismos ruminais (Kozloski,
1327 2011).

1328 Devido à redução de atividade e aos efeitos tóxicos sobre bactérias, principalmente as
1329 celulolíticas, os lipídios podem afetar a fermentação, diminuindo a digestibilidade
1330 ruminal e consequentemente o consumo de nutrientes (Jenkins et al., 2008; Oliveira et
1331 al., 2009). Este efeito é atribuído ao maior tempo de permanência da digesta nos
1332 compartimentos rúmen-retículo devido a menor fermentação e digestibilidade,
1333 principalmente da fração fibrosa da dieta (NRC, 2001).

1334 Diante de tais efeitos negativos recomenda-se que o teor de lipídios não ultrapasse 6 a 7%
1335 da MS da dieta, pois valores acima destes teriam efeito de deprimir a digestibilidade da
1336 fibra, e consequentemente o consumo (Machado et al., 2011).

1337 Entretanto, a utilização de fontes lipídicas como os grãos de oleaginosas, uma vez que os
1338 ácidos graxos estariam parcialmente protegidos da pela matriz do grão e seriam liberados

1339 lentamente conforme a ruminação do alimento, poderiam permitir o uso de dietas com
1340 elevado teor de extrato etéreo, evitando os efeitos negativos sobre o ambiente ruminal e
1341 suas consequências (Dhiman et al., 2000; Oliveira et al., 2011).

1342 Os objetivos deste trabalho foram avaliar dietas para bovinos de corte confinados com
1343 elevado teor de extrato etéreo contendo grãos de oleaginosas sobre o consumo e
1344 digestibilidade aparente de nutrientes, comportamento ingestivo, variáveis ruminais (pH
1345 e N-NH₃) e variáveis sanguíneas de bovinos de corte.

1346

1347 **Material e métodos**

1348 Este trabalho está de acordo com os princípios éticos adotados pelo Conselho Nacional
1349 de Controle de Experimentação Animal (CONCEA), e aprovado pela Comissão de ética
1350 no uso de animais da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (CEUA/UFMS -
1351 Protocolo nº654/2015).

1352 O experimento foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Católica Dom
1353 Bosco. As análises bromatológicas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal
1354 Aplicada e as variáveis sanguíneas foram realizadas no Laboratório de Análises Clínicas
1355 da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato
1356 Grosso do Sul, em Campo Grande, Brasil.

1357

1358 ***Animais, delineamento experimental e dietas***

1359 Cinco novilhos cruzados, fistulados no rúmen, com peso corporal (PC) médio de
1360 416,33±93,30 kg ao início do experimento, foram distribuídos em Quadrado Latino 5x5.
1361 Os animais foram vacinados, vermifugados e alocados em baias individuais (3x6 m) com
1362 cobertura, tendo livre acesso a água e dieta. O experimento foi dividido em 5 períodos
1363 experimentais de 14 dias, sendo 9 dias de adaptação e 5 dias de coletas de amostras,

totalizando 70 dias de ensaio. Foi adotado um período pré-experimental de 14 dias, para melhor adaptação dos animais às dietas e ao ambiente. Os tratamentos foram constituídos de cinco dietas (Tabela 1), sendo uma dieta padrão (controle) sem adição de grãos de oleaginosas, e quatro dietas contendo diferentes grãos de oleaginosas (algodão, canola, girassol e soja) visando obter 80g de extrato etéreo/kg de MS (Tabela 2).

As dietas foram formuladas na proporção volumoso:concentrado de 40:60 com base na matéria seca, segundo NRC (1996) para ganhos médios de 1,25 kg/dia para novilhos de corte cruzados com aproximadamente 400 kg de PC. O fornecimento da dieta foi realizado uma vez ao dia, às 8 horas, de forma a manter as sobras em torno de 50 g/kg de alimento fornecido.

Consumo de nutrientes

O fornecimento das dietas foi realizado uma vez ao dia, às 8 horas, sendo realizados ajustes diários de forma a manter as sobras em torno de 50 g/kg do fornecido.

A avaliação de consumo de nutrientes foi determinada do 11º até o 14º dia de cada período experimental. Os fornecidos e as sobras foram pesados e amostrados diariamente para determinação do consumo diário, e foram elaboradas amostras compostas por animal por período.

As amostras foram submetidas a análises laboratoriais para determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo os métodos 930.15, 942.05, 976.05 e 920.39 AOAC (2000), determinação do teor de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com Mertens (2002) usando alfa-amylase (Termamyl 120 L®), teor de fibra em detergente ácido (FDA) pelo método de Robertson & Van Soest (1985). Foram considerados os nutrientes (MS, MO, PB, FDN, FDA e EE) fornecidos e contidos nas sobras com base na matéria seca.

1389 ***Digestibilidade aparente***

1390 A digestibilidade aparente dos nutrientes foi avaliada por meio de coletas de fezes que
1391 seguiram o esquema de dois dias proposto por Ítavo et al. (2002), sendo realizadas às 8:00
1392 horas do 13º dia e às 16:00 horas do 14º dia de cada período experimental.

1393 Para a determinação da produção fecal, foi utilizado o indicador externo dióxido de
1394 titânio. O indicador externo foi pesado (10g/animal/dia), empacotado em papel filtro e
1395 infundido no rúmen dos animais durante 11 dias, sendo os 10 primeiros dias para
1396 adaptação e homogeneização do indicador por todo o trato digestivo.

1397 A determinação do dióxido de titânio foi segundo procedimento adaptado de Detmann et
1398 al. (2012) (INCT-CA M 007/1). Uma amostra de 0,2g de fezes, 10 mL de ácido sulfúrico
1399 e 5 g de mistura catalítica foi digerida durante 2 horas a temperatura de 400 °C em tubos
1400 para determinação de proteína. Após a digestão, 10 mL de H₂O₂ (Peróxido de Hidrogênio
1401 30%) foram adicionados lentamente, o material do tubo transferido para balões de 50 mL
1402 e o volume completado com água destilada. Uma curva padrão foi preparada com 2, 4, 6,
1403 8 e 10 mg de dióxido de titânio para as posteriores leituras em espectrofotômetro com
1404 comprimento de onda de 410 nm.

1405 As amostras de fezes foram submetidas a análises laboratoriais para determinação dos
1406 teores de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), matéria mineral (MM), proteína
1407 bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo os métodos 930.15, 942.05, 976.05 e 920.39
1408 AOAC (2000), determinação do teor de fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com
1409 Mertens (2002) usando alfa-amylase (Termamyl 120 L®), teor de fibra em detergente
1410 ácido (FDA) pelo método de Robertson & Van Soest (1985).

1411 Foram considerados os nutrientes (MS, MO, PB, FDN, FDA e EE) fornecidos, contidos
1412 nas sobras e nas fezes com base na matéria seca. Os coeficientes de digestibilidade
1413 aparente dos nutrientes foram obtidos através da equação:

1414 Digestibilidade aparente (g/kg) = ((g nutriente fornecido – g nutriente nas sobras) – g
1415 nutriente nas fezes) / (g nutriente fornecido – g nutriente nas sobras) x 1000

1416

1417 ***Comportamento ingestivo***

1418 Para avaliar o comportamento ingestivo, foram registrados no 10º dia de cada período
1419 experimental as variáveis tempo em alimentação, ruminação, ócio, número de
1420 mastigações por bolo alimentar, tempo gasto com mastigações por bolo ruminal conforme
1421 descrito por Bürger et al. (2000). As observações foram realizadas durante vinte e quatro
1422 horas consecutivas por período experimental, registrando a cada cinco minutos as
1423 atividades comportamentais e posteriormente quantificadas. A média do número de
1424 mastigações merícicas por bolo ruminal e a média do tempo despendido de mastigação
1425 merícica por bolo ruminal foram obtidas em quatro períodos de seis horas, três valores
1426 por período, utilizando-se cronômetro digital. Os resultados referentes aos fatores do
1427 comportamento ingestivo foram obtidos pelas relações de tempo despendido com
1428 alimentação (minutos/dia), tempo despendido com ruminação (minutos/dia), eficiência
1429 de alimentação (g MS/h), eficiência de ruminação (g MS/h e g FDN/h), tempo de
1430 mastigação total (h/dia), número total de bolos ruminais, número de mastigações
1431 merícicas por dia.

1432

1433 ***Variáveis ruminais***

1434 Foram coletadas no 12º dia de cada período experimental amostras de líquido ruminal
1435 filtradas através de pano antes do fornecimento da ração e após 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas.
1436 Uma alíquota de 40 mL com adição de H₂SO₄ (50%) na proporção de 50:1 foi armazenada
1437 (-20 °C) em tubos para posterior determinação do N-amoniacal. Em laboratório está

1438 alíquota foi descongelada e analisado o teor de nitrogênio não proteico do sobrenadante
1439 conforme método descrito por Fenner (1965).

1440 Foram mensurados e registrados no 12º dia de cada período experimental os valores de
1441 pH ruminal via fistula utilizando potenciômetro digital Sentron pH system meter model
1442 1001 (Sentron Europe BV, Roden, Netherlands). Os valores de pH foram registrados em
1443 sete diferentes tempos (antes do fornecimento da dieta e após 2, 4, 6, 8, 10 e 12 horas)
1444 com eletrodo inserido diretamente na fase líquida da região do saco ventral.

1445

1446 ***Variáveis sanguínea***

1447 As coletas de sangue foram realizadas no 11º dia de cada período experimental, 6 horas
1448 após o fornecimento da ração, através de punção da veia jugular com tubos BD
1449 Vacutainer® Fluoreto/EDTA para análise de glicose e BD Vacutainer® SST® II
1450 Advance® com ativador de coágulo e gel separador para obtenção de soro para as análises
1451 bioquímicas do sangue. Após a coleta, os tubos foram levados sob refrigeração ao
1452 laboratório de análises clínicas da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia -
1453 UFMS, onde foram centrifugados a 3000 rpm por 15 minutos. Foram realizadas análises
1454 de proteína total (kit ref. 04657586), albumina (kit ref. 04657357), creatinina (kit ref.
1455 10886874), colesterol (kit ref. 10745065), ureia (kit ref. 11200666), triglicerídeos (kit ref.
1456 04657594), alanina aminotransferase (kit ref. 10745138), fosfatase alcalina (kit ref.
1457 11622773), aspartato aminotransferase (kit ref. 10745120) e gama glutamiltransferase
1458 (kit ref. 05401461) no soro sanguíneo, e glicose (kit ref. 04657527) analisada no plasma
1459 sanguíneo.

1460

1461

1462

1463 *Análises estatísticas*

1464 Os dados de consumo dos nutrientes, digestibilidade aparente, comportamento ingestivo
1465 e variáveis sanguíneas foram submetidos a análises de variância usando procedimento
1466 Os dados de pH ruminal e N-amoniaco foram avaliados como parcelas subdivididas
1467 (tempo) e o modelo de regressão múltiplas com efeito do tratamento e do tempo em nível
1468 de 5% de significância.

1469

1470 **Resultados**

1471 *Consumo de nutrientes*

1472 O consumo de matéria seca (CMS) da dieta padrão foi 9.5 kg/dia (Tabela 3), similar aos
1473 das dietas contendo soja (9.0 kg/dia) e girassol (8.6 kg/dia). As dietas contendo algodão
1474 e canola apresentaram média de consumo de matéria seca de 6.6 kg/dia, inferior
1475 ($P=0.0004$) às demais dietas contendo grãos de oleaginosas e a dieta padrão. Da mesma
1476 forma, a média de consumo de matéria orgânica da dieta padrão foi 9.1 kg/dia, não
1477 diferindo das dietas contendo grãos de soja (8.5 kg/dia) e girassol (8.0 kg/dia). As dietas
1478 contendo caroço de algodão (6.1 kg/dia) e canola (6.2 kg/dia) apresentaram médias de
1479 consumo de matéria orgânica inferiores ($P=0.0002$) as das dietas contendo grãos de soja,
1480 girassol e a dieta padrão.

1481 A dieta contendo grão de soja (1.8 kg/dia) e a dieta padrão (1.8 kg/dia) apresentaram as
1482 maiores médias de consumo de proteína ($P=0.0001$) em relação as dietas contendo
1483 girassol (1.5 kg/dia), canola (1.2 kg/dia) e algodão (1.1 kg/dia) (Tabela 3).

1484 Os animais alimentados com a dieta contendo girassol (3.7 kg/dia), apresentaram média
1485 de consumo de fibra em detergente neutro similar às médias das dietas das dietas contendo
1486 soja (3.3 kg/dia), algodão (3.3 kg/dia) e à da dieta padrão (3.7 kg/dia). O consumo de
1487 fibra em detergente neutro do tratamento contendo canola (2.7 kg/dia) foi inferior

1488 (P=0.0386) aos das dietas padrão e girassol, sem diferir dos tratamentos contendo algodão
1489 e soja (Tabela 3).

1490 Os consumos de extrato etéreo (Tabela 3) das dietas contendo grãos de girassol (0.62
1491 kg/dia) e soja (0.61 kg/dia) foram superiores (P=0.0001) aos das dietas contendo algodão
1492 (0.42 kg/dia), canola (0.43 kg/dia) e padrão (0.3 kg/dia).

1493

1494 ***Digestibilidade aparente***

1495 A inclusão dos grãos de oleaginosas para obtenção de dietas com elevado teor de extrato
1496 etéreo não influenciaram os coeficientes de digestibilidade aparente (Tabela 3). As dietas
1497 experimentais apresentaram médias de digestibilidade aparente da matéria seca, matéria
1498 orgânica, proteína bruta, carboidratos não fibrosos, fibra em detergente neutro, fibra em
1499 detergente ácido, extrato etéreo e nutrientes digestíveis totais de 710.8, 740.9, 807.4,
1500 875.0, 591.5, 523.7, 753.7, 754.5 g/kg, respectivamente.

1501

1502 ***Comportamento ingestivo***

1503 Houve efeito de tratamento para as variáveis comportamentais (Tabela 3). Os animais do
1504 tratamento contendo grãos de girassol (406 min/dia), de soja (362 min/dia) e caroço de
1505 algodão (361 min/dia) apresentaram maiores médias de tempo despendido com
1506 ruminação, enquanto que os animais do tratamento contendo canola apresentaram a
1507 menor (P=0.0078) média para esta atividade (250 min/dia).

1508 Entretanto não houve efeito de tratamento para o tempo de alimentação (P=0.5896) com
1509 média de 240 min/dia. Também não foram observados efeitos significativos para
1510 eficiência de alimentação (P=0.4979, 1549 g MS/hora), eficiência de ruminação da
1511 matéria seca (P=0.1051; 1089 g MS/hora), e para número de bolos ruminados por dia
1512 (P=0.0504; 410 bolos/dia). A eficiência de ruminação em g de FDN/hora dos animais que

1513 consumiram as dietas padrão e canola (640 e 701 g FDN/hora) foram superiores
1514 ($P=0.0317$) as dos animais que consumiram as dietas contendo soja, girassol e algodão
1515 (528, 506 e 471 g FDN/hora).

1516 O tempo total de mastigação diária dos animais alimentados com as dietas contendo
1517 girassol (11 horas), algodão (10 horas) e soja (10 horas) foram superiores ($P=0.0031$) aos
1518 dos animais alimentados com as dietas padrão (8 horas) e canola (8 horas). Tal variável é
1519 resultante da soma do tempo de alimentação e tempo de ruminação. O número de
1520 mastigações merísticas sofreu efeito de tratamento sendo os tratamentos girassol (22127
1521 mastigações/dia) e algodão (20088 mastigações/dia) superiores ao tratamento canola
1522 (12961 mastigações/dia). O tratamento contendo grãos de soja e o tratamento padrão
1523 apresentaram resultados intermediários, 19361 e 15291 mastigações/dia, respectivamente
1524 (Tabela 3).

1525

1526 ***Variáveis ruminais***

1527 Não houve efeito de tratamento para o pH ruminal (Tabela 4). Houve efeito do tempo de
1528 amostragem apenas para os tratamentos contendo grãos de oleaginosas. Os valores
1529 mínimos de pH ruminais estimados por meio da derivada da equação de regressão
1530 ajustada em função do tempo foram de 6.19 às 7.25 horas para os animais que
1531 consumiram a dieta contendo algodão, 6.42 às 7.24 horas para canola, 6.12 às 8.75 horas
1532 para girassol e 6.13 às 7.89 horas para os animais que consumiram a dieta contendo grãos
1533 de soja (Tabela 4).

1534

1535 ***Variáveis sanguíneas***

1536 Não houve efeito do consumo de grãos de oleaginosas sobre as concentrações séricas
1537 (Tabela 5) de proteína total (66.1 g/L, $P=0.8597$) albumina (31.4 g/L, $P=0.5929$),

1538 creatinina (1.2 mg/dL, $P=0.2208$), alanina aminotransferase (15.3 U/L, $P=0.5236$),
1539 fosfatase alcalina (121.5 U/L, $P=0.3275$), aspartato aminotransferase (62.3 U/L,
1540 $P=0.6729$) e gama-glutamilttransferase (16.2 U/L, $P=0.3892$). Além de não apresentarem
1541 diferenças entre os tratamentos, as concentrações destas variáveis se enquadraram nos
1542 valores séricos de referência encontrados na literatura (Tabela 5).

1543 A variável sérica triglicerídeos (20.8 mg/dL, $P=0.1049$) e a variável plasmática glicose
1544 (78.4 mg/dL, $P=0.6047$) não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos,
1545 porém os valores estão acima da referência (Tabela 5). Outros trabalhos avaliando a
1546 suplementação lipídica observaram aumento nos níveis de triglicerídeos (Smith et al.,
1547 1978; Chow et al., 1990), sendo atribuído estes aumentos ao maior aporte de ácidos
1548 graxos a partir da gordura fornecida (Avila et al., 2000).

1549 Foram detectados efeitos significativos de tratamento sobre as concentrações no soro de
1550 ureia ($P=0.0193$) e colesterol ($P=0.0111$). Os animais alimentados com a dieta contendo
1551 grão de soja apresentaram a maior concentração de ureia (50.7 mg/dL). Há de se destacar
1552 que média da concentração de ureia no soro dos animais alimentados com tratamento
1553 padrão, 6 horas após o fornecimento da dieta, foi 37.8 mg/dL. Os níveis de ureia sérica
1554 se encontram dentro dos valores de referência.

1555 As médias de concentração de colesterol dos animais que consumiram as dietas contendo
1556 caroço de algodão (152.7 mg/dL), canola (137.1 mg/dL), girassol (146.9 mg/dL) e soja
1557 (138.2 mg/dL) foram superiores ($P=0.0111$) a dos animais que consumiram a dieta padrão
1558 (111.8 mg/dL).

1559

1560

Discussão

1561 Visto que as dietas apresentaram coeficientes de digestibilidade aparente semelhantes
1562 (Tabela 3), o menor consumo de matéria seca e matéria orgânica da dieta contendo caroço

1563 de algodão pode ser atribuído a dois fatores. O primeiro fator seria que, ao incluir o caroço
1564 de algodão na formulação da dieta de modo a obter elevado teor de extrato etéreo, ocorreu
1565 menor participação do farelo de soja e milho, onde tais mudanças proporcionaram que o
1566 teor de FDN e FDA da dieta aumentasse. Costa et al. (2011), avaliando o efeito da adição
1567 de 0, 14.35, 27.51 e 34.09% da MS de caroço de algodão na dieta de bovinos confinados
1568 (50% volumoso = cana-de-açúcar), observaram redução linear no consumo de MS e
1569 ganho de peso diário. Os autores associaram tais resultados a elevação do teor de EE nas
1570 dietas (2.99, 4.98, 6.81 e 7.73% de EE na MS para os níveis 0, 14.35, 27.51 e 34.09% de
1571 caroço de algodão respectivamente) e também ao aumento no teor de FDN e FDA,
1572 proporcionado por substituir o farelo de soja e milho pelo caroço de algodão.

1573 Outro fator que pode ter influenciado no consumo de matéria seca tanto da dieta contendo
1574 caroço de algodão quanto na dieta contendo grão de canola, é a presença de fatores
1575 antinutricionais nos grãos. O grão de canola contém o tanino como um fator
1576 antinutricional. Apesar desta substância normalmente estar presente em quantidade
1577 relativamente baixa na canola (10 a 30 g/kg de MS), possui sabor amargo ou adstringente,
1578 podendo influenciar na palatabilidade do alimento e consequentemente da ração total,
1579 exercendo efeito negativo sobre o consumo de MS, (Cooper and Owen-Smith, 1985;
1580 Landau et al., 2000; Geron et al., 2013). Além disso, o tanino é conhecido por ser
1581 responsável em reduzir a ingestão de alimento, taxa de crescimento, eficiência alimentar
1582 e digestibilidade da proteína da dieta (Tadele, 2015). Portanto, apesar de não ter sido
1583 quantificado neste estudo, atribui-se o menor consumo de matéria seca da dieta contendo
1584 canola ao efeito da presença de tanino sobre a palatabilidade, uma vez que esta dieta
1585 apresentou resultados de digestibilidade *in vitro* e digestibilidade aparente semelhantes
1586 aos demais tratamentos contendo oleaginosas e ao padrão.

1587 Da mesma forma, o caroço de algodão contém gossipol como fator antinutricional, que é
1588 um pigmento polifenólico que pode ser tóxico se consumido em altas doses por um
1589 período prologado (Risco and Chase, 1997). Embora ruminantes adultos tenham
1590 mecanismos para proteção contra a toxicidade de muitos compostos químicos
1591 secundários, elevadas doses de gossipol podem sobrecarregar os mecanismos que
1592 neutralizam a intoxicação (Risco et al., 1993). Entre os principais efeitos do gossipol
1593 observados em ruminantes estão a diminuição do consumo de matéria seca (Rogers et al.,
1594 2002). Há de se destacar que o consumo de caroço de algodão foi 2.7 kg/dia (350 g/kg na
1595 MS total da dieta), que pode ser considerado elevado. Bullock et al. (2010) observaram
1596 uma redução no consumo de matéria seca total quando o consumo de caroço de algodão
1597 foi aumentado.

1598 Com relação a digestibilidade aparente, a inclusão dos grãos de oleaginosas não
1599 proporcionaram efeitos negativos ao ambiente ruminal, uma vez que os ácidos graxos
1600 estariam parcialmente protegidos da pela matriz do grão (Oliveira et al., 2011). Os efeitos
1601 da suplementação lipídica sobre digestibilidade ruminal ainda são controversos, podendo
1602 encontrar efeitos negativos (Bassi et al., 2012; Rennó et al., 2015), ou ausência de
1603 prejuízos (Avila et al., 2000). Todavia, apesar na inexistência de efeitos significativos dos
1604 grãos de oleaginosas sobre a digestibilidade aparente, ficou evidente seu efeito negativo
1605 sobre o consumo de nutrientes.

1606 Considerando que para bovinos o tempo de ruminação é altamente correlacionado com o
1607 consumo de fibra em detergente neutro (WELCH e HOOPER, 1988), os tratamentos que
1608 apresentaram as maiores médias para esta atividade estão entre os tratamentos que mais
1609 consumiram fibra.

1610 Visto que ao utilizar os grãos de oleaginosas para obtenção de dietas com elevado teor de
1611 extrato etéreo, ocorre menor participação dos carboidratos não fibrosos na dieta (Tabela

1612 2). Portanto, o uso de grãos de oleaginosas pode ser uma alternativa na formulação de
1613 dietas para evitar distúrbios fermentativos como a acidose. Observa-se que as dietas
1614 foram formuladas com proporção volumoso:concentrado 40:60 (Tabela 1), assim o teor
1615 de fibra em detergente neutro das dietas apresentaram médias acima de 375 g/kg (Tabela
1616 2), o que provavelmente manteve a ruminação e a salivação suficientemente para manter
1617 o pH ruminal acima de 6,0 por praticamente todo o dia (Tabela 4).

1618 Apesar da suplementação lipídica possibilitar a redução na concentração de N-NH₃ no
1619 líquido ruminal (Van Soest e Demeyer, 1988; Lin et al., 1995), a utilização dos grãos de
1620 oleaginosas não proporcionou tal efeito em todos os horários avaliados (Tabela 4). Salles
1621 et al. (2003) avaliando os efeitos do caroço de algodão e gordura protegida nos parâmetros
1622 ruminais de bovinos em terminação recebendo alto nível de concentrado, apesar de terem
1623 observado redução na população microbiana, os tratamentos não proporcionaram
1624 diferenças na concentração de N-NH₃ no líquido ruminal.

1625 Segundo Van Soest (1994), a concentração de N-NH₃ ruminal tem papel fundamental no
1626 crescimento e eficiência microbiana. Para que a fermentação microbiana não seja
1627 limitada, a concentração mínima de N-NH₃ deve ser de aproximadamente 5 mg/100 mL
1628 de líquido ruminal (Satter e Roffler, 1979), e de 23 mg de N-NH₃/mL para máxima síntese
1629 microbiana (Mehrez et al., 1977). Portanto, destaca-se que os valores observados em
1630 todos os tratamentos estão de acordo com os valores indicados para não limitar a
1631 fermentação e para máxima síntese microbiana.

1632 O aumento do teor de colesterol sérico já foi observado em outros estudos com bovinos
1633 alimentados com suplementos lipídicos (West e Hill, 1990; Drackley e Elliott, 1993;
1634 Elliott et al., 1993). De acordo com Nestel et al. (1978), o aumento do colesterol em
1635 animais consumindo dietas com suplementação lipídica ocorre devido ao aumento da

1636 síntese intestinal de colesterol necessário para a absorção e transporte dos elevados teores
1637 de lipídios circulantes provenientes da dieta.

1638

1639 **Conclusões**

1640 As dietas com elevado teor de extrato etéreo utilizando grãos íntegros de oleaginosas não
1641 prejudicaram a digestibilidade aparente dos nutrientes, demonstrando potencial de
1642 utilização destes grãos como fontes protegidas de ácidos graxos.

1643 O elevado teor de extrato etéreo obtido através do uso de grãos de oleaginosas
1644 proporciona aumento na concentração de colesterol no soro dos bovinos, indicando
1645 potencial de maior absorção dos ácidos graxos.

1646 Entretanto, a utilização do caroço de algodão e do grão de canola para obtenção de dietas
1647 com elevado teor de extrato etéreo afetaram negativamente o consumo de nutrientes.
1648 Portanto, estes grãos não são recomendados para esta estratégia nutricional, pois
1649 poderiam prejudicar o desempenho animal.

1650 Já as dietas utilizando grãos de soja e girassol, apresentaram, de modo geral, resultados
1651 semelhantes aos da dieta padrão. Recomenda-se o uso de grãos de soja e girassol para
1652 formulação de dietas com elevado teor de extrato etéreo para bovinos de corte.

Referências

- 1653
1654 Association of Official Analytical Chemists - AOAC., 2000. Official methods of
1655 analysis. 13.ed. Washington: AOAC.
- 1656 Avila, C.D.; DePeters, E.J.; Perez-Monti, H.; Taylor, S.J.; e Zinn, R.A. 2000.
1657 Influences of saturation ratio of supplemental dietary fat on digestion and milk
1658 yield in dairy cows. Journal of Dairy Science. 83:1505.
- 1659 Bassi, M. S.; Ladeira, M. M.; Chizzotti, M. L.; Chizzotti, F. H. M.; Oliveira, D. M.;
1660 Machado Neto, O. R.; Carvalho, J. R. R.; Nogueira Neto, A. A. 2012. Grãos
1661 de oleaginosas na alimentação de novilhos zebuínos: consumo,
1662 digestibilidade e desempenho. Revista Brasileira de Zootecnia, 41:353-359.
- 1663 Bullock, S. L.; Hewitt, D. G.; Stanko, R. L.; Dowd, M. K.; Rutledge, J. and Draeger
1664 D. A. 2010. Plasma gossypol dynamics in white-tailed deer: Implications for
1665 whole cottonseed as a supplemental feed. Small Ruminant Research93:165–
1666 170.
- 1667 Bürger, P. J.; Pereira, J. C.; Queiroz, A. C.; Silva, J. F. C.; Valadares Filho, S. C.;
1668 Cecon, P. R. and Casali, A. D. P., 2000. Comportamento ingestivo em
1669 bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de
1670 concentrado. Revista Brasileira de Zootecnia 29:236-242.
- 1671 Cooper, S. M. and N. Owen-Smith. 1985. Condensed tannins deter feeding by
1672 browsing ungulates in a South African savanna. Oecologia 67:142–146.
- 1673 Costa, Q. P. B.; Wechsler, F. S.; Costa, D. P. B.; Polizel Neto, A.; Roça, R. O.;
1674 Brito, T. P. 2011. Desempenho e características da carcaça de bovinos
1675 alimentados com dietas com caroço de algodão. Arquivo Brasileiro de
1676 Medicina Veterinária e Zootecnia, 63:729-735.

- 1677 Detmann, E.; Souza, M.A.; Valadares Filho, S.C.; Queiroz, A.C.; Berchielli, T.T.;
1678 Saliba, E.O.S.; Cabral, L.S.; Pina, D.S.; Ladeira, M.M.; Azevedo, J.A.G. 2012.
1679 Métodos para análise de alimentos / editores Edenio Detmann... [et al.]. -
1680 Visconde do Rio Branco, MG: Suprema.
- 1681 Dhiman, T.R.; Satter, L.D.; Pariza, M.W. Galli, M. P.; Albright, K.; Tolosa, M. X.
1682 2000. Conjugated linoleic acid (CLA) content of milk from cows offered diets
1683 rich in linoleic and linolenic acid. Journal of Dairy Science, 83:1016-1027.
- 1684 Drackley, J. K. and Elliott, J. P. 1993. Milk composition, ruminal characteristics,
1685 and nutrient utilization in dairy cows fed partially hydrogenated tallow. Journal
1686 of Dairy Science 76:183-196
- 1687 Elliott, J. P.; Drackley, J. K.; Schauff, D. J. and Jaster, E. H. 1993. Diets containing
1688 high oil corn and tallow for dairy cows during early lactation. Journal of Dairy
1689 Science 76:775-789.
- 1690 Fenner, H. 1965. Method for determining total volatile bases in rumen fluid by
1691 steam distillation. Journal of Dairy Science 48:249–251.
- 1692 Geron, L. J. V.; Machado-Trautmann, R. J.; Moura, C.; Marques, F. M.; Souza,
1693 O. M. and Paula, E. J. H. 2013. Caju, canola, cevada, cupuaçu e seus resíduos
1694 utilizados na nutrição de ruminantes. PUBVET 7:art.1549.
- 1695 Ítavo, L.C.V.; Valadares Filho, S.C.; Silva, F.F.; Valadares, R.F.D.; Paulino, M.F.;
1696 Ítavo, C.C.B.F.; Moraes, E.H.B.K. 2002. Comparação de indicadores e
1697 metodologia de coleta para estimativas de produção fecal e fluxo de digesta
1698 em bovinos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.31, Suple. p.1833-1839.
- 1699 Jenkins, T. C.; Wallace, R. J.; Moate, P. J.; Mosley, E.E. 2008. Recent advances
1700 in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial
1701 ecosystem. Journal of Animal Science, 86:397-412.

- 1702 Kozloski, G.V. 2011. Bioquímica dos Ruminantes. 3.ed. Santa Maria.
- 1703 Landau, S.; Perevolotsky, A.; Bonfil, D.; Barkai, D. and Silanikove, N. 2000.
- 1704 Utilization of low quality resources by small ruminants in Mediterranean agro-
- 1705 pastoral systems: The case of browse and aftermath cereal stubble. Livestock
- 1706 Production Science 64:39-49.
- 1707 Lin, H.; Boyslon, T.D.; Chang, M. J. Survey of the conjugated linoleic acid
- 1708 contents of dairy products. Journal of Dairy Science. v. 78, p. 2358-2365, 1995.
- 1709 Machado, F. S., Pereira, L. G. R., Guimarães Júnior, R.; Lopes, F. C. F.; Chaves,
- 1710 A. V.; Campos, M. M.; Morenz, M. J. Emissões de metano na pecuária:
- 1711 conceitos, métodos de avaliação e estratégias de mitigação. Juiz de Fora:
- 1712 Embrapa Gado de Leite, 2011. 92 p.
- 1713 Manso, T.; Castro, T.; Mantecón, A. R.; Jimeno, V. 2006. Effect of palm oil and
- 1714 calcium soaps of palm oil fatty acids in fattening diets on digestibility,
- 1715 performance and chemical body composition of lambs. Animal Feed Science
- 1716 and Technology, 127:175-186.
- 1717 Mehrez, A. Z.; Orskov, E. R. e McDonald, I. 1977. Rates of rumen fermentation
- 1718 in relation to ammonia concentration. British Journal Nutrition, 38:437-443.
- 1719 Mertens, D. R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral
- 1720 detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative
- 1721 study. Journal of AOAC International, 85:1217-1240.
- 1722 National Research Council – NRC. 2001. Nutrient requirements of dairy cattle.
- 1723 7 Edition. Washington, D. C.
- 1724 National Research Council – NRC, 1996. Nutrient requirements of dairy cattle. 6.
- 1725 ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences.

- 1726 Nestel, P. J.; Poyser, A.; Hood, R. L.; Mills, S. C.; Willis, M. R.; Cook, L. J., and
1727 Scott, T. W. 1978. The effect of dietary fat supplements on cholesterol
1728 metabolism in ruminants. *Journal of Lipid Research*. 19:899-909.
- 1729 Oliveira, D. M.; Ladeira, M. M.; Chizzotti, M. L.; Machado Neto, O. R.; Ramos, E.
1730 M.; Gonçalves, T. M.; Bassi, M. S.; Lanna, D. P. D.; Ribeiro, J. S. 2011. Fatty
1731 acid profile and qualitative characteristics of meat from Zebu steers fed with
1732 different oilseeds. *Journal of Animal Science*, 89:2546-2555.
- 1733 Oliveira, R. L.; Bagaldo, A. R.; Ladeira, M. M.; Barbosa, M. A. A. F.; Oliveira, R.
1734 L. D. e Jaeger, S. M. P. L. 2009. Fontes de lipídios na dieta de búfalas
1735 lactantes: consumo, digestibilidade e N-uréico plasmático. *Revista Brasileira*
1736 *de Zootecnia* 38:553-559.
- 1737 Rennó, F. P.; Cônsolo, N. R. B.; Barletta, R. V.; Ventureli, B.; Gardinal, R.; Takiya,
1738 C. S.; Gandra, J. R.; Pereira, A. S. C. 2015. Grão de soja cru e inteiro na
1739 alimentação de bovinos: Excreção de grão de soja nas fezes. *Archivos de*
1740 *Zootecnia*, 64:331-338.
- 1741 Risco, C. A.; Chase Jr, C. C. 1997. *Gossypol. Handbook of plant and fungal*
1742 *toxicants*. CRS Press, Boca Raton, FL, 87-98.
- 1743 Risco, C. A.; Chenoweth, P. J.; Larsen, R. E.; Velez, J.; Shaw, N.; Tran, T. and
1744 Chase Jr. C. C. 1993. The effect of gossypol in cottonseed meal on
1745 performance on hematological and semen traits in postpubertal brahman bulls.
1746 *Theriogenology* 40:629–642.
- 1747 Robertson, J. B. and Van Soest, P. J. 1985. *Analysis of forages and fibrous foods*
1748 *- a laboratory manual for animal science*. Ithaca.

- 1749 Rogers, G. M.; Poore, M. H. and Paschal, J. C. 2002. Feeding cotton products to
1750 cattle. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*, v. 18, p. 267-
1751 294.
- 1752 Salles, M. S. V.; Leme, P. R.; Zanetti, M. A.; Aferri, G. Efeitos do caroço de
1753 algodão e dos sais de cálcio de ácidos graxos nos parâmetros ruminais de
1754 bovinos alimentados com dietas com alto nível de concentrado. In: Reunião
1755 anual da sociedade brasileira de zootecnia, 40., 2003, Santa Maria.
1756 Anais...Santa Maria: Sociedade Brasileira de Zootecnia.
- 1757 Satter, L. D. e Roffler, R. E. 1979. Nitrogen requirement and utilization in dairy
1758 cattle. *Journal of Dairy Science*, 58:1212-1237.
- 1759 Smith, W.A. Fats for lactating dairy cows. In: Congress of the south african
1760 society of animal production, 29., Stellenbosch, Animal production.
1761 Stellenbosch: University of Stellenbosh, 1990. p.1-10.
- 1762 Tadele, Y. 2015. Important anti-nutritional substances and inherent toxicants of
1763 feeds. *Food Science and Quality Management* 36:40-47.
- 1764 Van Nevel, C. J.; Demeyer, D. I. Manipulation of ruminal fermentation. In:
1765 Hobson, P. N. The ruminal microbial ecosystem. Essex: elsevier, 1988. p. 387-
1766 443.
- 1767 Van Soest, P.J. 1994. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. Ithaca: Cornell
1768 University Ithaca.
- 1769 Welch, J. G. e Hooper, A. P. 1988. Ingestion of feed and water. In: CHURCH,
1770 D.C. (Ed.). The ruminant animal: digestive physiology and nutrition.
1771 Englewood Cliffs:Reston. p.108-116.
- 1772 West, J. W. and Hill, G. M. 1990. Effect of a protected fat product on productivity
1773 of lactating Holstein and Jersey cows. *Journal of Dairy Science* 73:3200-3207.

- 1774 Yamamoto, S. M.; Macedo, F. A. F.; Zundt, M.; Mexia, A. A.; Sakaguti, E. S.;
1775 Rocha, G. B. I.; Regaconi, K. C. T.; Macedo, R. M. G. 2005. Fontes de óleo
1776 vegetal na dieta de cordeiros em confinamento. Revista Brasileira de
1777 Zootecnia, 34:703-710.

1778

Tabelas e Figuras

1779 Tabela 1 – Ingredientes e participação nas dietas experimentais

Ingredientes	Dietas (g/kg de MS)				
	Padrão	Algodão	Canola	Girassol	Soja
Silagem de milho	400	400	400	400	400
Caroço de Algodão	-	350	-	-	-
Grão de Canola	-	-	187	-	-
Grão de Girassol	-	-	-	132	-
Grão Soja	-	-	-	-	245
Milho moído	383	170	288	290	305
Farelo de soja	167	30	75	128	-
Amireia	20	20	20	20	20
Núcleo mineral ¹	30	30	30	30	30

1780 ¹Níveis de garantia: Na: 100 g/kg; P: 88 g/kg; Ca: 188 g/kg; S: 22 g/kg; Mg: 8000 mg/kg; Zn: 3000 mg/kg; Cu: 1000 mg/kg; Co: 80 mg/kg; I: 60 mg/kg; Se: 20 mg/kg; F: 880
 1781 mg/kg

1782 Tabela 2 – Composição químico-bromatológica dos concentrados, grãos de oleaginosas e dietas experimentais

Volumoso	MS ¹	MO ²	PB ³	CNF ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	EE ⁷
Silagem de milho	252.2	935.6	71.5	211.8	629.7	425.9	22.6
Concentrados							
Padrão	882	966	253	490	226	56	32
Algodão	887	827	268	464	15	43	24
Canola	885	899	246	460	216	52	28
Girassol	884	909	273	454	199	55	29
Soja	885	938	189	593	176	35	26
Grãos							
Algodão	857	958	250	31	471	369	205
Canola	903	957	251	40	380	332	285
Girassol	919	969	142	146	484	339	197
Soja	891	946	388	30	333	207	194
Dietas							
Padrão	492	956	191	341	389	209	35
Algodão	488	920	175	173	497	317	74
Canola	496	931	180	256	422	238	73
Girassol	495	930	180	244	434	226	72
Soja	493	944	200	301	375	211	68

1783 ¹MS=Matéria seca (g/kg de MN); ²Matéria Orgânica (g/kg de MS); ³Proteína bruta (g/kg de MS); ⁴Carboidratos não fibrosos (g/kg de MS);1784 ⁵Fibra em detergente neutro (g/kg de MS); ⁶Fibra em detergente ácido (g/kg de MS); ⁷Extrato etéreo (g/kg de MS).

1785 Tabela 3 - Consumo de nutrientes, digestibilidade aparente e comportamento ingestivo de novilhos de corte em função dos tratamentos experimentais.

	Dietas experimentais					EPM	P*
	Padrão	Algodão	Canola	Girassol	Soja		
Consumo de nutrientes (kg/dia)							
Matéria seca	9.5 a	6.6 b	6.6 b	8.6 a	9.0 a	1.22	0.0004
Matéria orgânica	9.1 a	6.1 b	6.2 b	8.0 a	8.5 a	1.13	0.0002
Proteína bruta	1.8 a	1.1 b	1.2 b	1.5 a	1.8 a	0.23	0.0001
Carboidratos não fibrosos	3.5 a	1.4 e	2.0 d	2.3 c	2.9 b	0.34	0.0001
Fibra em detergente neutro	3.7 a	3.3 ab	2.7 b	3.7 a	3.3 ab	0.55	0.0386
Fibra em detergente ácido	2.0	2.1	1.6	1.9	1.9	0.30	0.0743
Extrato etéreo	0.33 b	0.42 b	0.43 b	0.62 a	0.61 a	0.10	0.0001
Digestibilidade aparente (g/kg)							
Matéria seca	783.0	638.2	673.0	748.0	711.6	114.7	0.3177
Matéria orgânica	804.9	671.0	713.0	765.2	750.5	105.1	0.3486
Proteína bruta	822.1	754.2	764.4	858.4	838.0	91.3	0.3129
Carboidratos não fibrosos	918.2	848.7	897.1	882.2	830.0	82.5	0.4614
Fibra em detergente neutro	670.9	518.8	560.6	665.8	541.4	156.2	0.4050
Fibra em detergente ácido	594.1	474.5	484.9	577.3	487.7	179.2	0.7304
Extrato etéreo	813.2	693.8	771.0	767.6	622.7	101.3	0.0554
Nutrientes digestíveis totais	815.2	670.6	750.2	801.9	734.4	106.3	0.2460
Atividades comportamentais							
Alimentação (min/dia)	204	237	232	229	247	46.5	0.5896
Ruminação (min/dia)	292 bc	361 ab	250 c	406 a	362 ab	72.2	0.0078
Ócio (min/dia)	949 a	947 b	963 a	809 b	835 b	74.2	0.0031
Eficiência de alimentação (g MS/hora)	1894	1417	1416	1763	1545	562.8	0.4979
Eficiência de ruminação (g MS/hora)	1301	922	1381	980	1012	345.4	0.1051
Eficiência de ruminação (g FDN/hora)	640 ab	471 b	701 a	506 b	528 b	133.8	0.0317
Tempo de mastigação total (hora/dia)	8 b	10 a	8 b	11 a	10 a	1.2	0.0031
Número de bolos por dia	338	421	326	492	403	99.6	0.0504
Número de mastigações merícicas por dia	15291 bc	20088 ab	12961 c	22127 a	19361 ab	4928.4	0.0229

1786 *Médias seguidas por letra minúscula distintas, diferem entre si pelo teste Duncan ($P < 0,05$); EPM = Erro padrão da média

1787 Tabela 4 –Variáveis ruminais (pH e N-NH₃) de novilhos de corte em função dos tratamentos experimentais.

Hora	Dietas experimentais					EMP	P*
	Padrão ¹	Algodão ²	Canola ³	Girassol ⁴	Soja ⁵		
pH ruminal							
0	6.8	7.0	6.9	7.0	6.8	0.07	0.8408
2	6.5	6.7	6.7	6.6	6.7	0.07	0.8545
4	6.3	6.3	6.4	6.3	6.2	0.07	0.9502
6	6.4	6.1	6.4	6.3	6.1	0.09	0.7042
8	5.8	6.2	6.4	6.0	6.1	0.06	0.0684
10	6.2	6.4	6.6	6.2	6.2	0.08	0.5348
12	6.3	6.5	6.6	6.2	6.3	0.08	0.6156
P	0.2729	0.0001	0.0247	0.0157	0.0024		
N-amoniaca (N-NH ₃) (mg/100 mL)							
0	19.1	16.8	14.6	19.6	25.0	1.34	0.1224
2	37.3	31.9	22.2	27.1	28.3	2.09	0.1721
4	28.0	22.6	19.8	21.6	22.5	1.81	0.6018
6	21.6	18.0	17.0	23.5	22.6	1.24	0.3067
8	21.9	17.2	16.1	22.2	20.1	1.35	0.4296
10	17.6	16.2	12.4	18.0	18.6	1.26	0.4641
12	15.2	16.6	11.5	17.7	20.7	1.32	0.2189
P	<0.0001	<0.0001	<0.0001	0.0131	0.0099		

1788 *Médias seguidas por letra minúscula distintas na mesma linha, diferem entre si pelo teste Duncan (P<0,05); EPM = Erro padrão da média.

1789 ¹Y pH padrão = 6,35238;1790 ¹Y N-NH₃ padrão = 169196 + 35,5888*t^{0.5} – 23,8269*t + 3,92669*t^{1.5} (R²= 0,66)1791 ²Y pH algodão = 7,02063 – 0,229464*t + 0,0158234*t² (R²= 0,95);1792 ²Y N-NH₃ algodão = 19,2684 + 36,9988*t^{0.5} – 22,7080*t + 3,40162*t^{1.5} (R² = 0,73)1793 ³Y pH canola = 6,87540 – 0,124702*t + 0,0086056*t² (R²= 0,87);1794 ³Y N-NH₃ canola = 14,6053 + 13,9392*t^{0.5} – 7,44577*t + 0,911208*t^{1.5} (R²= 0,91)1795 ⁴Y pH girassol = 6,94127 – 0,186607*t + 0,0106647*t² (R²= 0,93);1796 ⁴Y N-NH₃ girassol = 19,7480 + 10,8732*t^{0.5} – 5,60323*t + 0,661363*t^{1.5} (R²= 0,67)1797 ⁵Y pH soja = 6,88135 – 0,191071*t + 0,0121032*t² (R²= 0,92) ;1798 ⁵Y N-NH₃ soja = 25,0590 + 12,2915*t^{0.5} – 9,73926*t + 1,67461*t^{1.5} (R² = 0,85)

1799 Tabela 5 – Parâmetros sanguíneos de novilhos de corte em função dos tratamentos experimentais.

	Dietas experimentais					Valores de referência ¹	EPM*	P
	Padrão	Algodão	Canola	Girassol	Soja			
Proteína total (g/L)	67.4	68.4	62.9	62.6	67.9	66-75	10.29	0.7689
Albumina (g/L)	31.5	33.2	29.2	30.6	31.5	27-38	3.52	0.4144
Creatinina (mg/dL)	1.0	1.3	1.3	1.1	1.2	1-2	0.28	0.6824
Colesterol (mg/dL)	111.8 b	152.7 a	137.1 a	146.9 a	138.2 a	80-120	18.89	0.0111
Glicose (mg/dL)	83.3	78.9	77.4	77.9	78.8	45-75	9.24	0.8213
Ureia (mg/dL)	37.8 b	40.3 b	37.3 b	40.0 b	50.7 a	23-58	7.05	0.0193
Triglicerídeos (mg/dL)	17.7	26.9	20.3	20.0	15.0	0-14	6.86	0.0734
Alanina aminotransferase (U/L)	15.3	15.5	13.5	15.6	14.7	0-38	2.67	0.6433
Fosfatase alcalina (U/L)	108.6	112.3	169.9	116.7	108.0	0-196	56.45	0.2935
Aspartato aminotransferase (U/L)	73.5	79.2	52.4	63.6	63.6	0-132	25.76	0.4454
Gama glutamiltransferase (U/L)	14.2	19.1	14.6	14.3	15.9	0-39	5.06	0.4213

1800 Médias seguidas por letra minúscula distintas, diferem entre si pelo teste Duncan ($P < 0,05$); *EPM = Erro padrão da média1801 ¹Kaneko et al. (1997)

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A dieta contendo caroço de algodão apresentou menor potencial de uso nas avaliações *in vitro*, visto que apresentou menores coeficientes de digestibilidade *in vitro* e menor produção cumulativa *in vitro* de gases. Já as demais dietas com oleaginosas, apresentaram de modo geral, resultados *in vitro* semelhantes aos da dieta padrão, indicando potencial de utilização.

O consumo é influenciado por dietas com elevado teor de extrato etéreo contendo caroço de algodão e canola, sendo que os bovinos que consumiram estas dietas apresentaram menor consumo em relação dos demais tratamentos e a dieta padrão. A digestibilidade dos nutrientes e as variáveis ruminais não sofrem efeito da dieta, porém há aumento nas concentrações de colesterol no soro dos novilhos alimentados dietas com elevado teor de EE contendo grãos de oleaginosas. Dietas com elevado teor de EE contendo grãos de oleaginosas aumentaram os níveis de colesterol séricos, demonstrando maior potencial de deposição de ácidos graxos em bovinos confinados.

A utilização de grãos de girassol e soja em dietas com elevado teor de EE para bovinos confinados proporcionaram resultados semelhantes ou melhores quando comparados aos da dieta padrão. Desta forma, caracterizam-se como uma alternativa potencial para melhorar o desempenho produtivo de animais alimentados com tais dietas, devendo-se realizar estudos complementares visando confirmar estas hipóteses.

As dietas contendo caroço de algodão e grãos de canola acarretaram em redução do consumo de MS. A dieta contendo caroço de algodão apresentou ainda menores coeficientes de digestibilidade *in vitro*. Assim, não sendo recomendadas para dietas com elevado teor de EE.

1826 **Agradecimentos**

1827 À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do
1828 Estado de Mato Grosso do Sul pela concessão de bolsa de estudos ao discente Marcus
1829 Vinicius Garcia Niwa do programa de Pós-Graduação em Ciência Animal –
1830 FAMEZ/UFMS, permitindo dedicação exclusiva ao projeto.

1831 À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do
1832 Estado de Mato Grosso do Sul pelo financiamento do projeto “Uso de ácidos graxos poli-
1833 insaturados provenientes de sementes de oleaginosas na nutrição de bovinos” através da
1834 Chamada FUNDECT N° 11/2014 – UNIVERSAL-MS