

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS
GIROLANDO SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES
NÍVEIS DE SEMENTE DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum*)

Acadêmico: Marcio Gregório Rojas dos Santos

AQUIDAUANA-MS

MARÇO/2016

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MATO GROSSO DO SUL
UNIDADE UNIVERSITÁRIA DE AQUIDAUANA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE DE VACAS
GIROLANDO SUPLEMENTADAS COM DIFERENTES NÍVEIS
DE SEMENTE DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum*)

Acadêmico: Marcio Gregório Rojas dos Santos
Orientador: Marcus Vinicius Moraes de Oliveira

“Dissertação apresentada ao programa de Pós-graduação em Zootecnia, área de concentração em Produção Animal no Cerrado-Pantanal, da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, como exigência para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia.”

AQUIDAUANA-MS

MARÇO/2016

AGRADECIMENTOS

À Deus, por dar confiança, fé e força nesses dois anos longe de casa para enfrentar obstáculos e tarefas encontrados pelo caminho.

À Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, unidade de Aquidauana, aos funcionários e professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia que tiveram contribuição no meu processo de formação profissional.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Marcus Vinicius Moraes de Oliveira, pelo acompanhamento em todas as etapas do curso, e incentivo para a continuação pela busca do conhecimento.

Aos amigos que ajudaram na coleta de dados durante os meses da execução do experimento, tanto no Setor de Bovinocultura Leiteira, como no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul. E também aos amigos que pude compartilhar culturas e vivências muito proveitosas, muito obrigado Felipe Neves, Romel Junior, Mariana Souza, Enrique Gabriel...

Aos meus amigos Leilane Oliveira, Débora Serrão e Vanessa Oliveira que desde a graduação estiveram sempre ao meu lado e ajudando dentro do possível.

Aos companheiros das turmas de 2013, 2014 e 2015, pelo auxílio desde o primeiro dia no processo de seleção, às horas de estudos, às discussões para a realização do Workshop da Pós-Graduação em Ciência Animal de Mato Grosso do Sul, até a Representação Discente no Colegiado.

Aos familiares que confiaram em mim, em especial à minha mãe Margareth Rojas do Nascimento e meu irmão Marco Gregório Rojas dos Santos que se resumem em saudade, afinal 2.400 km não é fácil de suportar, à minha avó Rosa Rojas do Nascimento que sempre acreditou que eu pudesse realizar meus sonhos.

A todos que de alguma forma me ajudaram durante esses 24 meses, foram dias de alegria, conhecimento, saudade, trabalho, comemorações, enfim, de muito aprendizado.

A todos, meu muito obrigado!!!

Sumário

RESUMO.....	5
ABSTRACT	6
CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS	1
1. Introdução	1
2. OBJETIVOS.....	2
2.1. Objetivo Geral	2
2.2. Objetivos específicos	2
3. REVISÃO DE LITERATURA	2
3.1. Lipídios na dieta de vacas em lactação	2
3.2. Metabolismo de lipídios em ruminantes	3
3.3. Semente de linhaça na dieta de vacas em lactação	5
3.4. Consumo e digestibilidade da semente de linhaça	6
3.5. Produção de leite de vacas alimentadas com linhaça	7
3.6. Efeito da alteração física da semente de linhaça	8
3.7. Composição do leite de vacas suplementadas com linhaça	10
4. Referências Bibliográficas.....	13
CAPÍTULO 2 – DESEMPENHO DE VACAS GIROLANDO SUPLEMENTADAS COM SEMENTE DE LINHAÇA.....	19
1. Introdução	22
2. MATERIAL E MÉTODOS	23
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
4. Conclusão	37
5. Referência Bibliográfica.....	37

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho de vacas Girolando ($3/4$ Holandês x $1/4$ Gir), mantidas em sistema de pastoreio em capim-mombaça (*Panicum maximum*) suplementadas com semente de linhaça (*Linum usitatissimum*). O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul / Unidade de Aquidauana. Para tanto 6 vacas em lactação foram distribuídas num delineamento experimental de Quadrado Latino. Os tratamentos utilizados foram: CT- Controle (sem inclusão de semente de linhaça); 200L- 200 gramas de semente de linhaça; 400L- 400 gramas de semente de linhaça; 600L- 600 gramas de semente de linhaça; 800L- 800 gramas de semente de linhaça e 1000L- 1.000 gramas de semente de linhaça. Os animais foram alimentados com ração concentrada, em função da produção de leite, fornecidas em duas partes iguais, logo após a ordenha da manhã e da tarde. Neste trabalho a suplementação com semente de linhaça não influenciou no consumo, na digestibilidade dos alimentos e na perda de nitrogênio urinário. A produção de leite, com média de 15,43 kg/dia, bem como os teores de gordura (3,60%) proteína (3,73%) e lactose (6,06%) também não foram alterados significativamente ($P>0,05$) com a inclusão da linhaça na dieta das vacas.

Palavras-chave: pastoreio, desempenho, característica físico-química

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate the performance of Girolando cows (3/4 Dutch x 1/4 Gir), kept in pasture system in mombaça grass (*Panicum maximum*) supplemented with linseed (*Linum usitatissimum*). The experiment was carried out in the Sector of Bovinocultura of the State University of Mato Grosso do Sul / Unit of Aquidauana. For this purpose 6 lactating cows were distributed in an experimental design of Quadrado Latino. The treatments used were: CT- Control (without inclusion of flaxseed); 200L- 200 grams of flax seed; 400L - 400 grams of flax seed; 600L- 600 grams of flax seed; 800L- 800 grams of flaxseed and 1000L- 1,000 grams of flaxseed. The animals were fed with concentrated ration, according to the milk production, supplied in two equal parts, soon after the milking of the morning and the afternoon. In this work, flaxseed supplementation did not influence consumption, digestibility of food and loss of urinary nitrogen. The milk production, with a mean of 15.43 kg / day, as well as the levels of fat (3.60%) protein (3.73%) and lactose (6.06%) were also not significantly altered ($P > 0.05$) with the inclusion of flaxseed in the cows diet.

Keywords: Herding, performance, physical-chemical characteristics

CAPÍTULO 1 – CONSIDERAÇÕES GERAIS

1. Introdução

A adição de lipídios na dieta de vacas lactantes apresenta vantagem, principalmente por proporcionar aumento do nível energético da dieta ingerida e, conseqüentemente, melhorar a produção de leite. Esta maior densidade energética é de fundamental importância, principalmente na fase inicial da lactação, onde a vaca tem seu consumo reduzido pelo pós-parto, com diminuição de até 30% na ingestão de alimentos (NRC, 1989).

Os lipídios são uma alternativa para modificar a composição e características físico-químicas do leite, principalmente a porcentagem de proteína (SNIFFEN et al., 1992). Além disso, quando fornecidos na forma livre, formam uma barreira física sobre as partículas do alimento, dificultando a colonização da microbiota ruminal, com conseqüente alteração nos produtos microbianos.

Segundo Chalupa et al., (1986) os lipídios das sementes de oleaginosas tem elevado teor de ácidos graxos insaturados. Assim, quando fornecidos na forma de óleos, apresentam certa toxicidade às bactérias celulolíticas, reduzindo a proporção acetato:propionato, com supressão do ácido acético, principal precursor da gordura no leite.

A dieta dos ruminantes é composta por aproximadamente 3% de lipídeos, de forma a diminuir os efeitos deletérios dos ácidos graxos aos microrganismos, e conseqüentemente sobre a fermentação ruminal (BYERS e SCHELLING, 1989). No entanto, quando as sementes de oleaginosas são fornecidas na forma integral, podem reduzir os efeitos negativos que incidem sobre a fermentação, em conseqüência do menor contato dos ácidos graxos com os microrganismos ruminais.

A semente de linhaça de acordo com sua composição, possui cerca de 27% de proteína bruta e 31% de gordura (DANESH et al., 2012) tornando-a uma excelente fonte proteica e energética para vacas em lactação.

Para ruminantes criados em regiões de clima tropical, o uso de sementes oleaginosas ainda é interessante por reduzir o incremento calórico, com o aumento da densidade energética da dieta, auxiliando no processo de

aclimação (PAULA et al., 2012). Além de diminuir distúrbios metabólicos, geralmente causados por dietas contendo elevados níveis de amido.

Tendo em vista tais fatores, faz-se necessário pesquisas que avaliem dietas com a capacidade de minimizar o estresse causado pelo calor, e que melhorem as características físico-químicas do leite sem afetar negativamente a produção de leite.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o desempenho de vacas Girolando ($3/4$ Holandês x $1/4$ Gir), mantidas em sistema de pastoreio em capim Mombaça (*Panicum maximum*) suplementadas com sementes de linhaça.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar a produção e composição do leite;
- Avaliar a digestibilidade da dieta;
- Analisar os parâmetros sanguíneos e urinários.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. Lipídios na dieta de vacas em lactação

A utilização de lipídios na dieta de ruminantes de maneira geral tem por escopo aumentar a densidade energética da dieta (SCHINGOETHE & CASPER, 1991). As suplementações lipídicas na forma de óleos, com limite de até 6% da matéria seca da dieta, promovem pouca influência no consumo dos animais. No entanto, frequentemente é observada diminuição na digestibilidade dos carboidratos estruturais, e mudança na relação de ácidos graxos de cadeia curta no rúmen (acético, propiônico e butírico), podendo este último variar, principalmente em função da maneira que a suplementação lipídica é efetuada, ou seja, na forma protegida ou livre.

A adição de lipídios na dieta de ruminantes, na forma de sementes oleaginosas integrais (naturalmente protegidas), possui efeito menos negativo sobre o consumo e digestibilidade, devido à lenta liberação do óleo da semente, do que se uma quantidade parecida for fornecida na forma livre, (KENNELLY, 1996). Os efeitos deletérios dos óleos são causados por diversos motivos, como a formação de uma barreira física que impede os microrganismos de degradarem os componentes fibrosos da dieta; e a própria susceptibilidade das bactérias gram-positivas, com consequente modificação da microbiota ruminal e no processo fermentativo.

Jenkins, (1993) corrobora também a atenuação dos efeitos negativos dos lipídios, por meio da utilização de sementes oleaginosas inteiras, tendo em vista que estas não interferem no processo de biohidrogenação dos demais ácidos graxos da dieta. De acordo com Jenkins & Jenny, (1989) após a hidrólise dos ácidos graxos insaturados, acontece a saturação dos ácidos graxos, através da hidrogenação das duplas ligações.

A digestão microbiana ruminal de sementes oleaginosas inteiras em vacas leiteiras recebendo feno de alfafa, silagem de milho e ração concentrada composta por milho grão, trigo e farelo de soja, com a substituição do concentrado por caroço de algodão (2,5 kg/dia), soja tostada (2,0 kg/dia) e semente de girassol (1,3 kg/dia), apresenta baixa degradabilidade da matéria seca e da fibra em detergente ácido do caroço de algodão e da semente de girassol com 8,4 e 8,3%, respectivamente (PALMQUIST, 1991).

De acordo com GOES et al., (2011) os grãos de milho, colza (*Brassica napus*), canola (*Brassica campestris*), caroço de algodão e semente de linhaça apresentam uma degradabilidade efetiva da proteína bruta de 10,23, 14,47, 27,36, 32,15 e 32,44%.

3.2. Metabolismo de lipídios em ruminantes

Os ruminantes recebem os lipídios na dieta, principalmente na forma esterificada em mono e diglicerídeos, encontrados nas forragens, e nos alimentos concentrados na forma de triglicerídeos (VAN SOEST, 1994). As forrageiras possuem pequena quantidade de lipídios (3 a 6%, na matéria seca) e as sementes de oleaginosas apresentam de 18 a 50% (MILINSK, 2007).

As modificações químicas nos lipídios ocorrem no ambiente ruminal, alterando a composição e o perfil dos ácidos graxos (FRANCO, 2007). No rúmen, ocorrem dois processos importantes para a degradação lipídica, a lipólise e a biohidrogenação, os dois realizados pela microbiota ruminal (VAN SOEST, 1994).

A lipólise é definida como a quebra das ligações éster encontradas nos lipídios dos alimentos da dieta seguida pela biohidrogenação de ácidos graxos insaturados (AGI), a qual diminui o número de duplas ligações de AGI das fontes de gordura (JEKINS, 1993).

Os ácidos graxos de cadeia curta (AGCC), também chamados de ácidos graxos voláteis (AGV) são produzidos em grandes quantidades pelos ruminantes e possuindo cadeias de um a sete átomos de carbono, sendo os principais o acético, o propiônico e o butírico (BERGMAN, 1990).

A biohidrogenação consiste no processo de quebra das duplas ligações por enzimas microbianas (lipólise) e consequente adição de hidrogênio (SULLIVAN et al., 2004); e tem a função de proteger os microrganismos ruminais dos efeitos deletérios dos ácidos graxos insaturados. Desta forma, a inclusão de altas quantidades de lipídios na dieta (acima de 7,0% da matéria seca) pode afetar a digestibilidade da fibra e o desempenho do animal (JENKINS, 1993).

Após a quebra, os ácidos graxos poli-insaturados ficam disponíveis aos microrganismos para que ocorra a biohidrogenação, iniciando pela isomerização das ligações *cis*-12 dos ácidos linoléico e linolênico para a ligação *trans*-11, que quando resultando do ácido linolênico, forma AG *cis*-9, *trans*-11, ou ácido linoleico conjugado (CLA). Em seguida, a dupla ligação *cis*-9 é hydrogenada, produzindo C18:1 *trans*-11 e C18:2 *trans*-11, *cis*-15 para os ácidos linoleico e linolênico, respectivamente. O C18:2 *trans*-11, *cis*-15 sofre uma hydrogenação na dupla ligação *cis*-15, produzindo também C18:1 *trans*-11, o qual é também é hydrogenado na C18:1 *trans*-11, dando origem ao ácido esteárico, C18:0 (PENNINGTON & DAVIS, 1975). Ressalta-se que esse processo de biohidrogenação não é completo, havendo assim uma elevada proporção de ácido linoleico conjugado, bem como de seus isômeros.

Aproximadamente 10% dos ácidos graxos poli-insaturados escapam da biohidrogenação ruminal, chegando ao duodeno, basicamente, pequenas

quantidades de ácidos graxos poli-insaturados, ácidos graxos saturados, e lipídios microbianos. Essa pequena quantidade parece ser suficiente para atender às exigências dos ruminantes, pois os mesmos parecem não apresentar deficiências desses ácidos graxos (CAVALIERI et al., 2005). Todavia, é notória a importância dos ácidos graxos insaturados nas membranas das células, sendo os mesmos responsáveis por manter sua estrutura, fluidez e função.

Segundo Oliveira et al., (2004) de forma a reduzir a biohidrogenação e, aumentar a quantidade de ácidos graxos poli-insaturados que chegam ao intestino delgado é necessário fornecer dietas ricas nestes ácidos, mas também, que sejam capazes de elevar o pH ruminal.

As principais bactérias responsáveis pela biohidrogenação são as celulolíticas, por serem as mais afetadas pela suplementação com gordura e pela diminuição do pH (PALMQUIST & JENKINS, 1980). Quando a fibra é substituída por carboidratos de rápida degradação na dieta, ocorre redução nas taxas de lipólise e biohidrogenação, confirmando a hipótese da ação dos microrganismos celulolíticos sobre o processo de biohidrogenação (HARFOOT & HAZLEWOOD, 1997)

Os ácidos graxos poli-insaturados podem ser oferecidos na dieta com o uso de sementes de oleaginosas como soja, canola, girassol e linhaça. Essas sementes apresentam grande interesse por possuírem altas concentrações de lipídios e taxa de liberação desejáveis de óleo, que ocorre quando o animal faz a quebra do alimento pela mastigação (COPPOCK & WILKS, 1991).

3.3. Semente de linhaça na dieta de vacas em lactação

A semente de linhaça contém aproximadamente 40% de proteína bruta (PB) e 30% de fibra em detergente neutro (FDN), transformando-a numa excelente fonte de energia e proteína para ser adicionada na dieta de vacas em lactação (PETIT, 2003). A linhaça é muito rica em ácido linoleico (C18:2), sendo este um importante ácido graxo secretado pela glândula mamária e em humanos está associado ao combate aos radicais livres (MODESTO, 2002; SLOTS et al., 2009); e ainda como um agente anticarcinogênico, antiaterogênico, antidiabético e melhorador da resposta imune (PARIZA et al., 1999; LOCK & BAUMAN, 2003).

Como principal fator anti-nutricional, a semente de linhaça apresenta o glicosídeo cianogênico, que na hidrólise enzimática libera o ácido cianídrico (FENG et al., 2003). A concentração de ácido cianídrico variou entre 365 e 550mg em 10 cultivares de linhaça no Canadá (OOMAH et al., 1992). Em bovinos, a dose letal oral de ácido cianídrico é de 2mg/kg/Peso Corpóreo, equivalendo a 1,3g para um animal com peso corporal de 650kg (CONN, 1979). Vacas leiteiras recebendo 10% de semente de linhaça na dieta, não apresentaram qualquer problema metabólico com os animais, sendo pouco provável que dietas com menos de 10% da oleaginosa traga efeitos negativos ou leve o animal a óbito (BRIMER et al., 1983)

Ainda não há estudos consistentes sobre a excreção do ácido cianídrico no leite (TABEKA et al., 1982). Todavia, levando-se em consideração que o nível letal de ácido cianídrico para humanos é de 0,5 a 3,5mg/kg de peso corpóreo (SEAWRIGHT, 1995) não é provável que o consumo de leite de vacas alimentadas com semente de linhaça tenha nenhum efeito tóxico.

3.4. Consumo e digestibilidade da semente de linhaça

Estudos vêm sendo realizados para determinar o consumo de linhaça. Segundo Petit e Benchaar, (2007) o fornecimento de 10 e 12% de semente de linhaça, na matéria seca, na dieta de vacas em lactação não influencia no consumo de matéria seca no período pré-parto, mas aumenta o consumo de matéria seca no pós-parto. Por outro lado, Petit (2002) e Secchiari et al., (2003) verificaram que o fornecimento de 15% de semente de linhaça não influenciou o consumo de matéria seca de vacas lactantes.

A suplementação de vacas leiteiras no início da lactação com dietas contendo 12% de semente de linhaça aumentou a digestibilidade da proteína bruta e do extrato etéreo, com diminuição da digestibilidade da fibra em detergente ácido (da SILVA et al., 2007). O fornecimento de 10% de semente de linhaça para vacas primíparas em lactação causa aumento na digestibilidade do extrato etéreo, sem haver alteração na digestibilidade da matéria seca e da fibra em detergente neutro (OBA et al. 2009).

A digestibilidade da fibra está associada aos processamentos físicos que a semente de linhaça sofre, como a moagem, que facilita o acesso dos microrganismos ruminais às partículas do suplemento fornecido. De acordo

com Gonthier et al., (2004) a digestibilidade da fibra em detergente neutro e da matéria seca, foi maior com a adição de 12,6% de linhaça moída em relação a dieta basal. Para Doreau et al., (2009a) o efeito da semente de linhaça é dependente da quantidade fornecida, devido à alteração na taxa de passagem e baixa ingestão de matéria seca.

A maioria dos experimentos realizados com a avaliação do efeito da semente de linhaça sobre o consumo e digestibilidade da ração de vacas leiteiras são de curto prazo, sendo avaliadas as fases inicial, média e final da lactação. Vacas leiteiras da 20^a até a 30^a semanas de lactação recebendo suplementação lipídica apresentam maior consumo de matéria seca do que aqueles que não receberam linhaça na dieta (GOODRIDGE et al., 2001; PETIT et al., 2002a; SECCHIARI et al., 2003; SOITA et al., 2003; e GONTHIER et al., 2005).

O tratamento de sementes de oleaginosas pode afetar a disponibilidade do suplemento no rúmen, alterando a digestibilidade dos nutrientes e também o consumo. O tratamento com formaldeído tem esta finalidade. Nesse contexto, o fornecimento de semente de linhaça tratada com 10% de formaldeído não alterou o consumo de matéria seca da semente de linhaça fornecida a vacas no início da lactação (GOODRIDGE et al. 2001). PETIT et al., (2002a) ao tratar semente de linhaça com 50% de formaldeído também não observaram efeito sobre o consumo de matéria seca de vacas na fase inicial da lactação.

Tratamentos térmicos também são utilizados com a finalidade de proteger as sementes das oleaginosas dos efeitos da degradação ruminal (MUSTAFA et al., 2002), e desta forma aumentar o nível de digestão pós-ruminal. Todavia, tratamentos como a micronização (moagem ultrafina) e extrusão (aquecimento) não surtiram efeito no consumo de matéria seca de vacas leiteiras no início da lactação quando suplementadas com 12% de semente de linhaça, e quando comparadas ao tratamento sem linhaça (GONTHIER et al., 2005). De maneira similar, a alimentação de vacas leiteiras em lactação com semente de linhaça micronizada a 1%, resultou em resultados semelhantes no consumo de matéria seca quando comparadas com a dieta sem linhaça (SOITA et al., 2003).

3.5. Produção de leite de vacas alimentadas com linhaça

Os efeitos causados pela suplementação com semente de linhaça na produção de leite de vacas leiteiras no início da lactação parecem ser neutros (PETIT et al., 2004). Segundo Petit, (2002) a suplementação com 10,4% de semente de linhaça, na matéria seca da dieta, resultou numa produção média de 35,7 kg/leite/dia nas primeiras 16 semanas de lactação, sendo esta produção semelhante a de vacas alimentadas com 11,7 e 18,4% de semente de soja. Para Soita et al., (2003) a suplementação com 1% de semente de linhaça para vacas no final da lactação, não causou efeito na produção de leite quando comparadas ao tratamento sem adição da semente de linhaça.

Vacas recebendo 5; 10 e 15% de semente de linhaça, com produção média de 26,9kg/leite/dia também não apresentaram alteração na produção de leite (KENNELLY & KHORASANI 1992). Resultados semelhantes foram encontrados em vacas leiteiras no meio (PETIT e GAGNON 2009; PETIT et al., 2009) e final da lactação (MARTIN et al., 2008) alimentadas com até 15% de semente de linhaça na dieta. Scchiari et al., (2003) ao suplementarem vacas leiteiras com 1,8% de semente de linhaça, na matéria seca, também não observaram diferenças na produção de leite.

Por outro lado, vacas leiteiras no início da lactação alimentadas com 9,6% de semente de linhaça inteira, apresentaram diminuição de 8,1% na produção de leite quando comparadas àquelas do tratamento controle (KENNELLY & KHORASANI, 1992). Já Petit et al., (2004) verificaram que a suplementação com 9,7% de semente de linhaça resultou num aumento de 29% na produção de leite em vacas no início da lactação, quando comparadas à dieta sem a adição de semente de linhaça.

Segundo Petit et al., (2005) o teor de proteína bruta da linhaça inteira pode ser um fator importante na produção de leite, já que as vacas recebendo semente de linhaça tendem a ter maior produção do que àquelas que não receberam o suplemento, 24,9 e 20,3kg/leite/dia, respectivamente, podendo ser resultado dos efeitos positivos da proteína sobre a digestibilidade e consumo de ração.

3.6. Efeito da alteração física da semente de linhaça

A alteração física da linhaça, antes da alimentação animal tem efeito positivo sobre a produção de leite, causada pelo aumento da disponibilidade de partículas do suplemento aos microrganismos ruminais. Assim, vacas lactantes recebendo 10% de semente de linhaça moída tiveram aumento de 6,5% na produção, quando comparadas ao grupo que recebeu a semente inteira (DA SILVA et al., 2007). No entanto, com os níveis mais baixos de semente de linhaça moída (1 ou 1,4kg, representando 5,1 e 7,5% da matéria seca da dieta, respectivamente), em comparação com o tratamento controle (sem linhaça) não tiveram nenhum efeito sobre a produção de leite, em vacas no terço médio da lactação (COLLOMB et al., 2004). De maneira similar, também não foi observada mudança na produção de leite de vacas no terço final da lactação alimentadas com 12,5% de semente de linhaça moída (GONTHIER et al., 2005).

A micronização é um tratamento térmico a seco, que aquece os alimentos em torno de 110 a 115°C, sendo utilizada em grãos de cereais e sementes oleaginosas (PETIT et al., 1999). O processo de micronização da semente de linhaça, diminui a degradabilidade ruminal entre 14 e 21%, porém aumenta a digestibilidade a nível intestinal (MUSTAFA et al., 2002). Todavia, embora o tratamento de calor seja eficaz para a melhoria do aporte de aminoácidos pós-intestinal, o fornecimento de linhaça micronizada tem efeito semelhante na produção de leite quando comparada com as sementes *in natura* (GONTHIER et al., (2004).

O calor tem como objeto diminuir a degradabilidade ruminal da proteína, mas a resposta ao tratamento térmico é variável (MIR et al., 1984) podendo muitas vezes, se excessivo, resultar em diminuição da digestibilidade total da dieta (PLAISANCE et al., 1997). No tratamento com o calor, a proteína oriunda de sementes oleaginosas é envolta por partículas de gordura, mantendo-a parcialmente protegida da degradação ruminal (KHORASANI et al., 1992). No entanto, esse tratamento não surtiu efeito sobre a biohidrogenação dos ácidos graxos da semente de linhaça (PETIT et al., 2002b) e não afetou a quantidade de aminoácidos pós-ruminal (MUSTAFA et al., 2003).

A extrusão também é um tratamento térmico utilizado para a proteção da proteína da degradação microbiana ruminal. A extrusão de sementes oleaginosas tende reduzir a degradação da proteína no rúmen e aumentar a produção de leite (GRUMPELT e INGALLS, 1984). Todavia, em sementes de

linhaça a extrusão não é eficaz no aumento da oferta pós-ruminal de aminoácidos (MUSTAFA et al., 2003), aumentando a proteína no rúmen, porém reduzindo a digestibilidade da mesma, em vacas em lactação (GONTHIER et al., 2004). Vacas leiteiras no meio da lactação, quando alimentadas com 12,6% de semente de linhaça extrusada, na matéria seca, e comparadas ao tratamento controle (sem linhaça) obtiveram redução de 0,4% na produção de leite (MARTIN et al., 2008). No entanto, o efeito do tratamento por extrusão para os parâmetros de degradabilidade ruminal do nutriente pode variar de acordo com a temperatura e a taxa de passagem do alimento, podendo modificar a resposta do animal à dieta de linhaça extrusada.

3.7. Composição do leite de vacas suplementadas com linhaça

De maneira geral a suplementação de vacas leiteiras com semente de linhaça não surte nenhum efeito na porcentagem de gordura do leite. Nesse contexto, a suplementação de vacas, com 10,4% de semente de linhaça no início da lactação (PETIT, 2002), e com 1,8% de linhaça no final da lactação (SECCHIARI et al., 2003) não promoveu efeito no teor de gordura do leite quando comparado com vacas alimentadas com o tratamento controle, sem linhaça.

A suplementação para vacas no início da lactação, em níveis de 5 a 15% (KENNELLY & KHORASANI, 1992) e 11,1% (PETIT et al., 2009) de inclusão de linhaça, na matéria seca, também não promoveu efeito sobre a porcentagem de gordura no leite. Em contrapartida, vacas no terço médio da lactação, alimentadas com dietas de níveis de 5, 10 e 15% de semente de linhaça inteira, apresentaram concentração de gordura no leite superior às vacas que receberam a dieta sem suplemento (PETIT & GAGNON, 2009).

Geralmente, o processamento físico da linhaça também não tem efeito sobre a concentração de gordura no leite. No entanto o fornecimento de 12% de semente de linhaça moída para vacas no início da lactação, tendeu a diminuir a concentração de gordura no leite, podendo ser pela maior liberação de óleo no rúmen, causado pela trituração (SILVA et al., 2007).

O efeito do tratamento com formaldeído não teve nenhum efeito na produção e porcentagem de gordura do leite de vacas alimentadas com semente de linhaça quando os dados foram comparados com os animais da dieta controle (COLLOMB et al., 2004). Assim como animais alimentados com

semente de linhaça tratada com formaldeído, em níveis de 2,4 ou 4,7% na matéria seca, não teve efeito na concentração de gordura do leite em comparação com a dieta controle sem linhaça (GOODRIDGE et al., 2001).

Normalmente, os óleos protegidos contra a biohidrogenação ruminal, aumentam a produção de gordura no leite (ASHES et al., 1992). Assim, a alimentação com óleo de linhaça diminui o teor de gordura no leite, isto porque ocorre o menor consumo de matéria seca e consequente diminuição da digestibilidade da fibra dos alimentos (MARTIN et al., 2008). Além disso, a quantidade elevada de ácidos graxos trans, principalmente ácido linoleico, no rúmen, quando as vacas são alimentadas com óleos na forma livre, causa diminuição na concentração de gordura no leite.

Contudo, a proteção natural da semente de linhaça inteira contra a biohidrogenação não promove nenhum efeito sobre a produção de gordura no leite (PETIT et al., 2002a). Em geral, as reduções nos teores estão relacionadas com a elevação de ácidos graxos insaturados.

Por outro lado, o tratamento térmico da linhaça resultou em efeitos sobre a concentração de gordura do leite. Vacas recebendo 10% de semente de linhaça micronizada e 10% de linhaça crua, tiveram elevação no teor de gordura no leite em comparação com o tratamento controle, sem semente de linhaça (SOITA et al., 2003). Todavia, o processo de extrusão da semente de linhaça, fornecida ao nível de 14,8%, para vacas leiteiras no final da lactação, promoveu uma redução no teor de gordura no leite de 4,11 para 3,53% (MARTIN et al., 2008). A extrusão aumenta a taxa de liberação de óleo da semente, disponibilizando assim ácidos graxos para os microrganismos ruminais, resultando na diminuição na concentração de gordura no leite (CHILLIARD et al., 2009).

A porcentagem de proteína no leite parece ser afetada pela suplementação com semente de linhaça (KENNELLY & KHORASANI, 1992; SOITA et al., 2003). Todavia, o fornecimento de dietas contendo 7 a 12,4% de semente de linhaça para vacas no início da lactação não teve efeito sobre a concentração de proteína do leite quando comparada com a dieta controle (PETIT et al., 2004). O fornecimento de dietas com 11,8% de semente de linhaça para vacas entre a 20^a e 30^a semana de lactação, contendo 16 ou 18%

de proteína bruta, não é verificado efeito na concentração de proteína do leite em comparação com os animais não suplementados (PETIT et al., 2005).

Todavia, houve aumento de 2,98% para 3,81% na concentração de proteína no leite de vacas em lactação alimentadas com 10% de semente de linhaça (PETIT, 2002). Vacas no meio da lactação foram alimentadas com dietas de 1% (SOITA et al., 2003) e 11,4% (PETIT & BENCHAAAR, 2007) de semente de linhaça, com base da matéria seca, e foram observadas modificações nos teores de proteína do leite quando comparados com os animais recebendo a dieta controle. Segundo Kennelly & Khorasani, (1992) níveis de 5 a 15% de semente de linhaça, tem efeito na diminuição de 3,21 para 3,13% no teor de proteína no leite. Corroborando, Gonthier et al., (2004a) verificaram que a alimentação de vacas leiteiras no final da lactação com 12,5 e 12,7% de semente de linhaça, reduziu o fluxo de proteína bruta microbiana para o duodeno, diminuindo a síntese de proteína no leite.

Essas diferenças no teor de proteína para cada estágio de lactação das vacas são provavelmente moderadas pelas respostas dos animais à gordura suplementar adicionada à dieta. O efeito da suplementação com gordura depende da fonte de ácidos graxos fornecida aos animais (SCHINGOETHE et al., 1996). A concentração de proteína no leite é frequentemente associada com a suplementação de gordura, tendo efeito positivo sobre a produção de leite (KENNELLY, 1996).

O processamento da linhaça teve pouco efeito sobre a concentração de proteína no leite. Vacas alimentadas com semente inteira ou moída, em 10% da matéria seca da dieta, apresentaram valor de proteína do leite semelhantes (OBA et al., 2009). Os tratamentos de micronização e extrusão da semente de linhaça não surtiu nenhum efeito na concentração de proteína do leite de vacas em lactação quando alimentadas com 10% de linhaça, na matéria seca (SOITA et al., 2003; GONTHIER et al., 2005; MARTIN et al., 2008).

Todavia, a proteína do leite apresentou mudança significativa quando as vacas no final da lactação receberam semente de linhaça tratada com formaldeído, em 17% na matéria seca, apresentando aumento de 4,7% de proteína (PETIT et al., 2001), sugerindo que os animais tiveram melhor aproveitamento do nitrogênio da dieta suplementar. Segundo Crawford & Hoover, (1984) o aumento da concentração de proteína no leite de vacas

alimentadas com semente de linhaça tratada com formaldeído em comparação com a semente não tratada, está relacionado com o desvio da utilização da proteína devido ao tratamento.

O efeito da linhaça sobre a concentração de lactose do leite ainda não é claro. Nesse sentido, o fornecimento de dietas com semente de linhaça de 7 a 15% na matéria seca, para vacas leiteiras no início da lactação (KHORASANI & KENNELLY, 1992) e no final da lactação (SECCHIARI et al., 2003) não teve efeito sobre a produção de lactose, quando comparado com as vacas alimentadas sem linhaça. Em contraste, a porcentagem de lactose diminuiu quando foram utilizadas dietas com 11,8% de linhaça para vacas no meio da lactação (PETIT et al., 2005), embora não tenha havido efeito quando foi fornecido linhaça micronizada (PETIT, 2002). A concentração de lactose também não é afetada pelo processamento físico da semente de linhaça quando vacas no início da lactação receberam dietas com 7 a 10% de semente de linhaça moída (COLLOMB et al., 2004).

4. Referências Bibliográficas (conferir se todos os autores estão citados no texto)

ASHES, J.R.; VINCENT W. P. S.; GULATI, S.K.; SCOTT, T.W.; BROWN, G.H.; BLAKELYEL, S. Manipulation of the fatty acid composition of milk by feeding protected canola seeds. **Journal Dairy Science**, v.75, n.4, p.1090-1096, 1992.

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**, Bethesda, v.70, n.2, p.567-590, 1990.

BRIMER, L.; BROEGGER, C.,S.; MOELGAARD, P.; NARTEY, F. Determination of cyanogenic compounds by thin-layer chromatography. 1. A densitometric method for quantification of cyanogenic glucosides, employing enzyme preparations (beta-glucuronidase) from *Helix pomatia* and picrate-impregnated ion-exchange sheets. **Journal Agriculture Food Chemical**, v.31, n.4, p.789-793, 1983.

BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. Lipids in ruminant nutrition. In: CHURCH, D.C. **The Ruminant Animal: Digestive Physiology and nutrition**. New Jersey: A Reston Book, p.298-312, 1989.

CAVALIERI, F.B.; SANTOS, G.T.; MATSUSHITA, M.; PETIT, H.V.; RIGOLON, L.P.; SILVA, D. Milk production and milk composition of dairy cows fed Lac100® or whole flaxseed. **Canadian Journal of Animal Science**, v.85, n.3, p.413-6, 2005.

CHALUPA, W.; VECCIARELLI, B.; ELSE, E.; RICKABAUGH, B.; KRONFELD, D.; SKLAN, S.D. Ruminal fermentation "in vitro" of long chain fatty acids. **Journal Dairy Science**, v.69, n.5, p.1293-1303, 1986.

CHILLIARD, Y.; MARTIN, C.; RUEL, J.; DOREAU, M. Milk fatty acids in dairy cows fed whole crude linseed, extruded linseed, or linseed oil, and their relationship with methane output. **Journal Dairy Science**, v.92, n.10, p.5199-5211, 2009.

COLLOMB, M.; SOLLBERGER, H.; BUTIKOFER, U.; SIEBER, R.; STOLL, W.; SCHAEFER, W. Impact of a basal diet of hay and fodder beet supplemented with rapeseed, linseed and sunflower seed on the fatty acid composition of milk fat. **International Dairy Journal**, v.14, n.6, p.549-559, 2004.

CONN, E.E. Cyanide and cyanogenic glycosides. In: ROSENTHAL, G.A.; JANZEN, D.H. **Herbivores: Their Interaction with Secondary Plant Metabolites**. Academic Press, p.387-412, 1979.

COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: Effects on intake, digestion, milk yield, and composition. **Journal of Animal Science**, v. 69, n.9, p.3826-3837, 1991.

COWAN, R.T.; REID, G.W.; GREENHALGH, J.F.D.; TAIT, C.A.G. Effects of feeding level in late pregnancy and dietary protein concentration during early lactation on food intake, milk yield, live-weight change and nitrogen balance of cows. **Journal Dairy Research**, v.48, n.2, p.201-212, 1981.

CRAWFORD, R.J.; HOOVER, W.H. Effects of particle size and formaldehyde treatment of soybean meal on milk production and composition for dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.67, n.9, p.1945-1952, 1984.

CROS, P.; MONCOULON, R.; BAYOURTHE, C.; VERNAY, M. Effect of extrusion on ruminal and intestinal disappearance of amino acids in white lupin seed. **Canadian Journal Animal Science**, v.72, n.1, p.89-96, 1992.

DA SILVA, D.C.; SANTOS, G.T. D.; BRANCO, A.F.; DAMASCENO, J.C.; KAZAMA, R.; MATSUSHITA, M.; HORST, J.A.; DOS SANTOS, W.B.R.; PETIT, H.V. Milk production and composition, intake, digestion, blood composition, and fatty acid profile of milk of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Journal Dairy Science**, v.90, n.1, p.2928-2936, 2007.

DOREAU, M.; AUROUSSEAU, E.; MARTIN, C. Effects of linseed lipids fed as rolled seeds, extruded seeds or oil on organic matter and crude protein digestion in cows. **Animal Feed Science Technology**, v.150, n.3, p.187-196, 2009.

EIFERT, E.D.C.; LANA, R.D.P.; LANNA, D.P.D.; LEOPOLDINO, W.M.; ARCURI, P.B.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.D.C. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.219-228, 2006.

FENG, D.; SHEN, Y.; CHAVEZ, E.R. Effectiveness of different processing methods in reducing hydrogen cyanide content of flaxseed. **Journal Science Food Agriculture**, v.83, n.8, p.836-841, 2003.

FRANCO, G.L.; DAVY, F.C.A. Interação entre nutrição e reprodução em vacas de corte. In: OLIVEIRA, R.L.; BARBOSA, M.A.A. **Bovinocultura de Corte: Desafios e Tecnologias**. EDUFBA, Salvador/BA, Cap.2, p.82-112, 2007.

FUNSTON, R.N. Fat supplementation and reproduction in beef females. **Journal of Animal Science**, v.82, n.13, p.154-161, 2004.

GOES, R.H.T.B.; SOUZA, K.A.; NOGUEIRA, K.A.G.N.; PEREIRA, D.F.; OLIVEIRA, E.R.; BRABES, K.C.S., Degradabilidade ruminal da matéria seca e proteína bruta, tempo de colonização microbiana de oleaginosa, utilizadas na alimentação de ovinos. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.33, n.4, p.373-378, 2011.

GONTHIER, C.; MUSTAFA, A.F.; BERTHIAUME, R.; PETIT, H.V.; MARTINEAU, R.; OUELLET, D.R. Effects of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.87, n.6, p.1854-1863, 2004.

GONTHIER, C.; MUSTAFA, A.F.; OUELLET, D.R.; BERTHIAUME, R.; PETIT, H.V. Feeding micronized and extruded flaxseed to dairy cows: Effects on blood parameters and milk fatty acid composition. **Journal Dairy Science**, v.88, n.4, p.748-756, 2005.

GOODRIDGE, J.; INGALLS, J.R.; CROW, G.H. Transfer of omega-3 linolenic acid and linoleic acid to milk fat from flaxseed or Linola protected with formaldehyde. **Canadian Journal Animal Science**, v.81, n.4, p.525-532, 2001.

HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N.E.T.; STUART, C.S. **The Rumen Microbial Ecosystem**. Blackie Academic, p.382-426, 1997.

GRUMPELT, B.; INGALLS, J.R. The utilization of extruded or whole full-fat canola seed by dairy-cows in early lactation. in: **Canadian Journal of Animal Science**. Suite 907 151 Slater st, Ottawa on k1p 5h4, Canadian: Agriculture Institute Canada, 1984. p.1082-1082 (CONFERIR)

JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, n.12, p.3851-3863, 1993.

JENKIS, T.C.; JENNY, B.F. Effect of hydrogenated fat on feed intake, nutrient digestion, and lactation performance of dairy cow. **Journal Dairy Science**, v.72, n.9, p.2316-2324, 1989.

KENNELLY, J.J. The fatty acid composition of milk as influenced by feeding oilseeds. **Animal Feed Science Technology**, v.60, n.3, p.137-152, 1996.

KENNELLY, J.J.; KHORASANI, R.G. Influence of flaxseed feeding on the fatty acid composition of cow's milk. **Proceedings of the 54th Flax Institute Conference J. F. Carter**, North Dakota State University, Fargo, ND., p.99-105, 1992.

KHORASANI, R.G.; KENNELLY, J.J. Influence of flaxseed on the nutritional quality of milk. **Proceedings of the 55th Flax Institute Conference J. F. Carter**, North Dakota State University, Fargo, ND., p.127-134, 1994.

LOCK A.L.; BAUMAN D.E. Dairy Products and Milk Fatty Acids as Functional Food Components. **Proceedings of the Cornell Nutrition Conference**, p.159-173, 2003.

MADISON, A.R.J.; SCHINGOETHE, D.J.; BROUK, M.J.; BAER, R.J.; LENTSCH M.R. Response of lactating cows to supplemental unsaturated fat and niacin. **Journal Dairy Science**, v.80, n.7, p.1329-1338, 1997.

MARTIN, C.; ROUEL, J.; JOUANY, J.P.; DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Methane output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed, extruded linseed, or linseed oil. **Journal Animal Science**, v.86, n.10, p.2642-2650, 2008.

MCDONALD, I.W.; SCOTT, T.W. Foods of ruminant origin with elevated content of polyunsaturated fatty acids. **World Revision Nutrient Dietary**, v.26, n.1, p.144-207, 1977.

MESGARAN, M.D.; JAFARI, J.R.; MESGARAN, D.S. Milk production, milk fatty acid composition, and blood biochemical parameters of Holstein dairy cows fed whole or ground flaxseed instead of extruded soybeans in the first half of lactation. **Iranian Journal of Veterinary Research**, v.13, n.3, 203-209. 2012.

MILINSK, M.C. **Análise comparativa entre oito métodos de esterificação na determinação quantitativa de ácidos graxos em óleo vegetal**. Tese (Doutorado em Ciências) – Pós-Graduação em Química, Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR, p.92, 2007.

MIR, Z.; MACLEOD, G.K.; BUCHANAN-SMITH, J.G.; GRIEVE, D.G.; GROVUM, W.L. Methods for protecting soybean and canola proteins from degradation in the rumen. **Canadian Journal Animal Science**, v.64, n.4, p.853-865, 1984.

MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. Efeitos nutricionais e metabólicos de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados para ruminantes e os benefícios para o homem. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v.5, n.1, p.119-134, 2002.

MUSTAFA, A.F.; MCKINNON, J.J.; CHRISTENSEN, D.A.; HE, T. Effects of micronization of flaxseed on nutrient disappearance in the gastrointestinal tract of steers. **Animal Feed Science Technology**, v.95, n.3, p.123-132, 2002.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient Requeriments of Dairy Cattle**. 6 ed. Washington D.C.: National Academy of Sciences. 1989. 158p.

OBA, M.; THANGAVELU, G.; DEHGHAN, B.M.; AMBROSE, D.J. Unprocessed whole flaxseed is as effective as dry-rolled at increasing linolenic acid concentration in milk of dairy cows. **Livestock Science**, v.122, n.1, p.73-76, 2009.

OLIVEIRA, S.G.; SIMAS, J.M.C.; SANTOS, F.A.P. Main aspects related to changes in the profile of fatty acids in ruminant milk fat. **Archives of Veterinary Science**, v.9, n.1, p.73-80, 2004.

ONETTI, S.G.; GRUMMER, R.R. Response of lactating cows to three supplemental fat sources as affected by forage in the diet and stage of lactation: a meta-analysis of literature. **Animal Feed Science Technology**, v.115, n.1, p.65-82, 2004.

OOMAH, B.D.; MAZZA, G.; KENASCHUK, E.O. Cyanogenic compounds in flaxseed. **Journal Agriculture Food Chemical**, v.40, n.8, p.1346-1348, 1992.

PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in lactating cows. **Journal Dairy Science**, v.74, n.4, p.1354-1360, 1991.

PALMQUIST, D.L.; JENKIS, T.C. Fat in lactation rations: Review. **Journal of Dairy Science**, v.63, n.1, p.1-14, 1980.

PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. Conjugated linoleico acid and the control of cancer and obesity. **Toxicological Science**, v.52, Suppl.1, p.107-110, 1999.

PAULA, E.F.E.; MAIA, F.P.; CHEN, R.F.F. Óleos vegetais em nutrição de ruminantes. **Revista Electronica Nutritime**, art.182, v.9, p.2075-2103, 2012.

PENNINGTON, J.A.; DAVIS, C.L. Effects of intraruminal and intra-abomasal additions of cod-liver oil in milk fat production in the cow. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.1, p.49-55, 1975.

PETIT, H.V.; TREMBLAY, G.F.; TURCOTTE, M.; AUDY, R. Degradability and digestibility of full-fat soybeans treated with different sugar and heat combinations. **Canadian Journal Animal Science**, v.79, n.2, p.213-220, 1999.

PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. **Journal Dairy Science**, v.85, n.6, p.1482-1490, 2002.

PETIT, H.V.; DEWHURST, R.J.; SCOLLAN, N.D.; PROULX, J.G.; KHALID, M.; HARESIGN, W.; TWAGIRAMUNGU, H.; MANN, G.E. Milk production and composition, ovarian function, and prostaglandin secretion of dairy cows fed omega-3 fats. **Journal Dairy Science**, v.85, n.4, p.889-899, 2002a.

PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde treated flaxseed or sunflower seed. **Journal Dairy Science**, v.86, n.8, p.2637-2646, 2003.

PETIT, H.V.; GERMIQUET, C.; LEBEL, D. Effect of feeding whole unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.87, n.11, p.3889-3898, 2004.

PETIT, H.V.; IVAN, M.; MIR, P.S. Effects of flaxseed on protein requirements and N excretion of dairy cows fed diets with two protein concentrations. **Journal Dairy Science**, v.89, n.5, p.1755-1764, 2005.

PETIT, H.V.; BENCHAAAR, C. Milk production, milk composition, blood composition, and conception rate of transition dairy cows fed different fat sources. **Canadian Journal Animal Science**, v.87, n.4, p.591-600, 2007.

PETIT, H.V.; PALIN, M.F.; DOEPEL, L. Hepatic lipid metabolism in transition dairy cows fed flaxseed. **Journal Dairy Science**, v.90, n.10, p.4780-4792, 2007a.

PETIT, H.V.; GAGNON, N.; MIR, P.; CAO, R.; CUI, S. Milk concentration of the mammalian lignan enterolactone, milk production, milk fatty acid profile, and digestibility of dairy cows fed diets containing whole flaxseed or flaxseed meal. **Journal Dairy Research**, v.76, n.3, p.257-264, 2009.

PETIT, H.V.; GAGNON, N. Concentration of the mammalian lignans enterolactone and enterodiol in milk of cows fed diets containing different concentrations of whole flaxseed. **Journal Animal Science**, v.3, n.10, p.1428-1435, 2009.

PLAISANCE, R.; PETIT, H.V.; SEOANE, J.R.; RIOUX, R. The nutritive value of canola, heat-treated canola and fish meals as protein supplements for lambs fed grass silage. **Animal Feed Science Technology**, v.68, n.1, p.139-152, 1997.

RABELLO, T.M.; VALADARES FILHO, S.D.C.; SILVA, J.F.C. Grão de soja moído na alimentação de vacas em lactação. I. Consumos, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.345-356, 1996.

SCHINGOETHE, D.J.; BROUK, M.J.; LIGHTFIELD, K.D.; BAER, R.J. Lactational responses of dairy cows fed unsaturated fat from extruded soybeans or sunflower seeds. **Journal Dairy Science**, v.79, n.7, p.1244-1249, 1996.

SCHINGOETHE, D.J.; CASPER, D.P. Total lactational response to added fat during early lactation. **Journal Dairy Science**, v.74, n.8, p.2617-2622, 1991.

SEAWRIGHT, A.A. Directly toxic effects of plant chemicals which may occur in human and animal foods. **Natural Toxins**, v.3, n.4, p.227-232, 1995.

SECCHIARI, P.; ANTONGIOVANNI, M.; MELE, M.; SERRA, A.; BUCCIONI, A., FERRUZZI, G.; PAOLETTI, F.; PETACCHI, F. Effect of kind of dietary fat on the quality of milk fat from Italian Friesian cows. **Livestock Production Science**. v.83, n.1, p.43-52, 2003.

SLOTS, T.; BUTLER, G.; LEIFERT, C.; KRISTENSEN, T.; SKIBSTED, L.H.; NIELSEN, J.H. Potential to differentiate milk composition by different feeding strategies. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.5, p.2057-2066, 2009.

SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D G, RUSSEL, J. B.A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

SOITA, H.W.; MEIER, J.A.; FEHR, M.; YU, P.; CHRISTENSEN, D.A.; MCKINNON, J.J.; MUSTAFA, A.F. Effects of flaxseed supplementation on milk production, milk fatty acid composition and nutrient utilization by lactating dairy cows. **Archives Animal Nutrition**, v.57, n.2, p.107-116, 2003.

SULLIVAN, H.M.; BERNARD, J.K.; AMOS, H.E.; JENKINS, T.C. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. **Journal of Dairy Science**, v.87, n. 3, p.665-671, 2004

TAKEBA, K.; KOKUBO, Y.; MURAKAMI, F.; MURAKAMI, H.; YAMADA, M. Cyanogenic compounds in cows milk. **Annu Republican Tokyo Metropolitan Research Laboratory of Public Health**, v.33, p.186-190, 1982.

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

VARGAS, L.H; LANA, R.D.P.; JHAM, G.N.; SANTOS, F.L.; QUEIROZ, A.C.D.; MANCIO, A.B. Adição de lipídeos na ração de vacas leiteiras: parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, Suplemento 1, p.522-529, 2002.

WU, Z.; HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk protein concentration in lactating cows: a review. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v.39, n.2, p.141-155,1994.

¹Aluno do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia - Produção Animal no Cerrado Pantanal. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana-MS, Brasil.

² Professor do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia – Produção Animal no Cerrado Pantanal. Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, Aquidauana-MS, Brasil.

RESUMO

Objetivou-se avaliar o desempenho de vacas Girolando ($3/4$ Holandês x $1/4$ Gir), mantidas em sistema de pastoreio em capim-mombaça (*Panicum maximum*) e suplementadas com semente de linhaça (*Linum usitatissimum*). O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura da Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul / Unidade de Aquidauana. Foram utilizadas 6 vacas em lactação, distribuídas num delineamento experimental em Quadrado Latino e submetidas aos tratamentos: CT- Controle (sem inclusão de linhaça); 200L- 200 gramas de linhaça; 400L- 400 gramas de linhaça; 600L- 600 gramas de linhaça; 800L- 800 gramas de linhaça e 1000L- 1.000 gramas de linhaça. Os animais também receberam diariamente ração concentrada, em função da produção de leite, fornecidas em duas partes iguais, logo após a ordenha da manhã e da tarde. A avaliação do desempenho teve duração de 84 dias, e os dados foram submetidos à análise de variância e estudos de regressão. Infere-se que a semente de linhaça não afetou a produção e nem alterou os parâmetros de composição físico-química do leite. Também não houve efeito sobre a digestibilidade dos alimentos e na perda de nitrogênio urinário.

Palavras chave: composição físico-química, leite, *Linum usitatissimum*

Performance Girolando supplemented with linseed

Abstract

44 **Keywords:**

45

46

1. Introdução

Logo após o parto, as vacas leiteiras possuem elevada demanda nutricional para a síntese do leite. Neste período, o animal apresenta fisiologicamente redução no consumo de alimentos e torna-se maior a necessidade de ingestão de nutrientes, ocasionando o clássico efeito de Balanço Energético Negativo (BEN). Uma maneira de reduzir esse déficit nutricional é por meio do fornecimento de alimentos de boa qualidade e elevada densidade energética.

Como estratégia tem-se aumentado os níveis de concentrados na dieta (SILVA et al., 2009), no entanto, esse fornecimento deve ser limitado, pois o excesso de carboidratos não estruturais afeta a fermentação ruminal, diminui o pH, causa distúrbios metabólicos, como a acidose, e promove uma redução da concentração ruminal do ácido acético, principal precursor da gordura no leite (CLEEF et al., 2009).

Os lipídios também podem ser utilizados para minimizar os efeitos do Balanço Energético Negativo, visto que possuem 2,25 vezes mais energia que os carboidratos. Todavia, seu uso também é restrito, haja vista os efeitos deletérios que os ácidos graxos causam no ambiente ruminal. Segundo Lin et al., (1995), a inclusão controlada de lipídios na ração dos ruminantes traz efeitos desejáveis como a diminuição da produção de metano, aumento da síntese microbiana, e aumento de Ácido Linoléico Conjugado (CLA) no leite, como resultado do processo de biohidrogenação realizado pelas bactérias ruminais.

A alimentação de vacas leiteiras com sementes de oleaginosas na forma integral é de grande importância, já que os ácidos graxos encontram-se naturalmente protegidos e desta forma não interferem no metabolismo

72 microbiano ruminal, sendo, portanto, os nutrientes destes alimentos digeridos e
73 aproveitados em nível intestinal.

74 Nesse contexto, a semente de linhaça se destaca, por ser um grão
75 oleaginoso que possui alta concentração de ácidos graxos poli-insaturados,
76 principalmente o Linolênico, 53,3% (Paula et al., 2012).

77 O linho (*Linum usitatissimum* L.) é uma planta de ciclo anual, da qual sua
78 semente é chamada de linhaça, apresentando a variedade dourada e marrom,
79 ambas com semelhante composição nutricional (Henrique & Pivaro, 2012). Além
80 da sua utilização na indústria têxtil, tem uso significativo na nutrição humana e
81 apresenta vantagem na alimentação de ruminantes, desde que não acarrete
82 diminuição na produção de leite e que sua aquisição não seja onerosa.

83 Assim, o objetivo deste trabalho foi verificar se diferentes níveis de inclusão
84 de semente de linhaça na dieta de vacas leiteiras da raça Girolando, influenciam
85 na produção e composição do leite.

86

87 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

88

89 O presente estudo foi conduzido no Setor de Bovinocultura Leiteira da
90 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul, no município de Aquidauana/MS,
91 região do Alto Pantanal Sul-Mato-Grossense, na posição geográfica Latitude 20°
92 28' Sul, Longitude 55° 48" Oeste e altitude de 149 metros.

93 De dezembro de 2014 a fevereiro de 2015 a produção de leite foi
94 determinada mantendo-se 6 vacas da raça Girolando ($\frac{3}{4}$ Holandês x $\frac{1}{4}$ Gir) em
95 sistema de pastoreio rotacionado em capim-mombaça (*Panicum maximum*),
96 numa área de 8 hectares subdividida em 16 piquetes de 0,5 hectares, com água

97 e sal mineral à vontade. Animais reguladores foram utilizados para auxiliar no
98 manejo da pastagem.

99 As vacas Girolando, com peso corpóreo de 628±3kg, receberam
100 diariamente, de forma individual, 2 kg de ração concentrada; sendo esta
101 quantidade aumentada de acordo com a produção de leite, numa relação de 2:1,
102 leite e ração, respectivamente. A quantidade suplementar de semente integral de
103 linhaça (*Linum usitatissimum* L.) foi disponibilizada em função dos tratamentos,
104 sendo esta fornecida misturada ao concentrado logo após a ordenha. O
105 concentrado era constituído de milho moído, farelo de soja, ureia/sulfato de
106 amônio (relação 9:1, respectivamente), calcário e sal mineral (Tabela 1).

107 As dietas (tratamentos) avaliadas foram CT- Controle (sem inclusão de
108 semente de linhaça); 200L- 200 gramas de semente de linhaça; 400L- 400 gramas
109 de semente de linhaça; 600L- 600 gramas de semente de linhaça; 800L- 800
110 gramas de semente de linhaça e 1000L- 1.000 gramas de semente de linhaça.

111

Tabela 1- Ingredientes do concentrado e composição química da linhaça.

Ração Concentrada	% na MS
Milho Moído	50,5
Farelo de Soja	46,8
Uréia	0,8
Calcário	1,4
Sal Mineral ¹	0,5
Semente de Linhaça	% na MS
Matéria Seca (MS)	93,08
Proteína Bruta (PB)	23,68
Extrato Etéreo (EE)	29,09
Fibra em Detergente Neutro (FDN)	38,81
Fibra em Detergente Ácido (FDA)	20,59
Hemicelulose (HEM)	18,22
Carboidratos Totais (CT)	40,19
Carboidratos Não Fibrosos (CNF)	1,38
Matéria Mineral (MM)	7,04

112 ¹Cálcio: 120g; Fósforo: 88 g; Sódio: 132g; Enxofre: 12 g; Cobalto: 55 mg; Cobre: 1.530 mg;
113 Cobre: 1.800 mg; Iodo: 75 mg; Manganês: 1.300 mg; Selênio: 15 mg; Zinco: 3.630 mg; Cromo:
114 10 mg; Flúor: 880 mg e Fosforilato base: 100g.

115

116 O ensaio teve início 10 dias após o parto das vacas, para que houvesse
117 ambientação dos animais ao manejo de ordenha e ao concentrado. Os animais
118 foram distribuídos aleatoriamente num Delineamento em Quadrado Latino 6x6 (6
119 animais e 6 tratamentos), sendo a linhaça fornecida ao longo do tempo, em
120 períodos de 14 dias (10 primeiros para adaptação dos animais e os 4 últimos
121 para coleta de amostras), totalizando 84 dias de experimento.

122 As vacas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia (7h00 e
123 16h00), sendo o leite depositado em tambores individuais e a pesagem efetuada
124 em balança digital. Logo após as ordenhas, as vacas foram arraçadas com as
125 dietas experimentais (ração concentrada e suplementação com linhaça), de
126 forma equitativamente parcelada, em cochos individuais.

127 Em seguida as vacas eram levadas para o pastoreio nos piquetes,
128 ressaltando-se que os mesmos foram manejados com o período de ocupação de
129 2 dias, de forma a garantir o período de descanso de 30 dias. A taxa de lotação
130 fixa por hectare foi de 1,7 UA (Unidade Animal, correspondendo a 450 kg de
131 Peso Corporal), com a utilização de animais reguladores, visando garantir a
132 disponibilidade de biomassa e manutenção da qualidade nutricional da forrageira,
133 garantindo um ótimo ponto de pastejo.

134 A determinação da biomassa do capim-mombaça no piquete foi realizada
135 pelo método de gaiola de exclusão, onde no dia da entrada dos animais foram
136 alocadas duas gaiolas de ferro, revestidas com tela de alambrado, com área de
137 4m² (2,5 x 2,0 m de largura e altura, respectivamente) e coletada rente ao solo o
138 capim do lado esquerdo da gaiola. No dia da saída dos animais do piquete foi
139 coletado o capim do lado direito adjacente da gaiola, bem como uma amostra de
140 uma área de igual tamanho do lado de fora da gaiola (resíduo do capim
141 pastejado). Após a pesagem do capim efetuou-se a separação das frações de

142 folha, colmo e material senescente. A taxa de acúmulo diário de matéria seca
143 (TAD) foi calculada de acordo com Campbell (1966), onde $TAD_j = (G_i - F_{i-1})/n$,
144 em que: TAD_j = taxa de acúmulo diário de matéria seca no período j, em kg
145 MS/ha/dia; G_i = matéria seca dentro das gaiolas no instante i, em kg MS/ha; F_{i-1}
146 = matéria seca fora das gaiolas no instante i-1, em kg MS/ha; n = número de
147 dias do período j.

148 Também foram retiradas amostras de capim, pelo método do pastejo
149 simulado de cada período experimental, com os animais sem estarem em jejum. A
150 coleta foi realizada por um período de 40 minutos, antes da ordenha matinal. Os
151 animais foram acompanhados numa distância inferior a 2 metros, para poder
152 observar o hábito de pastejo e a preferência das vacas pelos componentes
153 estruturais das forrageiras. Assim, de maneira simultânea e sincronizada com os
154 bovinos, colheu-se manualmente quatro amostras (10 minutos/amostra) de capim.

155 As amostras de capim foram armazenadas em freezers para posterior
156 determinação dos teores de matéria seca parcial (MSP), matéria seca final
157 (MSF), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em
158 detergente ácido (FDA), hemicelulose e matéria mineral (MM), determinando-se
159 assim a qualidade nutricional. Os teores de Carboidratos Totais (CT) foram
160 estimados pela equação proposta por Sniffen et al., (1992): $CT = \{100 - [PB$
161 $(\%MS) + EE (\%MS) + MM (\%MS)]\}$ e os Carboidratos Não Fibrosos (CNF) foram
162 calculados de acordo com a equação proposta por Hall (2000), onde $CNF = \{100$
163 $- [[PB (\%MS) - \%PB \text{ derivada da ureia} + \% \text{ de ureia}] + FDN (\%MS) + EE (\%MS)$
164 $+ MM (\%MS)]\}$.

165 O consumo de forragem pelos animais foi determinado indiretamente pelo
166 método de Fibra Insolúvel em Detergente Neutro (FDAi) como marcador interno,
167 segundo Craig et al., (1984). Para isso foram colocadas 0,5 g de amostra

168 (moídas em peneira de 1 mm, armazenadas em saco de polipropileno tratados
169 com acetona PA devidamente identificados) de ração, capim, semente de
170 linhaça e fezes, no rúmen de um bovino canulado por 288 horas (12 dias).
171 Decorrido este tempo, os sacos foram retirados e lavados em água corrente, em
172 seguida levados ao Laboratório de Nutrição Animal da UEMS/Aquidauana para
173 análise de FDA.

174 Nos 4 últimos dias de cada período experimental foram coletadas amostras
175 de leite, sendo estas armazenadas em recipientes plásticos esterilizados e
176 mantidos sob refrigeração (4°C) e em seguida analisados, através do método da
177 ultrassonografia os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais não
178 gordurosos, bem como a condutividade e o pH. Semanalmente foi avaliada a
179 mastite sub-clínica através do procedimento Califórnia Mastite Teste (CMT).

180 Ao final de cada período experimental, os animais foram pesados, para que
181 fosse feito o acompanhamento do peso corpóreo durante o período
182 experimental.

183 A digestibilidade aparente das dietas (pasto, ração e suplemento) foi
184 determinada pela coleta de alíquotas de 50 gramas de fezes na ampola retal,
185 nos dias 11, 12, 13 e 14 de cada período experimental, após a ordenha da
186 manhã e da tarde, de maneira alternada, formando-se uma amostra do período
187 por animal. Nestes dias também foram amostrados capim, ração concentrada e
188 semente de linhaça, e armazenadas a -20°C. Posteriormente, as amostras foram
189 secas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. Em seguida,
190 as fezes, o capim, ração e semente de linhaça foram moídas (moinho tipo
191 Willey) com peneira com crivo de abertura de 1 mm, e feitas amostras
192 compostas por animal, para cada período, para então serem determinados os
193 teores de MS, MO, PB, FDN, FDA, CT, CNF, EE, MM e NDT.

194 A produção fecal dos animais foi determinada realizando-se a coleta total
195 de fezes num período de 24 horas. Assim, no final do período experimental as
196 vacas foram mantidas no curral para facilitar a coleta das fezes. O capim foi
197 disponibilizado no cocho *ad libitum* e os alimentos concentrados fornecidos
198 conforme os respectivos tratamentos.

199 Nos dias 11, 12, 13 e 14 de cada período foram realizadas coletas de urina,
200 tipo “spot”, por micção espontânea dos animais. As mesmas foram coadas em
201 papel filtro, e diluídas em Ácido Sulfúrico (H₂SO₄) a 0,016N, numa relação de
202 10:9 e congeladas, conforme a metodologia proposta por Chizzotti et al., (2008),
203 posteriormente serão determinadas a concentração de creatinina e de uréia
204 utilizando kits comerciais Labtest® e Gold Analisa®, com leitura em
205 espectrofotômetro. O cálculo da produção urinária foi obtido através da equação:
206 Produção de urina = [(27,77 mg creatinina x Peso corpóreo)/Concentração de
207 creatinina na amostra em mg/litro], descrita por Rennó et al., (2008). Já a perda
208 de ureia na urina, expressa em g/dia, mg/kgPC e mg N-uréia/kgPC, foi estimada
209 pelas equações: 1) {[(mg/dl de uréia na amostra de urina x 10) x litros de
210 urina]/1000}; 2) [(mg/dia de ureia)/peso corpóreo]; e 3) (mg/kgPC de uréia x
211 0,466), respectivamente.

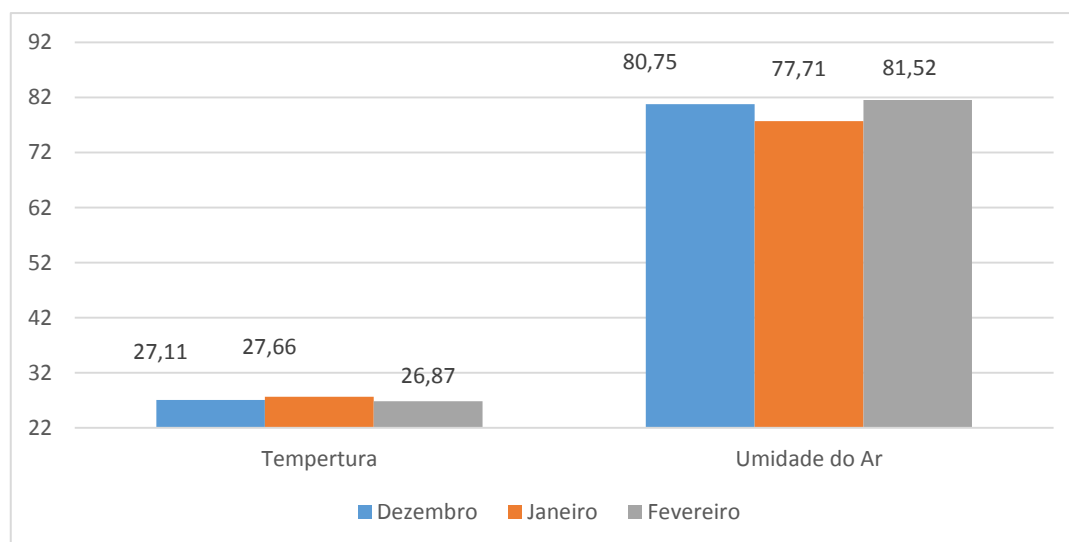
212 As coletas de sangue foram efetuadas no 11º dia de cada período
213 experimental, diretamente na veia caudal, após a ordenha matinal utilizando-se
214 tubos de vacuntainer contendo 2 gotas de heparina para impedir a coagulação
215 do sangue. As amostras foram imediatamente centrifugadas e o plasma
216 congelado para posterior análise dos teores de glicose e de uréia plasmática,
217 utilizando-se kits comerciais.

218 As condições ambientais foram monitoradas durante todo o período
219 experimental, através de leituras feitas na estação meteorológica da
220 Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul.

221 No Gráfico 1 são apresentados os índices de temperatura e umidade
222 ocorridos durante os meses de dezembro/ 2014 a fevereiro/2015, indicando que
223 a média da temperatura se manteve em 26°C com umidade do ar em torno de
224 79,93%.

225

226 Gráfico 1- Índices de temperatura e umidade do ar nos meses de dez/2014 a
227 fev/2015 no Setor de Bovinocultura Leiteira da UEMS/Aquidauana.



228

229

230 Os dados foram submetidos à análise de variância e efetuados estudos
231 de regressão linear. O modelo estatístico utilizado foi $Y_{ijk} = m + T_i + A_j + P_k + e_{ijk}$, em
232 que Y_{ijk} = observação referente ao animal, j recebendo o tratamento i no período
233 k; m = constante geral; T_i = efeito do tratamento i, i = 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ($i_1 = 0$, $i_2 =$
234 200, $i_3 = 400$, $i_4 = 600$, $i_5 = 800$ e $i_6 = 1000$ gramas de semente de linhaça); A_j =
235 influencia animal; P_k = efeito do período e e_{ijk} = erro aleatório associado a cada
236 observação. Nos estudos de regressão, foram testados os modelos linear,
237 quadrático e cúbico.

238

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

É notório que o sucesso do pastoreio é consequência da correção do solo bem como do período de descanso da forrageira, necessário para a recuperação das raízes e folhas. Nesse contexto, um adequado manejo de pastagem é fundamental para garantir que as respostas fisiológicas da planta sejam refletidas em características nutricionais desejáveis.

Neste experimento infere-se que o capim Mombaça apresentou elevado rendimento forrageiro, com produção de biomassa inicial de 4.606kg de MS/ha, uma taxa de acúmulo de forragem de 168,42kg/MS/ha/dia e resíduo após o pastejo de 2.002,1kg/MS/ha, com proporção média das frações, na matéria seca, de 55% de folha, 35% de colmo e 10% de material senescente.

A composição química do capim está apresentada na Tabela 2, onde podem ser observados os coeficientes de variação (CV) durante os meses de dezembro de 2014 a fevereiro de 2015, mantendo-se entre 10 a 20%. Indicando que o tempo de descanso e a taxa de lotação utilizada (vacas lactantes do experimento mais animais reguladores) permitiram adequada recuperação fisiológica da planta, de modo que as características nutricionais dos dosséis permaneceram similares durante todo o período experimental.

Sabe-se que o consumo dos animais está diretamente ligado à digestibilidade do alimento, as características de fermentação e a taxa de passagem, podendo ainda ser influenciado por características individuais dos animais, como produção, peso corpóreo, fase da lactação, idade, etc. Os pontos que interferem para estimar o consumo são fatores relacionados ao animal, ao alimento e às condições de alimentação. Quando se tem uma dieta com alta densidade energética, o consumo é limitado pela demanda energética.

Tabela 2- Composição química do capim-mombaça, expressa na matéria seca, com os respectivos coeficientes de variação (CV).

Nutriente	Componente	Dezembro	Janeiro	Fevereiro	CV(%)
MS	Planta Inteira	26,93	27,27	28,30	2,59
	Folha	26,38	27,93	27,45	2,91
	Colmo	19,43	17,34	19,85	7,12
	Material Senescente	52,74	53,1	58,72	6,11
PB	Planta Inteira	5,48	5,10	5,73	8,59
	Folha	6,84	6,35	7,48	11,99
	Colmo	3,57	3,31	3,17	7,20
	Material Senescente	3,07	2,99	2,99	1,64
FDN	Planta Inteira	69,32	70,43	71,00	1,66
	Folha	67,99	68,76	68,61	1,62
	Colmo	72,65	75,23	77,24	7,79
	Material Senescente	67,37	66,05	66,63	2,12
FDA	Planta Inteira	36,17	37,42	37,49	1,38
	Folha	35,42	36,45	36,27	1,13
	Colmo	40,74	40,73	40,88	2,14
	Material Senescente	26,93	33,38	34,61	9,65
HEM	Planta Inteira	32,66	32,89	32,86	0,81
	Folha	32,57	32,32	32,34	2,78
	Colmo	31,91	34,51	36,35	14,63
	Material Senescente	35,47	31,54	30,28	17,49
CT	Planta Inteira	78,60	77,49	77,09	1,42
	Folha	77,10	75,23	76,08	2,30
	Colmo	81,26	81,46	83,09	1,91
	Material Senescente	79,61	79,13	76,92	2,26
CNF	Planta Inteira	11,40	11,75	11,80	1,59
	Folha	11,21	11,44	10,12	9,51
	Colmo	11,78	11,05	10,92	3,53
	Material Senescente	15,43	15,72	15,74	0,91
EE	Planta Inteira	1,29	1,42	1,47	8,78
	Folha	1,34	1,56	1,34	16,41
	Colmo	1,28	1,28	1,30	2,48
	Material Senescente	1,06	1,05	1,06	2,77
MM	Planta Inteira	11,54	11,82	11,72	2,11
	Folha	10,65	11,39	11,39	9,64
	Colmo	12,31	12,18	12,21	1,04
	Material Senescente	14,59	13,36	14,13	6,14

266 Neste trabalho as informações acerca do consumo dos animais em função
267 dos tratamentos estão descritas na Tabela 3. Os resultados indicam que o
268 consumo de matéria seca não foi alterado em função dos níveis de inclusão de
269 semente de linhaça. Cortes et al., (2010), avaliando dietas de vacas leiteiras no

início da lactação com 4,2 e 2,3% de inclusão de semente de linhaça, também não verificaram diferenças significativas ($P>0,5$) para ingestão de matéria seca. Entretanto, Martin et al., (2015), fornecendo 5% de semente de linhaça crua verificou diminuição na ingestão de matéria seca, quando comparados ao tratamento controle (sem linhaça). Sendo este fato relacionado com a inibição que os lipídios causaram no crescimento microbiano, e por consequência na diminuição na fermentação da fibra e na taxa de passagem.

Neste ensaio, o aumento proporcional da semente de linhaça na dieta também não influenciou o consumo de proteína bruta em kg/dia, mesmo com o suplemento lipídico apresentando alto teor de proteína bruta em sua composição. Da mesma forma o consumo de FDN não apresentou diferença significativa, onde as taxas de passagem e de fermentação são normalmente mais lentas do que os outros componentes, exercendo grande influência no tempo de passagem dos componentes não-fibrosos, sendo assim considerada o componente de maior importância em estudos de ingestão de matéria seca.

285

Tabela 3- Consumos diários, na matéria seca, e eficiência alimentar (produção de leite/consumo) de acordo com os tratamentos¹.

Parâmetros ²	CT	200L	400L	600L	800L	1000L	Eq. Reg.	CV (%)
CMS-kg/dia	14,82	14,26	14,66	14,37	14,43	13,12	$\hat{Y} = \bar{X}$	4,22
CPC - %PC	2,69	2,40	2,17	2,56	2,28	2,04	$\hat{Y} = \bar{X}$	10,31
CPM /kgPC ^{0,75}	130,36	124,44	118,37	106,46	114,30	102,85	$\hat{Y} = \bar{X}$	9,03
CPB - kg/dia	2,12	2,76	2,74	2,14	2,24	2,88	$\hat{Y} = \bar{X}$	14,07
CFDN - kg/dia	5,16	5,73	5,41	5,90	5,51	5,38	$\hat{Y} = \bar{X}$	4,80
CFDA - kg/dia	2,45	2,52	2,19	2,03	2,35	2,98	$\hat{Y} = \bar{X}$	13,51
Eficiência Alimentar	1,45	1,48	1,58	1,53	1,50	1,65	$\hat{Y} = \bar{X}$	8,05

¹ CT- Controle (sem inclusão de linhaça); 200L- 200 gramas de linhaça; 400L- 400 gramas de linhaça; 600L- 600 gramas de linhaça; 800L- 800 gramas de linhaça e 1000L- 1.000 gramas de linhaça.

² Consumos de matéria seca, expresso em kg/dia (CMS), em percentagem do peso corpóreo (CPC) e em função do peso metabólico (CPM), de proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente ácido (CFDA) e eficiência alimentar.

O desempenho dos ruminantes consiste na capacidade que os mesmos têm em consumir e utilizar a proteína-energia dos nutrientes da dieta fornecida e converter em produtos, em especial leite e carne. Na Tabela 4 são apresentados

os coeficientes de digestibilidade dos nutrientes, podendo ser observado que a digestibilidade da matéria seca não apresentou alteração independente do nível de inclusão da semente de linhaça. Da mesma forma, Petit et al., (2002) quando alimentaram vacas em lactação com 10% de semente de linhaça na dieta, não foi observada alteração na digestibilidade da matéria seca. Todavia, Martin et al., (2015) trabalhando com vacas leiteiras em lactação suplementadas com 12% de linhaça inteira na dieta, observaram redução na digestibilidade da FDA.

Tabela 4- Coeficientes digestibilidade dos nutrientes, porcentagem de nutrientes digestíveis totais (NDT) e energia digestível (ED) em função dos tratamentos¹.

Parâmetros ²	CT	200L	400L	600L	800L	1000L	Eq. Regressão	CV (%)
DMS - %	76,3	77,9	78,3	79,7	82,8	83,1	$\hat{Y} = \bar{X}$	3,45
DPB - %	68,8	74,3	63,0	68,2	70,5	66,2	$\hat{Y} = \bar{X}$	5,59
DFDN - %	52,2	50,5	47,4	45,0	41,6	42,2	$\hat{Y} = \bar{X}$	13,46
DFDA - %	44,6	43,1	39,3	40,8	40,5	38,6	$\hat{Y} = \bar{X}$	15,50
DCT - %	59,9	58,5	59,1	57,4	58,3	60,1	$\hat{Y} = \bar{X}$	6,37
DCNF - %	87,1	84,1	85,5	88,3	85,8	86,9	$\hat{Y} = \bar{X}$	14,85
DEE - %	70,9	76,6	74,4	72,9	66,0	63,5	$\hat{Y} = \bar{X}$	11,19
DMM - %	30,3	31,6	32,0	31,9	32,6	33,8	$\hat{Y} = \bar{X}$	3,60
NDT - %	62,4	60,7	61,5	59,3	60,1	62,3	$\hat{Y} = \bar{X}$	13,87
ED - kcal/gMS ³	2,75	2,68	2,71	2,61	2,65	2,74	$\hat{Y} = \bar{X}$	13,88

¹ CT- Controle (sem inclusão de linhaça); 200L- 200 gramas de linhaça; 400L- 400 gramas de linhaça; 600L- 600 gramas de linhaça; 800L- 800 gramas de linhaça e 1000L- 1.000 gramas de linhaça.

² Digestibilidade da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN), fibra em detergente ácido (DFDA), carboidratos totais (DCHOT), carboidratos não fibrosos (DCNF), extrato etéreo (DEE) e matéria mineral (DMM).

³ ED: (%NDT/100) * 4,409, segundo NRC (2001).

Martin et al., (2015) fornecendo 5,7% de semente de linhaça para vacas em lactação, encontrou efeito de redução na digestibilidade da FDN. Diferente de Gonthier et al., (2004) quando forneceu 3,5% de semente de linhaça extrusada às vacas em lactação, chegando a resultados de aumento na digestibilidade da fibra. Os carboidratos totais (CT) atuam como principal fonte de energia para os ruminantes. Neste ensaio, não houve alteração na digestibilidade dos CT e CNF (Tabela 4), indicando que os mesmos não foram

305 alterados pela suplementação lipídica fornecida, causado pela proteção natural
306 da semente de linhaça.

307 Na Tabela 5 estão apresentados os dados de produção e qualidade
308 físico-química do leite, em função dos tratamentos fornecidos aos animais.
309 Infere-se que não foram observadas alterações na produção de leite total ou
310 corrigida para 4% de gordura, com a inclusão da linhaça. O mesmo foi
311 observado por Douglas et al., (2005) quando forneceu 6,5% de semente de
312 linhaça para vacas até os 105 dias da lactação.

313

Tabela 5- Produção e qualidade do leite em função dos tratamentos¹.

Parâmetros	CT	200L	400L	600L	800L	1000L	Eq. Regressão	CV (%)
Produção Leite - kg	18,58	18,11	18,97	18,97	18,60	18,37	$\hat{Y} = \bar{X}$	1,81
PLCG - kg ²	17,53	17,08	17,75	17,12	17,62	17,16	$\hat{Y} = \bar{X}$	1,67
Proteína %	3,75	3,75	3,71	3,73	3,70	3,77	$\hat{Y} = \bar{X}$	0,71
Gordura %	3,64	3,62	3,57	3,61	3,63	3,56	$\hat{Y} = \bar{X}$	0,91
Lactose %	6,22	6,31	5,91	5,83	6,09	6,00	$\hat{Y} = \bar{X}$	3,03
SNG % ³	10,87	11,05	10,28	10,07	10,63	10,87	$\hat{Y} = \bar{X}$	3,59
pH	6,49	6,45	6,35	6,41	6,42	6,40	$\hat{Y} = \bar{X}$	0,74
Condutividade	5,54	5,42	5,36	5,44	5,68	5,60	$\hat{Y} = \bar{X}$	2,20

¹ CT- Controle (sem inclusão de linhaça); 200L- 200 gramas de linhaça; 400L- 400 gramas de linhaça; 600L- 600 gramas de linhaça; 800L- 800 gramas de linhaça e 1000L- 1.000 gramas de linhaça.

² PLCG = Produção de Leite Corrigida para 4% de Gordura, segundo NRC (2001), onde: Produção = [(0,4 x kg leite) + (15 x (% gordura/100)x kg de leite)]

³ SNG = sólidos não gordurosos

314

315 A utilização de fontes de lipídios na forma protegida, onde ocorre a
316 liberação de forma gradual de nutrientes, diminui os efeitos negativos do óleo
317 sobre a produção de leite (COPPOCK & WILKS, 1991). Segundo Rabello et al.,
318 (1995) recomenda-se que a porcentagem de utilização de lipídios na dieta dos
319 ruminantes seja de 5 e 6% da matéria seca.

320 Os microrganismos ruminais são afetados pelos lipídios, diminuindo a
321 produção de proteína microbiana para a síntese de caseína, desta forma
322 afetando os teores totais de proteína do leite (COPPOCK & WILKS, 1991;

323 SNIFFEN et al., 1992). Wu e Huber, (1994) por outro lado, enfatizam uma
324 redução na percentagem de proteína do leite, mais sem afetar a excreção total
325 do mesmo nutriente, isto porque há aumento na produção de leite do animal,
326 gerando certa diluição dos teores em porcentagem de proteína. No presente
327 estudo não houve alteração nos teores de proteína do leite para os diferentes
328 tratamentos fornecidos às vacas.

329 O teor de gordura é facilmente manipulado pela suplementação com
330 lipídios na forma livre. O uso de gordura na forma protegida (*by pass*)
331 disponibiliza poucos ácidos graxos de cadeia longa para a glândula mamária,
332 mantendo o teor de gordura no leite (PALMQUIST & JENKINS, 1980). Neste
333 trabalho, o teor de gordura não foi influenciado pelos níveis de linhaça fornecido
334 nas dietas experimentais (Tabela 5). Fato também evidenciado por Petit et al.,
335 (2004) que não encontraram variação da gordura do leite de vacas
336 suplementadas com 9,7% semente de linhaça, quando comparadas com o
337 tratamento controle, mantendo este teor em 3,63%.

338 Assim como Petit, (2003) ao suplementar vacas no início de lactação
339 com 10% de semente de linhaça, sendo a porcentagem de gordura mantida em
340 4,23%. Petit, (2002) também observou que o teor de gordura do leite de vacas
341 no terço médio da lactação, suplementadas com 9,7% de semente de linhaça
342 inteira foi semelhante ao das vacas alimentadas com a dieta controle.

343 Neste ensaio a suplementação com semente de linhaça também não
344 afetou a composição química do leite para lactose (Tabela 5). Segundo
345 Muhlbach et al., (2000) a lactose atua como um componente osmótico do leite,
346 sendo este componente dificilmente influenciado por alterações na dieta.
347 Khorasani & Kennelly, (1994) fornecendo 7% de semente de linhaça inteira para
348 vacas no início da lactação, Khorasani e Kennelly, (1992) com 15% de linhaça

349 inteira para vacas no meio da lactação, e Martin e al., (2015) com 10% de
350 semente de linhaça para vacas no final da lactação, comparados com o
351 tratamento controle (sem linhaça) também não encontraram alteração no teor de
352 lactose do leite. Para Madison et al., (1997), a dieta fornecida ao animal tem
353 pouca influência sobre as concentrações de lactose, assim, dietas ricas em
354 gorduras não promovem alterações significativas nesse componente lácteo.

355 É fato que os ácidos graxos insaturados inibem a produção de bactérias
356 ruminais gram-positivas, alterando a relação acetato:propionato, com efeitos
357 negativos no teor de gordura do leite. No entanto, no presente estudo isto não
358 ocorreu, pois o teor de gordura do leite permaneceu estatisticamente similar ao
359 grupo controle em relação aos animais que receberam linhaça. Este fato era
360 esperado, já que a semente de linha foi fornecida de maneira integral, estando,
361 portanto, os ácidos graxos naturalmente protegidos da fermentação microbiana
362 ruminal.

363 Os resultados obtidos para análise físico-química do leite aqui
364 apresentados estão dentro da faixa do que é recomendado pelo Regulamento de
365 Inspeção Industrial e Sanitária de Produtos de Origem Animal (BRASIL, 1981).
366 Mostrando assim que, vacas suplementadas com semente de linhaça mantem
367 as características do leite inalteradas, podendo ser considerado leite normal,
368 dentro da legislação vigente.

369 Ainda será efetuada uma avaliação dos componentes sanguíneos e
370 urinários.

371

Tabela 6- Níveis plasmáticos de glicose e ureia, perda de ureia e nitrogênio urinário nas vacas alimentadas com as dietas¹.

Parâmetros	CT	200L	400L	600L	800L	1000L	Equ. Regressão	R ²
Glicose (mg/dL)							$\hat{Y} = \bar{X}$	
Ureia (mg/dL)							$\hat{Y} = \bar{X}$	
Perda Ureia (g/Dia)							$\hat{Y} = \bar{X}$	
Perda Ureia (mg/kgPC)							$\hat{Y} = \bar{X}$	

¹ CT- Controle (sem inclusão de linhaça); 200L- 200 gramas de linhaça; 400L- 400 gramas de linhaça; 600L- 600 gramas de linhaça; 800L- 800 gramas de linhaça e 1000L- 1.000 gramas de linhaça.

PERFIL DE AG NO LEITE

4. Conclusão

A semente de linhaça não causou efeito sobre a produção e nem característica físico-química do leite de vacas Girolando.

5. Referência Bibliográfica (conferir se todos os autores estão citados no texto)

BRASIL - Secretaria Nacional de Defesa Agropecuária. Laboratório Nacional de Referência Animal. **Métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e seus ingredientes. II. Métodos físicos e químicos.** Brasília. p. 81, 1981.

CAMPBELL, A.G. Grazed pasture parameters. I. Pasture dry-matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agricultural Science**, v.67, n.1, p.199-210, 1966.

CHIZZOTTI, M.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; TEDESCHI, L.O. Determination of creatinina excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein Cattle. **Livestock Science**, v.113, n.2, p.218-225, 2008.

COPPOCK, C.E.; WILKS, D.L. Supplemental fat in high-energy rations for lactating cows: effects on intake, digestion, milk yield, and milk composition. **Journal of Animal Science**, v.69, n.9, p.3826-3837, 1991.

CRAIG, W.M.; HONG, B.J.; BRODERICK, G.A.; BULA, R.J. In vitro inoculum enriched with particle-associated microorganisms for determining rates of fiber digestion and protein degradation. **Journal Dairy Science**, v.67, n.1, p.2902-2909, 1984.

GOMIDE, J.A.; WENDLING, I.J.; BRAS, S.P. QUADROS, H.B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagens de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1194-1199, 2001.

GONTHIER, C.; MUSTAFA, A.F.; BERTHIAUME, R.; PETIT, H.V.; MARTINEAU, R.; OUELLET, D.R. Effects of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.87, n.5, p.1854-1863, 2004.

- 409 HALL, M.B. **Neutral Detergent-soluble Carbohydrates. Nutritional Relevance**
410 **and Analysis**. Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.
- 411 HENRIQUE, W.; PIVARO, M.T. Óleo de linhaça na alimentação de bovinos.
412 **Pesquisa & Tecnologia**, v.9, n.2, Jul-Dez, 2012.
- 413 KENNELLY, J.J.; KHORASANI, R.G. Influence of flaxseed feeding on the fatty
414 acid composition of cow's milk. **Proceedings of the 54th Flax Institute**
415 **Conference J. F. Carter**, North Dakota State University, Fargo, ND., p.99-105,
416 1992.
- 417 KHORASANI, R.G.; KENNELLY, J.J. Influence of flaxseed on the nutritional
418 quality of milk. **Proceedings of the 55th Flax Institute Conference J. F. Carter**,
419 North Dakota State University, Fargo, ND., p.127-134, 1994.
- 420 MADISON, A.R.J. Response of lactating cows to supplemental unsaturated fat
421 and niacin. **Journal Dairy Science**, v.80, n.7, p.1329-1338, 1997.
- 422 MARTIN, C.; ROUEL, J.; JOUANY, J. P.; DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Methane
423 output and diet digestibility in response to feeding dairy cows crude linseed,
424 extruded linseed, or linseed oil. **Journal Animal Science**, v.86, n.10, p.2642-
425 2650, 2015.
- 426 MUHLBACH, P.R.F. Aspectos nutricionais que interferem na qualidade do leite.
427 In: Encontro Anual da UFRGS sobre Nutrição de Ruminantes. Porto Alegre.
428 **Anais...** Porto Alegre: Departamento de Zootecnia da UFRGS, p.73-102, 2000.
- 429 NRC - NATIONAL REASEARCH COUNCIL. **Nutrients Requerements of Dairy**
430 **Cattle**. 7. ed. rev. Washington: National Academic Society, 2001. 333p.
- 431 PALMQUIST, D.; JENKINS, T. Fat in lactation ration: Review. **Journal Dairy**
432 **Science**. Champaign, v.63, n.1, p.1-14, 1980.
- 433 PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition
434 of dairy cows fed formaldehyde treated flaxseed or sunflower seed. **Journal**
435 **Dairy Science**, v.86, n.8, p.2637-2646, 2003.
- 436 PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition
437 of dairy cows fed whole flaxseed. **Journal Dairy Science**, v.85, n.6, p.1482-
438 1490, 2002.
- 439 PETIT, H.V.; GERMIQUET, C.; LEBEL, D. Effect of feeding whole unprocessed
440 sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and
441 prostaglandin secretion in dairy cows. **Journal Dairy Science**, v.87, n.11,
442 p.3889-3898, 2004.
- 443 RABELLO, T.M. **Grão de soja moído na alimentação de vacas lactantes**.
444 Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa. Dissertação (Mestrado em
445 Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa/MG, p.114, 1995.
- 446 RABELLO, T.M.; VALADARES FILHO, S.D.C.; SILVA, J.F.C. Grão de soja
447 moído na alimentação de vacas em lactação. I. Consumos, produção e

- 448 composição do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.25, n.2, p.345-356,
449 1996.
- 450 SILVA, C. V. D.; LANA, R. D. P.; CAMPOS, J. M. D. S.; QUEIROZ, A. C. D.;
451 LEÃO, M. I.; ABREU, D. C. D. Intake, apparent nutrient digestibility and
452 performance of milking cows under pasture as a function of levels of concentrate
453 and crude protein in the diet. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7,
454 p.1372-1380. 2009.
- 455 SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, D.J.; VAN SOEST, P.J.; FOX, D G, RUSSEL, J.
456 B.A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets:
457 Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal Science**, v.70, n.11,
458 p.3562-3577, 1992.
- 459 VAN CLEEF, H. E.; PATIÑO, P. R.; NEIVA, P. A.; SERAFIM, S. R.; REGO, C. A.;
460 GONÇALVES, J. Distúrbios metabólicos por manejo alimentar inadequado em
461 ruminantes: novos conceitos. **Revista Colombiana de Ciência Animal**, v. 1, n.
462 2, p. 319-341, 2009.
- 463 WU, Z.; HUBER, J.T. Relationship between dietary fat supplementation and milk
464 protein concentration in lactating cows: a review. **Livestock Production**
465 **Science**, Amsterdam, v.39, n.2, p.141-155, 1994.