

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GRÃOS DE GIRASSOL PELETIZADOS E/OU TRATADOS
COM LIGNOSULFONATO NA DIETA DE VACAS
LEITEIRAS CONFINADAS: INGESTÃO, DIGESTIBILIDADE
E PARÂMETROS RUMINAIS

Autora: Francilaine Eloise de Marchi
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos

MARINGÁ
Estado do Paraná
Março – 2010

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GRÃOS DE GIRASSOL PELETIZADOS E/OU TRATADOS
COM LIGNOSULFONATO NA DIETA DE VACAS
LEITEIRAS CONFINADAS: INGESTÃO, DIGESTIBILIDADE
E PARÂMETROS RUMINAIS

Autora: Francilaine Eloise de Marchi
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos

"Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-graduação da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração Produção Animal".

MARINGÁ
Estado do Paraná
Março – 2010

“...Vamos rir, chorar e aprender. Aprender especialmente como casar Céu e Terra,
vale dizer, como combinar o cotidiano com o surpreendente,
a imanência opaca dos dias com a transcendência radosa do espírito,
a vida na plena liberdade com a morte simbolizada como um unir-se com os ancestrais,
a felicidade discreta nesse mundo com a grande promessa na eternidade. E, ao final,
teremos descoberto mil razões para viver mais e melhor, todos juntos, como uma grande
família, na mesma Aldeia Comum, generosa e bela, o planeta Terra.”

Leonardo Boff

A

Deus pela vida e amor sem fim.

Aos amores da minha vida

Meu pai Francisco Carlos de Marchi, meu exemplo de otimismo, coragem e
determinação, uma das razões do meu esforço e motivação.

Minha mãe Angela Marta Accetti de Marchi, minha estrutura, minha MÃE!

Meu irmão Rafael Willian de Marchi, meu amigo.

Aos

Meus tios, tias, primos, primas, amigos, amigas, ao Marcelo pessoas que me amparam,
torcem por mim e ficam felizes com as minhas conquistas.

DEDICO...

AGRADECIMENTOS

Ao Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos pela orientação, pela confiança e pelo incentivo a trabalhar com a pesquisa.

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo.

À Universidade Estadual de Maringá e à Fazenda Experimental de Iguatemi, por terem viabilizado a realização do experimento e do trabalho.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia (PPZ) pela valiosa contribuição para minha formação.

A Daniele Cristina da Silva Kazama e Wallacy Barbacena Rosa do Santos pela amizade, companheirismo e ajuda sem a qual não seria possível a realização deste trabalho.

Ao Fábio José Ferreira Figueiroa, Jakeline Vieira Romero, aos bolsistas de iniciação científica e demais integrantes do nosso grupo de pesquisa, pela ajuda nos trabalhos de campo e laboratório.

Aos funcionários do Setor de Bovinocultura de Leite da FEI e às funcionárias do Laboratório de Análise de Alimentos, pela paciência e auxílio.

A todos àqueles que colaboraram direta ou indiretamente na realização deste trabalho e com meu crescimento pessoal e acadêmico.

BIOGRAFIA DO AUTORA

FRANCILAINE ELOISE DE MARCHI, filha de Francisco Carlos de Marchi e Angela Marta Acceti de Marchi, nasceu em Maringá, Paraná, no dia 22 de fevereiro de 1985.

No ano letivo de 2007, concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá.

Em março de 2008, iniciou no Programa de Pós-graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal, na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Bovinocultura de leite.

No dia 26 de março de 2010, submeteu-se à banca para defesa da dissertação de mestrado.

ÍNDICE

	Página
RESUMO	x
ABSTRACT	xii
CAPÍTULO I - INTRODUÇÃO	1
Peletização e Lignosulfonato.....	1
Adição de gordura na dieta: Consumo, digestibilidade e parâmetros ruminais.....	4
Girassol.....	8
LITERATURA CITADA	11
OBJETIVO GERAL	15
CAPÍTULO II - ARTIGO I - Digestibilidade “in vitro”, Consumo, Digestibilidade aparente e Parâmetros Ruminais de vacas da Raça Holandesa Alimentadas com Grãos de Girassol peletizados ou não, com e sem adição de lignosulfonato	16
Resumo.....	16
Abstract.....	17
Introdução.....	18
Material e Métodos.....	19
Resultados e Discussão.....	25
Conclusão.....	38
Literatura Citada.....	39
CONSIDERAÇÕES FINAIS	43

LISTA DE TABELAS

Página

CAPITULO II - ARTIGO I - Digestibilidade “in vitro”, Consumo, Digestibilidade aparente e Parâmetros Ruminais de vacas da Raça Holandesa Alimentadas com Grãos de Girassol peletizados ou não, com e sem adição de lignosulfonato

TABELA – 1	Composição percentual (% da MS) das dietas experimentais: grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos e peletizados (GMP), grãos de girassol moídos com lignosulfonato (GML) e grãos de girassol moídos peletizados e com adição de lignosulfonato (GPL).....	21
TABELA – 2	Composição química das dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL).....	22
TABELA – 3	Composição química e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS), matéria orgânica (DIVMO) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) dos concentrados contendo grãos de girassol moídos peletizados ou não e/ou com adição de lignosulfonato e da silagem de milho (SM).....	25
TABELA – 4	Consumo de nutrientes (Kg/dia e %PV) das dietas totais, estimados com uso de indicador, de vacas em lactação mantidas confinadas, alimentadas com dietas à base de grãos de girassol	

	moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL).....	27
TABELA – 5	Digestibilidade aparente (MS, PB, EE, FDN e FDA), estimada com uso de indicador, de vacas em lactação confinadas, alimentadas com dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GMP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL).....	30
TABELA – 6	Teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELL) e carboidratos não estruturais das dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL).....	32
TABELA – 7	Concentração de ácidos graxos voláteis (AGV), nitrogênio amoniacal e valores de pH de vacas da raça Holandesa alimentadas com grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol peletizados (GP), grãos de girassol moídos com lignosulfonato (GML) ou grãos de girassol peletizados com lignosulfonato (GPL).....	33

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPITULO II - ARTIGO I - Digestibilidade “in vitro”, Consumo, Digestibilidade aparente e Parâmetros Ruminais de vacas da Raça Holandesa Alimentadas com Grãos de Girassol peletizados ou não, com e sem adição de lignosulfonato

- FIGURA – 1 Variação do pH ruminal de vacas leiteiras da Raça Holandesa alimentadas com dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL)..... 35
- FIGURA – 2 Variação da concentração de N-NH₃ ruminal de vacas leiteiras da Raça Holandesa alimentadas com dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL)..... 36

RESUMO

Este estudo teve como objetivo avaliar o consumo, digestibilidade aparente e “in vitro” e os parâmetros ruminais de vacas da raça Holandesa alimentadas com dietas contendo grão de girassol moído (GM), grão de girassol peletizado (GMP), grão de girassol tratado com lignosulfonato (GML), ou grão de girassol peletizado e tratado com lignosulfonato (GPL). Para o estudo do consumo, digestibilidade aparente e parâmetros ruminais foram utilizadas quatro vacas multiparas, lactantes com 60 ± 20 dias de lactação, peso médio de $569,25 \pm 63,39$ kg, mantidos confinados, o delineamento experimental foi o quadrado latino 4×4 de 21 dias cada. Foram determinados o consumo e digestibilidades aparente da matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinzas, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA). Não foram observadas diferenças ($P > 0,05$) no consumo (%PV) de MS, MO, Cinzas, PB, FDN e FDA. As digestibilidades aparente da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e CNE mostraram-se semelhantes ($P > 0,05$) para todas as dietas, com tendência ($P = 0,06$) a menor digestibilidade da PB no tratamento peletizado (65,79%) em comparação aos tratamentos não peletizados (69,66%). A peletização diminuiu apenas a concentração do ácido acético (55,95mM *versus* 58,82mM) no fluido ruminal. Não houve efeito dos tratamentos sobre os valores de pH (6,17) e N-NH₃ (18,19mg/dL). Para a realização do ensaio de digestibilidade “in vitro” foi utilizada uma vaca da raça Holandesa munida de fistula ruminal que recebeu alimentação à base de silagem de milho, milho moído e farelo de soja. A DIVMS, DIVMO e a DIVFDN da silagem de milho foram de 58,60%, 60,21% e 68,68% respectivamente. Houve efeito negativo ($P = 0,05$) do tratamento lignosulfonato sob a digestibilidade “in vitro” (DIV) das dietas. A adição de lignosulfonato reduziu a DIVMS e tendeu ($P = 0,06$) a reduzir a DIVMO.

Todavia, a peletização não afetou a DIVMS e DIVMO. O tratamento térmico da peletização e químico do lignosulfonato empregados nas dietas avaliadas não causaram o efeito de proteção ao grão como esperado. Ambos os tratamentos não influenciaram o consumo das dietas, os parâmetros de fermentação ruminal e as digestibilidades aparente dos nutrientes, exceto da PB que tendeu a reduzir com a peletização. No ensaio de DIV o lignosulfonato apresentou efeito negativo sobre a DIVMS. Considerando os parâmetros avaliados neste estudo, o uso de ambos os tratamentos é dispensável em dietas contendo grãos de girassol, sendo mais viável o fornecimento dos grãos apenas moídos.

Palavras-chave: Gordura, processamento de grãos, tratamento térmico, tratamento químico

ABSTRACT

This study aimed to evaluate intake, digestibility and in vitro and ruminal characteristics of Holstein cows fed diets containing grain, sunflower meal (GM) grain sunflower pellets (GMP), sunflower grain treated with lignosulphonate (GML) or grain sunflower pellets treated with lignosulphonate (GPL). For the study of intake, digestibility and ruminal parameters there were used four multiparous cows, lactating 60 ± 20 days of lactation, mean weight 569.25 ± 63.39 kg in a feedlot, the experimental design was a 4x4 Latin square of 21 days. There were evaluated intake and apparent digestibility of dry matter (DM), organic matter (OM), ash, crude protein (CP), neutral detergent fiber (NDF) and acid detergent fiber (ADF). There were no differences ($P > 0.05$) for intake (% BW) of DM, OM, ash, CP, NDF and ADF. The apparent digestibility of DM, OM, CP, EE, NDF, ADF and CNE were similar ($P > 0.05$) for all diets, with a tendency ($P = 0.06$) of a lower CP digestibility for pelleted treatment (65.79%) compared to not pelleted treatments (69.66%). The pellet only decreased the concentration of acetic acid (55.95 mM vs. 58.82 mM) in rumen fluid. There was no treatment effect on the pH (6.17) and NH₃-N (18.19 mg / dL). To perform the in vitro test was used a Holstein cows fitted with rumen fistula who received the basic diet of corn silage, corn and soybean meal. IVDMD, IVOMD IVNDFD and corn silage were 58.60%, 60.21% and 68.68% respectively. There was a negative effect ($P = 0.05$) of lignosulphonate on diets in vitro digestibility (DIV). The addition of lignosulphonate reduced IVDMD and tended ($P = 0.06$) to reduce IVOMD. However, the pellet did not affect IVDMD and IVOMD. The heat treatment of the pellet and chemical of lignosulphonate used in the evaluated diets did not promoted the protective effect of the grain as expected. Both treatments did not affect the intake of diets, the parameters of rumen fermentation and apparent digestibility of nutrients, except for CP with decreased with the pelletization

process. In the DIV test the lignosulphonate showed a negative effect on IVDMD. Considering all the parameters evaluated in this study, the use of both treatments is dispensable in diets containing sunflower grains, being more viable supply grain just ground.

Key-words: chemical treatment, fat, grain processing, heat treatment

CAPITULO I INTRODUÇÃO

Peletização e Lignosulfonato

Com objetivo de aperfeiçoar a produção animal através da melhoria da dieta, em termos de teor e aproveitamento de nutrientes, algumas técnicas de processamento de alimento podem ser utilizadas. Dentre as principais técnicas de processamento físico destacam-se a moagem, peletização e extrusão também, é comum a adição de produtos químicos a dieta, como o lignosulfonato, sendo este denominado de processamento químico.

Estes processamentos podem proteger os nutrientes dos grãos da degradação ruminal, reduzindo a disponibilidade dos lipídios e proteína às bactérias ruminais e consequentemente minimizando a biohidrogenação e os efeitos negativos dos lipídeos sobre a fermentação ruminal (Wernersbach Filho et al., 2006). Dentre os tipos de processamento merece destaque aqui a moagem, o uso da peletização e o tratamento com lignosulfonato.

Segundo Vargas (1988), a moagem consiste em um processo de trituração dos grãos ocorrendo a redução do tamanho das partículas e aumentando a superfície de contato do alimento, sendo que o produto final é influenciado pelo crivo da peneira, potência do moinho, tipo de grão e umidade.

A peletização é o processo no qual partículas pequenas de alimento são forçadas a agregarem-se tendo como resultado a formação de peletes de maior tamanho. Este processo envolve aquecimento, umidade e pressão. Durante a passagem da mistura dos ingredientes, a qual é adicionada de 4% a 6% de água, pela câmara da peletizadora

ocorre a gelatinização superficial (em nível inferior ao que ocorre durante o processo de extrusão) do amido dos ingredientes, o que resulta na adesão das partículas (Runsey, 1980). Isso ocorre em consequência a temperatura durante o processo de peletização ser elevada, girando em torno de 92°C. Esta gelatinização superficial se fundamenta na ruptura dos grãos de amido, cujas moléculas de hidrogênio em contato com a água tornam-se pegajosas.

A qualidade do pelete produzido em termos de dureza e estabilidade depende da eficiência da moagem dos ingredientes envolvidos, pressão no anel de peletização, do volume de água presente no processo, qualidade da mistura, tempo envolvido no processo e do teor de amido e gordura presentes nos grãos (Pezzato, 1989).

Vários benefícios são exercidos pela peletização, dentre elas destacam-se a melhoria da palatabilidade, eliminação da seleção de nutrientes pelos animais, destruição de alguns microrganismos e componentes tóxicos e alteração da textura da ração (Chang & Wang, 1998). Ela pode ainda, aumentar a digestibilidade dos nutrientes e consequentemente melhorar a produção e composição do leite (Whitlock et al., 2002). Segundo Aldrich et al. (1997) e Chouinard et al. (1997a), o tratamento térmico das dietas de animais ruminantes pode reduzir a solubilidade da proteína no rúmen, aumentando o suprimento de aminoácidos no intestino.

O calor empregado durante o processamento das dietas pode melhorar a eficiência de utilização dos nutrientes contidos nos alimentos o que, no caso das vacas, também melhora a produção de leite (Theurer et al., 1999; Antunes & Rodriguez, 2006).

Chouinard et al. (1997a) observaram maior consumo de MS nos animais alimentados com grãos de soja moídos do que nos alimentados com grãos de soja tratados termicamente, no entanto não observaram diferenças na produção de leite, o que mostra maior eficiência alimentar das dietas processadas termicamente. Além disso, observaram que o tratamento térmico promoveu o aumento da concentração de ácidos graxos poli-insaturados no leite melhorando portanto, sua composição.

No entanto, em outro trabalho Chouinard et al. (1997b) estudaram o efeito de diferentes temperaturas durante o processamento térmico e verificaram que a digestibilidade dos ácidos graxos foi reduzida com a utilização de grãos de soja submetidos a altas temperaturas (extrusadas à 130°C). Uma explicação para isso pode ser pelo fato de que o aquecimento produz alterações na proteína, que pode ser conjugada aos ácidos graxos, diminuindo a disponibilidades destes para digestão;

portanto, o tratamento térmico do grão pode favorecer a passagem ruminal da fração lipídica.

Quando o grão é adicionado inteiro à dieta, este se apresenta como uma forma protegida da digestão e a peletização pode ser uma alternativa para melhorar a digestibilidade e conseqüentemente melhorar o aproveitamento dos nutrientes do grão de girassol; esse efeito pode ser ainda maior com o uso de lignosulfonato de cálcio.

Os lignosulfonatos são complexos polímeros orgânicos, oriundos da lignina da madeira e solúveis em água. A lignina é o segundo maior componente da madeira, é extraída da celulose durante um processo de cozimento químico dos pedaços de madeira. Algumas reações químicas ocorrem no processo, dentre as quais a sulfonação e a hidrólise ácida, ocasionando a solubilidade da lignina, de alguns carboidratos de baixo peso molecular, de açúcares redutores e de outros componentes menores, resultando na lixívia ou licor negro. A lixívia, contendo predominantemente lignosulfonatos, representa a matéria-prima bruta que submetida a processos químicos posteriores dá origem a diversos produtos (Melbar, 2000).

Dentre as propriedades dos lignosulfonatos, destacam-se as tenso-ativas, aglomerantes, dispersantes, emulsificantes, umectantes, sequestrantes e a de combinar-se com proteínas. Na produção de rações para animais, os lignosulfonatos de cálcio e magnésio são utilizados no processo de peletização, em que favorece a aglutinação dos ingredientes além de possuir característica de palatabilizante (Melbar, 2000).

Segundo Petit et al. (1999), este produto pode atuar diminuindo a degradação ruminal da proteína dos grãos, pois pode proteger a proteína verdadeira (proteína do grão) da ação dos microrganismos do rúmen, aumentando a concentração de proteína não degradável no rúmen.

Wright et al. (2005) avaliaram dietas contendo grãos de canola tratados termicamente e e/ou com lignosulfonato, para vacas leiteiras e observaram maior consumo MS e maior produção de leite com dietas tratadas termicamente e com adição de lignosulfonato. No entanto, Neves et al. (2007) trabalharam com grãos de soja extrusados e/ou com adição de lignosulfonato e não observaram alteração na produção de leite entre os tratamentos, embora as vacas que receberam dieta com grãos extrusados tenderam ($P=0,07$) a aumentar produção de leite. Os autores observaram ainda que não houve diferença no consumo de MS, FDA e FDN entre as dietas, entretanto, houve tendência a menor consumo de PB nas dietas extrusadas e com adição de lignosulfonato.

Neves et al (2009) trabalharam com o fornecimento de grãos de canola extrusados e com adição de lignosulfonato e não observaram diferença entre as dietas na produção de leite e no consumo de MS, PB, FDN e FDA. Todavia, observaram maior consumo de EE e CNE quando fornecido grãos de canola extrusados assim como, houve maior consumo de EE das dietas contendo canola extrusada e com adição de lignosulfonato. Os autores observaram ainda menor digestibilidade da MS, MO e CNE para os tratamentos que continham lignosulfonato.

Adição de Gordura na Dieta: Consumo, Digestibilidade e Parâmetros Ruminais

O estudo da quantidade e qualidade da dieta consumida pelos animais é de fundamental importância uma vez que, a resposta produtiva se dá em função do tipo de alimento, do consumo, digestibilidade e metabolismo dos nutrientes que compõem a dieta. Estes fatores não influenciam só a quantidade do produto produzido pelo animal, aqui em específico o leite bovino, mas também sua qualidade como alimento e como matéria-prima nos laticínios.

De acordo com Crampton et al. (1960) e Reid (1961), o consumo é o fator mais importante a ser considerado já que 60 a 90% da variação observada na ingestão de energia digestível entre animais e as dietas, está relacionada às diferenças no consumo e 10 a 40% às diferenças na digestibilidade. Mertens (1993 e 1994) afirma que nos ruminantes, os fatores que podem influenciar o consumo, que estão ligados ao animal, são os fisiológicos (demanda de energia, saciedade), físicos (enchimento do rúmen) e psicogênicos (stress, ambiente de alimentação); e ao alimento são a disponibilidade, teor de fibra, odor, sabor entre outros.

Ainda segundo Mertens (1994), principalmente em condições de confinamento em que as dietas têm maiores densidades energéticas, a saciedade é o fator fisiológico limitante do consumo, neste caso; as exigências do animal é que controlariam o consumo. Os fatores físicos predominam em dietas de baixa qualidade e com animais em pastejo, em que o consumo é limitado pelo volume ocupado pela dieta e pela capacidade anatômica do rúmen, de modo que, raramente, os animais ingerem energia suficiente para atender sua exigência.

Com o objetivo de aumentar o consumo de energia pelas vacas de alta produção é comum o fornecimento de alimentos concentrados. No entanto, o fornecimento de

concentrados deve ser limitado, respeitando a necessidade mínima de fibra para o bom funcionamento do rúmen e manutenção dos teores de gordura do leite.

Por esse motivo alimentos ricos em gordura têm sido bastante utilizados nas dietas de ruminantes de alta produção para aumentar a densidade energética das rações uma vez que, a gordura possui 2,25 vezes mais energia que os carboidratos (Reddy et al., 1994). Além disso, dietas com elevado teor de amido levam a distúrbios digestivos, como a acidose, e problemas metabólicos como a laminite (Prado & Moreira, 2002).

A adição de fontes de gordura na dieta de ruminantes tem se mostrado vantajosa, não só por disponibilizar maior quantidade de energia aos animais, mas também por promover redução na produção de metano, redução na concentração de N-NH₃ ruminal, melhor eficiência da síntese microbiana pela redução no número de protozoários ciliados (Nagaraja et al., 1997); e aumento da concentração no leite de ômega 3, ômega 6 e ácido linoleico conjugado (CLA), ácidos graxos esses, que têm sido apontados como promotores de inúmeros benefícios à saúde humana, dentre eles podemos citar o efeito anticarcinogênico (Lin et al., 1995; Tanaka, 2005).

Por outro lado, a adição de gordura na dieta pode afetar o metabolismo animal, variando conforme a fonte de gordura utilizada, assim como a quantidade a ser suplementada, de forma que o excesso de lipídios pode interferir negativamente na fermentação ruminal, reduzir a digestibilidade da matéria seca, o aproveitamento de outros componentes da dieta e alterar a razão acetato/propionato.

De acordo com Palmquist (1989) o uso de grãos ricos em ácidos graxos insaturados, como é caso do girassol, deve ser feito de forma cuidadosa, porque o excesso desses ácidos graxos altera os padrões de fermentação ruminal, prejudicando a fermentação e a atividade microbiana no rúmen, em função do efeito tóxico direto dos ácidos graxos insaturados aos microrganismos, e do efeito físico pelo recobrimento das partículas alimentares com uma película de gordura, impedindo assim, a aderência das bactérias celulolíticas e o acesso das enzimas ao seu substrato prejudicando então, a degradação da fibra.

Kozloski (2002) afirma que o efeito tóxico dos ácidos graxos insaturados sobre os microrganismos pode ser explicado em razão das alterações nas propriedades físico-químicas e na composição lipídica nas membranas dos microrganismos, alterando a permeabilidade da membrana microbiana, inibindo principalmente a atividade de bactérias gram-positivas.

O NRC (2001) também relata que a adição de lipídios em excesso pode limitar o consumo por efeitos sobre a fermentação ruminal ou efeitos de ordem metabólica. Palmquist (1989) e Jenkins (1993) afirmam que níveis de extrato etéreo na dieta superiores a 7% afetam negativamente a fermentação ruminal, principalmente a digestão da fibra e conseqüentemente o consumo. Eifert et al. (2005) observaram diminuição do consumo de matéria seca por vacas lactantes recebendo adição de 4% na MS de óleo de soja na ração.

Petit (2002) forneceu para vacas em lactação linhaça em grão, Megalac[®] (sais de Ca de ácido graxo) ou soja micronizada e observou menores digestibilidades para a FDN, FDA e o EE para o tratamento com linhaça. Segundo a autora, o acesso das bactérias e enzimas é facilitado quando a gordura está disponibilizada na forma de sais de Ca (Megalac[®]) ou micronizada, do que quando disponibilizada associada à matriz proteica e fibrosa no grão de linhaça inteiro.

Chouinard et al. (1998) forneceram sais de cálcio de ácido graxo de soja, linhaça e canola para vacas lactantes e observaram maior digestibilidade da MS, PB, EE e FDN para os sais de cálcio, em relação à dieta controle. Os autores justificaram que os sais de Ca substituíram parte do milho da dieta em relação à dieta controle diminuindo o amido e conseqüentemente os carboidratos fermentáveis no rúmen. Isso afetou a energia disponível para a síntese microbiana de proteína, aumentou a perda de $N-NH_3$ ruminal, o que acarretou em maior digestibilidade aparente da PB. Além disso, conforme citam esses autores, o lipídio de sais de cálcio é mais digestível.

Loor et al. (2002) em seu estudo, observaram que a digestibilidade da MS, PB e FDA não foram diferentes em vacas lactantes recebendo ração controle ou suplementadas com óleo de canola ou canolamida (ácido oleico complexado com aminoácidos para reduzir biohidrogenação).

A estimativa de valores de consumo e digestibilidade indicam a eficiência de utilização do alimento e o estudo da dinâmica ruminal nos mostra como a dieta altera os parâmetros de fermentação e assim, pode-se avaliar possíveis alterações no manejo nutricional. Segundo Van Soest (1994), o padrão de fermentação é um indicativo do potencial nutricional do alimento em promover melhores desempenhos aos animais. Os parâmetros pH, amônia e ácidos graxos voláteis produzidos e absorvidos são os indicadores das condições do ambiente ruminal.

O pH ruminal está diretamente relacionado aos produtos finais da fermentação, bem como à taxa de crescimento dos microrganismos ruminais (Church, 1979). Este é influenciado principalmente pela frequência da alimentação e pelo tipo de alimento ingerido. Sua estabilidade é atribuída, em parte, a saliva, que possui alto poder tamponante e à capacidade da mucosa ruminal em absorver os ácidos produzidos na fermentação ruminal (Silva & Leão, 1979; Van Soest, 1994).

Segundo Hoover (1986) a redução no pH para a faixa de 5,5 a 5,0 provoca uma redução do número de microrganismos fibrolíticos, como também a taxa de crescimento, podendo causar inibição na digestão da fibra. Van Soest (1994) definiu como faixa de pH ideal para que haja atividade microbiana normal no rúmen de $6,7 \pm 0,5$.

A dieta também promove alterações na produção de ácidos graxos voláteis (AGV) no rúmen, principal fonte de energia dos ruminantes, levando a uma variação na proporção média desses ácidos graxos. A faixa normal é de 54% a 74% para acetato, 16% a 27% para propionato, 6% a 15% para butirato e 90 a 150 mM para AGV total (Lana, 2005). Gonthier et al. (2004) trabalharam com grãos de linhaça processados (extrusados ou micronizados) ou não e não observaram alterações significativas nas concentrações de N-NH₃, pH e AGV, no entanto, observaram que as dietas contendo grãos de oleaginosas processadas reduziram a concentração molar de acetato e aumentaram a de propionato.

As exigências de proteína dos ruminantes são atendidas pela quantidade de proteína verdadeira absorvida nos intestinos (proteína metabolizável), que é suprida pela proteína microbiana e proteína dietética não degradada no rúmen, além da proteína endógena e da reciclagem de nitrogênio via saliva ou difusão pela parede ruminal, sendo que a concentração de amônia no rúmen varia em função do equilíbrio entre as taxas de produção e utilização (Van Soest, 1994). A presença de nitrogênio amoniacal no líquido ruminal é fator preponderante no desenvolvimento da microflora do rúmen a qual influencia o pH e, portanto, a fermentação ruminal.

A determinação da concentração de amônia permite quantificar retenções ou perdas de proteína pelo organismo do animal, neste caso quando ocorrem altas concentrações de amônia, pode haver excesso de proteína dietética degradada no rúmen e, ou, baixa concentração de carboidratos degradados no rúmen.

Hoover (1986) afirmou que embora as concentrações médias de amônia encontradas no líquido ruminal para otimizar o crescimento microbiano e a digestão da

fibra sejam 3,3 e 8,0 mg/dL, respectivamente, considerável variação pode ocorrer nesses valores. Segundo Lana (2005) o padrão mínimo para um bom desenvolvimento microbiano é de 5 mg/dL de N-NH₃. Leng & Nolan (1984) sugerem que a concentração de amônia para a máxima síntese de proteína microbiana pode ser de 15 a 20 mg/dL de fluido, dependendo da dieta.

Loor et al. (2002) suplementaram a dieta de vacas leiteiras com fontes de lipídeos protegidos e óleo de canola, os autores observaram pH ruminal mais elevado nas dietas com fontes de lipídeos protegidos que com óleo de canola e a concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH₃) diminuiu em resposta a suplementação lipídica, sendo menor nas fontes protegidas. Maia et al. (2006) adicionando fontes de óleo na dieta de cabras em lactação não observaram alterações nas concentrações de N-NH₃ ruminal porém observaram uma elevação no pH. Estes resultados mostram que a adição de fontes de lipídeos na dieta bem como a forma de adição podem alterar os padrões de fermentação ruminal e conseqüentemente a atividade microbiana.

Girassol

O grão de girassol (*Helianthus annuus*, L.) é uma planta anual da família Asteraceae, caracterizada por possuir grandes inflorescências do tipo capítulo - com aproximadamente 30 cm de diâmetro - cujo caule pode atingir até 3 metros de altura. São plantas originárias da América do Norte e América Central cultivada inicialmente pelos povos indígenas para alimentação.

No Brasil, o girassol adaptou-se bem as condições climáticas e a primeira indicação de cultivo comercial data de 1902, em São Paulo. Ungaro (1982) cita que o girassol foi considerado no início da década de 1920 como umas das principais espécies forrageiras e especialmente indicada ao gado leiteiro. Até a década de 1990, o cultivo de girassol foi pouco expressivo, principalmente nos países sul-americanos.

O cultivo de girassol no Brasil foi estimulado para extração de óleo que é considerado, dentro os óleos vegetais, como um dos óleos de melhor qualidade organoléptica e nutricional com alta qualidade de perfil de ácidos graxos (Rossi, 1998). Além disso, a massa resultante da extração do óleo rende uma torta altamente proteica, usada na produção de ração. O girassol ainda é utilizado na silagem para alimentação animal e seu cultivo também pode estar associado à apicultura.

Atualmente a região Centro-Oeste brasileira, destaca-se na produção de grãos de girassol, sendo o Estado do Mato Grosso o maior produtor com 67,5 mil toneladas na safra 2008/2009 (CONAB, 2009). Ainda segundo a CONAB, estima-se uma redução na área, e conseqüentemente na produção de grãos de girassol no país, na safra 2009/2010 em consequência do ano de 2009 ter sido marcado por precipitações acima da média.

A utilização de grãos de girassol e outras oleaginosas na alimentação animal vem sendo bastante estudada. Segundo Gupta & Das (2000) isto se deve a alta qualidade de seu óleo, que atualmente é destinado principalmente a alimentação humana. O uso de grãos de girassol ou de seu óleo na alimentação de ruminantes se justifica, uma vez que os produtos oriundos de animais que ingeriram os mesmos apresentam alta qualidade. Qualidade essa conferida em razão do aumento na concentração nos produtos (leite ou carne) de ômega 6 e CLA, componentes estes extremamente benéficos a saúde humana. Além disso, no caso dos bovinos leiteiros, possibilita o aumento na produção de um alimento nobre, o leite, que é um dos alimentos mais consumidos no mundo.

Os grãos de oleaginosas e seus coprodutos apresentam grande potencial de uso e, cada vez mais estão presentes na alimentação animal em virtude de seus altos níveis de proteína e energia. Resultados de experimentos mostram que a inclusão de grãos de girassol nas dietas de animais ruminantes proporciona uma suplementação de quantidades expressivas de proteína, energia e principalmente de ácidos graxos poli-insaturados (Bett & Silva, 2005).

Segundo alguns autores o teor de proteína bruta do girassol varia de 16 a 20,6% e o teor de fibra bruta gira em torno de 14% (Kashani & Carlson, 1988; Karunojewa et al., 1989; Cheva-Isarakul & Tangtaweewipat, 1990; Patience et al., 1995). O teor de óleo varia de acordo com a cultivar, entre 35 e 47% sendo rica em ácidos graxos poli-insaturados, principalmente o ácido linoleico, C18:2 (65,2%). É o óleo vegetal que tem maior conteúdo deste ácido, vindo em seguida soja (53,3%), milho (46,2%), arroz (36,6%), canola (21,4%) e oliva (11,1%) (Daghir et al., 1980; Kashani & Carlson, 1988; Silva, 1990; Patience et al., 1995; Rossi, 1998). Segundo Bett et al. (2005) e Oliveira & Cáceres (2005) a razão de ácidos graxos poli-insaturados:saturados no grão de girassol é de 6:1, respectivamente.

O grão de girassol apresenta uma matriz proteica (casca) rígida que envolve o grão, dessa forma, o fornecimento do grão inteiro pode prejudicar a utilização dos nutrientes pelos animais. Por outro lado, no caso dos ruminantes, o grão inteiro apresenta-se como uma forma de proteção contra a biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados

pelas bactérias ruminais. Quando quebrado ou moído os nutrientes do grão podem ser rapidamente degradado no rúmen e os ácidos graxos poli-insaturados são mais facilmente biohidrogenados. Desta forma, estudos de métodos de processamento visando o melhor aproveitamento dos nutrientes são importantes para maximizar o valor nutricional do grão de girassol.

LITERATURA CITADA

- ANTUNES, R.C.; RODRIGUEZ, N.M. Metabolismo dos carboidratos não estruturais. In: BERCHIELLI T.T.; PIRES A.V.; OLIVEIRA S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 1 ed. Jaboticabal: Funep, 2006, v. 1, p. 229-253.
- ALDRICH, J.B.; MULLER, L.D.; VARGAS, G.A. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1091-1099, 1997.
- BETT, V.; SILVA, L.D.F. Girassol na dieta de ruminantes. In: LEITE, R.M.V.B.C.; BRIGHENTI, A.M.; CASTRO, C. (Ed.). **Girassol no Brasil**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. cap.5, p. 69-92.
- BETT, V.; OLIVEIRA, M.D.S.; MATSUSHITA, M. et al. The effects of sunflower oilseed supplementation on the fatty acid profile and milk composition from Holstein cows. **Acta Scientiarum**, v. 26, p. 95-101, 2005.
- CHANG, Y. K.; WANG, S.S. **Advances in extrusion technology. Aquaculture/Animal feeds and foods**. Águas de Lindóia: Technomic, 1998, 422p.
- CHEVA-ISARAKUL, B.; TANGTAWEEWIPAT, S. Nutritive value of sunflower seeds in poultry diets. In: 28th Annual Agricultural Conference, animal Division. 29-31 January 1990, Kasetsart. **Proceedings...** University, Amarin Printing Group Co., Ltd., Bangkok, Thailand, 1990. p.61-72.
- CHOUINARD, P.Y., LÉVESQUE, J., GIRARD, V., BRISSON, G.J. Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat-treated soybeans using various processing methods. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.334-342, 1997a.
- CHOUINARD, P.Y., LÉVESQUE, J., GIRARD, V., et al. Dietary soybeans extruded at different temperatures: Milk composition and in situ fatty acid reactions. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.2913-2924, 1997b.
- CHOUINARD, P.Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G.H. Fatty acid profile and physical properties of milk fat from cows fed calcium salts of fatty acids with varying unsaturation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.471-481, 1998.
- CHURCH, D.C. **Digestive Physiology and Nutrition of ruminates. Vol. 1 – Digestive Physiology**. 3 ed. Oxford press Inc. 1979. 350p.

- CRAMPTON, E.W.; DONEFER, E.; LLOYD, L.E. A nutritive value index for forages. **Journal of Animal Science**, v.19, p.538-544, 1960.
- CONAB (Companhia Nacional de Abastecimento). **Girassol**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br/conabweb/girassoldezembro2009.pdf>>. Acesso em 01 de fevereiro de 2010.
- DAGHIR, N.J.; RAZ, M.A.; UWAYJAN, M. Studies the utilization of full fat sunflower seed in broiler rations. **Poultry Science**, v.59, p.2273-2278, 1980.
- EIFERT, E.C., LANA, R.P., LEÃO, M.I. et al. Efeito da Combinação de Óleo de Soja e Monensina na Dieta sobre o Consumo de Matéria Seca e a Digestão em Vacas Lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.297-308, 2005.
- GONTHIER, C., MUSTAFA, A.F., BERTHIAUME, R., et al. Effects of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1854-1863, 2004.
- GUPTA, R.K.; DAS, S.K. Fracture resistance of sunflower seed and kernel to compressive loading. **Journal of Food Engineering**, v. 46, p. 1-8, 2000.
- HOOVER, W.H. Chemical factors involved on ruminal fiber digestion. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2755-2766, 1986.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- KARUNOJEEWA, H.; THAN, S.H.; ABU-SEREWA, S. Sunflower seed meal, sunflower oil and full-fat sunflower seeds, hulls and kernels for laying hens. **Animal Feed Science and Technology**, v.26, p.45-54, 1989.
- KASHANI, A.; CARLSON, C.W. Use of sunflower seeds in grower diets for pullets and subsequent performance as affected by aureomycin and pelleting. **Poultry Science**, v.67, p.445-451, 1988.
- KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos ruminantes**. Editora UFSM, Santa Maria: UFSM, 2002, 139p.
- LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005. 344p.
- LENG, R.A., NOLAN, I.V. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.67, p.1072-1089. 1984.
- LIN, H.; BOYSLON, T.D.; CHANG, M.J. et al. Survey of the conjugated linoleic acid contents of dairy products. **Journal of Dairy Science**, v.78, p.2358-2365, 1995.
- LOOR, J.J., HERBEIN, J.H., JENKINS, T.C. Nutrient digestion, biohydrogenation and fatty acid profiles in blood plasma and milk fat from lactating Holstein cows fed canola oil or canolamide. **Animal Feed Science and Technology**, v.97, p.65-82, 2002.
- MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F., et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1496-1503, 2006.
- MELBAR. **Lignosulfonato**. 22p. São Paulo. [catálogo], 2000.

- MERTENS, D.R. Rate and extent of digestion. In: FORBES, J.M.; FRANCE, J. (Eds.) **Quantitative aspects of ruminant digestion and metabolism**. 2.ed. Wallingford: CAB International, 1993. p.13-51.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FORAGE QUALITY, EVALUATION, AND UTILIZATION, 1994, Wisconsin. **Proceedings...** Wisconsin: 1994. p.450-493.
- NAGARAJA, T.G.; NEWBOLD, C.J.; Van NEVEL, C.J. et al. Manipulation of ruminal fermentation. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Eds.). **The rumen microbial ecosystem**. 2.ed. Great Britain: Blackie Academic & Professional, 1997. p.524-632.
- NEVES, C.A.; SANTOS, G.T.; MATSUSHITA, M. et al. Intake, digestibility, milk production, and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v.134, p. 32-44, 2007.
- NEVES, C.A.; SANTOS, W.B.R. ; SANTOS, G. T., et al. Production performance and milk composition of dairy cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v. 154, p. 83-92, 2009.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th. Rev. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- OLIVEIRA, M.D.S.; CÁCERES, D.R. **Girassol na alimentação de bovinos**. Jaboticabal: FUNEP, 2005. 20p.
- PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: **Simpósio Sobre Nutrição de Ruminantes**, 6., 1989, Piracicaba. Anais...Piracicaba: FEALQ, 1989. p.11.
- PATIENCE, J.F.; THACKER, P.A.; LANGE, C.F.M. **Swine Nutrition Guide**. Ed. Prarie swine Centre Inc., 2^{ed}. Saskatoon, p.96-99, 1995.
- PETIT, H.V.; TURCOTTE, M.; AUDY, R. Degradability and digestibility of full-fat soybeans treated with different sugar and heat combinations. **Canadian Journal of Animal Science**, v.79, p.213-220, 1999.
- PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition e blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1482-1490, 2002.
- PEZZATO, L.E. Tecnologia de processamento de dietas para organismos aquáticos. In: MINI SIMPÓSIO DO COLÉGIO BRASILEIRO DE NUTRIÇÃO ANIMAL, 3., 1989, Botucatu. **Anais...** Botucatu, 1989. p.9-21.
- PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B. **Suplementação de bovinos no pasto e alimentos usados na bovinocultura**. EDUEM, Maringá. 2002. 95 p, 162p.
- REDDY, P.V.; MORRIL, J.L.; NAGARAJA, T.G. Release of fatty acids from raw or processed soybeans and subsequent effects on fiber digestibilities. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.341-346, 1994.
- REID, J.T. Problems of feed evaluation related to feeding dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.11, p.2122-2133, 1961.
- ROSSI, R. O. **O Girassol**. Curitiba: R. O. Rossi. 1998. 339 p.
- RUNSEY, G.L. Stability of microingredients in fish feed. In: PILLAY, T.V.R. **Fish feed technology**. Rome: FAO/ADCP, 1980. 349p.

- SILVA, J.F.C. e LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 384p.
- SILVA, M.N. **A cultura do girassol**. Jaboticabal: FUNEP, 1990, 67p.
- TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. **Animal Science Journal**, v.76, p.291-303, 2005.
- THEURER, C.B.; LOZANO, O.; ALIO, A.; et al. Steam-processed corn and sorghum grain flaked at different densities alter ruminal, small intestinal, and total tract digestibility of starch by steers. **Journal of Dairy Science**, v.77, p. 2824-2831, 1999.
- UNGARO, M.R.G. **O girassol no Brasil**. O agrônomo. Campinas, v.34, p.43-62. 1982.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**, 2nd edition. Cornell University press. United States of America. 1994. 476p.
- VARGAS, J.V. **Industria Avícola**. Entendiendo el proceso de peletización. p.07. 1988.
- WERNERSBACH FILHO, H.L., CAMPOS, J.M.S., ASSIS, A.J. et al., Variáveis ruminais, concentração de uréia plasmática e excreções urinárias de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1236-1241, 2006.
- WHITLOCK, L.A.; SCHINGOETHE, D.J.; HIPPEN, A.R. et al. Fish oil and extruded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.234-243, 2002.
- WRIGHT, C.F., von KEYSERLINGK, A.G., SWIFT, M.L., et al. Heat and lignosulfonate treated canola meal as a source of ruminal undegradable protein for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.238-243, 2005.

OBJETIVO GERAL

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos da peletização e da adição de lignosulfonato, na dieta de vacas leiteiras confinadas, alimentadas com grãos de girassol moídos; sob o consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes, parâmetros ruminais e avaliar digestibilidade “in vitro” das dietas.

CAPITULO II

ARTIGO I

Digestibilidade “in vitro”, Consumo, Digestibilidade Aparente e Parâmetros Ruminais de vacas da Raça Holandesa Alimentadas com Grãos de Girassol peletizados ou não, com e sem adição de lignosulfonato

Resumo: Este estudo teve como objetivo avaliar a digestibilidade “in vitro”, o consumo, a digestibilidade aparente e os parâmetros ruminais de vacas da raça Holandesa confinadas, alimentadas com dietas contendo grão de girassol moído (GM), grão de girassol peletizado (GMP), grão de girassol tratado com lignosulfonato (GML), ou grão de girassol peletizado e tratado com lignosulfonato (GPL). Foram utilizadas quatro vacas lactantes distribuídas em um quadrado latino com quatro tratamentos e quatro períodos de 21 dias cada. Não foram observadas diferenças ($P>0,05$) no consumo (% PV) de MS, MO, Cinzas, PB, FDN e FDA. As digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, EE, FDN, FDA e CNE mostraram-se semelhantes ($P>0,05$) para todas as dietas, com tendência ($P=0,06$) a menor digestibilidade da PB no tratamento peletizado (65,79%) em comparação aos tratamentos não peletizados (69,66%). A peletização diminuiu apenas a concentração do ácido acético (55,95 mM x 58,82 mM) no fluido ruminal. Não houve efeito dos tratamentos sobre os valores de pH (6,17) e N-NH₃ (18,19 mg/dL). Houve efeito negativo ($P=0,05$) do tratamento lignosulfonato sobre a digestibilidade “in vitro” (DIV) das dietas. A adição de lignosulfonato reduziu a DIVMS e tendeu ($P=0,06$) a reduzir a DIVMO. Conclui-se que a peletização e o lignosulfonato empregados nas dietas avaliadas não causaram o efeito de proteção aos nutrientes do grão como esperado, sendo mais viável o fornecimento dos grãos de girassol apenas moídos.

Palavras-chave: Gordura, peletização, tratamento térmico, tratamento químico

In vitro Digestibility, Intake, Apparent digestibility and Ruminant Parameters of Holstein cows fed with sunflower seed pelleted or not, with or without addition of lignosulphonate

Abstract: This study aimed to evaluate the in vitro digestibility, intake, digestibility and ruminal characteristics of Holstein cattle confined and fed with grain diets containing sunflower meal (GM) grain sunflower pellets (GMP), grain sunflower treated with lignosulphonate (GML) or grain sunflower pellets, treated with lignosulphonate (GPL). Four lactating cows were distributed in a Latin square with four treatments and four periods of 21 days each. There were no differences ($P>0.05$) for intake (% BW) of DM, OM, ash, CP, NDF and ADF. The apparent digestibility of DM, OM, CP, EE, NDF, ADF and CNE were similar ($P>0.05$) for all diets, with a tendency ($P=0.06$) of low CP digestibility for all pelleted treatment (65.79%) compared to treatments not pelleted (69.66%). The pellet only decreased the concentration of acetic acid (55.95 mM x 58.82 mM) in rumen fluid. There was no treatment effect on the pH (6.17) and NH₃-N (18.19 mg/dL). There was a negative effect ($P=0.05$) treatment lignosulphonate for in vitro (DIV) of the diets. The addition of lignosulphonate reduced IVDMD and tended ($P=0.06$) to reduce IVOMD. It was concluded that the pellet and the lignosulphonate used in the evaluated diets did not promote the protective effect of the nutrients of the grain as expected, being more feasible the supply of sunflower seed only ground.

Key-words: chemical treatment, fat, heat treatment, pellet

Introdução

A qualidade, consumo, digestibilidade e metabolismo dos nutrientes da dieta têm influência sob a resposta produtiva. Para atender a demanda energética de vacas de alta produção, têm-se adicionado fontes de gordura à dieta, uma vez que, o excesso de amido, prejudica o ambiente ruminal e promove desordens metabólicas.

Todavia o excesso de gordura na alimentação dos ruminantes, principalmente quando ricas em ácidos graxos insaturados (AGI), como a do girassol, pode reduzir a digestibilidade da fibra, a concentração de N-NH₃ e a razão acetato:propionato. Tais efeitos decorrem do efeito tóxico dos AGI sobre bactérias gram-positivas; do recobrimento físico da fibra; ou pela formação de sabões (Byers & Schelling, 1989; Jenkins & McGuire, 2006; Oliveira et al., 2007). Estas alterações reduzem a produção dos AGV, especialmente do acetato (Palmquist & Jenkins, 1980).

Maia et al. (2006) adicionando 5,1% de fontes de óleo (óleo de canola, arroz e soja) na dieta de cabras em lactação, com relação V:C de 50:50 e teor de extrato etéreo de 7,83% não observaram alterações nas concentrações de N-NH₃ ruminal porém, observaram elevação no pH. Isso mostra que a adição de gordura pode alterar os padrões de fermentação ruminal e conseqüentemente a atividade microbiana.

O grão de girassol possui alto teor de energia e proteína sendo uma ótima fonte nutricional para ruminantes. Entretanto, o grão inteiro apresenta-se protegido da digestão, e sua inclusão na dieta pode apresentar perdas de nutrientes que são eliminados nas fezes. Quando quebrado, os nutrientes são rapidamente degradados causando impactos negativos no rúmen e os AGI são mais facilmente biohidrogenados. Desta forma, estudos visando a redução da degradação ruminal dos nutrientes e a dos efeitos negativos da adição de altas concentrações de gordura, são importantes para maximizar o valor nutricional do grão.

Nesse sentido vários métodos podem ser usados, dentre eles a peletização e o lignosulfonato. A peletização pode proteger os nutrientes dos microrganismos e aumentar a fração proteica não degradável no rúmen (Chouinard et al., 1997). Segundo Petit et al. (1999) o lignosulfonato é um aglutinante energético que diminui a degradação ruminal da proteína do grão, por proteger a proteína verdadeira da ação dos microrganismos ruminais, reduzindo as perdas de nitrogênio.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o efeito do fornecimento de grãos de girassol peletizados ou não, com e sem a adição de lignosulfonato para vacas lactantes sob o consumo, digestibilidade aparente e “in vitro” e sob os parâmetros ruminiais.

Material e Métodos

Digestibilidade “in vitro”

A determinação da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e cinzas dos concentrados e da silagem de milho foi realizada segundo descrito em Silva & Queiroz (2002) e a fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo Van Soest et al. (1991).

A determinação da Digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) foi realizada segundo a técnica descrita por Tilley & Terry (1963) adaptada ao Rúmen Artificial, desenvolvido pela ANKOM[®], conforme descrito em Santos et al. (2000).

Para a coleta do líquido ruminal foi utilizada uma vaca da raça Holandesa com peso médio de 550 kg, munida de fistula ruminal e o animal foi mantido confinado. A dieta foi à base de: silagem de milho, milho moído e soja, suplemento vitamínico e mineral.

Os quatro concentrados foram avaliados: GM = grão de girassol moído; GMP = grão de girassol peletizado; GML = grão de girassol tratado com lignosulfonato (5% com base na MS do girassol); GPL = grão de girassol peletizado e tratado com lignosulfonato (5% com base na MS do girassol). Além dos concentrados, também foi avaliada a digestibilidade “in vitro” da silagem de milho.

Foi pesado 0,25 g de amostra de cada concentrado e da silagem de milho, estas amostras foram moídas em peneira com crivo de 1 mm, colocadas em filtros F57 e acondicionadas em jarros contendo saliva artificial e líquido ruminal obtido via fistula ruminal.

Os filtros que continham amostras de silagem de milho destinadas a determinação da DIVFDN permaneceram incubados por 48 horas e no término deste período foram lavados com água destilada para posterior determinação da FDN, realizada no determinador de fibra ANKOM. Já nos jarros do fermentador que continham os filtros com amostras dos concentrados destinadas a determinação de DIVMS e DIVMO, após 48 horas, foi acrescentado solução de HCl-Pepsina, permanecendo o material por mais

24 horas no fermentador. Ao término deste período, os filtros foram retirados do fermentador ruminal, lavados com água destilada até a total retirada do material aderente ao filtro e após, foram secos em estufa, por oito horas a 105°C, determinando-se a MS e MO analítica.

As digestibilidades “in vitro” foram calculadas pela diferença entre a quantidade incubada e o resíduo após a incubação, através da fórmula:

$$\text{DIV} = 100 - [(W3 - (W1 \times W4)) \times 100 / W2]$$

Em que: W1 é o peso da tara do filtro; W2 é o peso da amostra; W3 é o peso final do filtro e W4 é a correção com filtro em branco.

A análise estatística foi realizada utilizando-se o procedimento PROC MIXED do pacote estatístico SAS (SAS, 2003), com arranjo dos tratamentos em fatorial 2x2. Os dados foram analisados usando um delineamento inteiramente casualizado ($P < 0,05$). Os tratamentos foram comparados para fornecer os contrastes fatoriais: peletizado *versus* não peletizado, com lignosulfonato *versus* sem lignosulfonato, interação entre peletização e lignosulfonato. A significância foi declarada com $P \leq 0,05$ e a tendência foi aceita a $P \leq 0,10$.

Consumo, Digestibilidade Aparente e Parâmetros Ruminais

Animais e Dietas

O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Experimental de Iguatemi, no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá e, as análises de AGV foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

Foram utilizadas quatro vacas múltiparas, lactantes com 60 ± 20 dias de lactação, com média de produção de 17,34 Kg/dia e peso corporal médio de 569 ± 63 kg. Estes animais foram distribuídos em um quadrado latino com esquema fatorial 2x2 (peletizado ou não e com ou sem lignosulfonato), com quatro períodos de 21 dias cada, sendo 14 dias para adaptação e sete dias para coleta. No início e final de cada período

experimental os animais foram pesados, antes da alimentação da manhã, com o intuito de acompanhar a variação do peso corporal.

As vacas foram mantidas confinadas em baias individuais e a alimentação foi fornecida duas vezes ao dia às 8h e às 16h, imediatamente após as ordenhas. A razão silagem de milho:concentrado foi 60:40, sendo as dietas isoproteicas e isolipídicas atendendo as exigências de vacas em lactação conforme o NRC (2001).

As dietas estudadas foram: grão de girassol moído (GM); grão de girassol peletizado (GMP); grão de girassol tratado com lignosulfonato (GML); grão de girassol peletizado e tratado com lignosulfonato (GPL). A composição percentual das dietas é apresentada, na Tabela 1 e a composição química, na Tabela 2.

TABELA 1 – Composição percentual (% da MS) dos concentrados experimentais: grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos e peletizados (GMP), grãos de girassol moídos com lignosulfonato (GML) e grãos de girassol moídos peletizados e com adição de lignosulfonato (GPL)

Alimentos (%)	Dietas			
	GM	GMP	GML	GPL
Silagem de Milho	60	60	60	60
Milho moído	5,27	5,27	5,27	5,27
Farelo de Soja	18,58	18,58	18,58	18,58
Suplemento Mineral Vitamínico*	0,89	0,89	0,89	0,89
Calcário	1,06	1,06	1,06	1,06
Óxido de magnésio	0,28	0,28	0,28	0,28
Sal	0,61	0,61	0,61	0,61
Grão de Girassol Moído	13,40	-	-	-
Grão de Girassol Peletizado	-	13,40	-	-
Grão de Girassol Moído com Lignosulfonato	-	-	13,40	-
Grão de Girassol Peletizado com Lignosulfonato	-	-	-	13,40

* Ca : 270 g/kg, P : 80 g/kg, S : 20 g/kg, Mg : 15 g/kg, Fe : 2200 mg/kg, Cu: 800 mg/kg, Co: 50 mg/kg, I: 60 mg/kg, Se: 40 mg/kg, Zn: 2800 mg/kg, Mn: 2.680 mg, Vit. A: 216000 U.I./kg, Vit. D: 67600 U.I./kg, Vit. E : 500 mg/kg.

Na dieta GM, o grão de girassol foi moído a oito mm, adicionado milho na forma de quirera, farelo de soja, minerais e vitaminas. Na dieta GMP, a dieta GM foi submetida ao processo de peletização. Na dieta GML, a dieta GM foi adicionada de 5% de lignosulfonato com base na matéria seca do girassol. Na dieta GPL, a dieta GM foi adicionada de 5% de lignosulfonato com base na matéria seca do girassol e posteriormente essa mistura foi submetida ao processo de peletização. Todos os tratamentos foram oferecidos no cocho misturados à silagem de milho.

TABELA 2- Composição química das dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL)

	Dietas					Probabilidade ¹		
	GM	GML	GMP	GPL	EP ²	L	P	I
MS (%)	54,75	54,59	54,47	54,40	0,12	0,34	0,08	0,69
MO (%)	90,97	91,05	90,91	90,74	0,13	0,73	0,17	0,35
PB (%)	18,1	17,84	17,79	17,27	0,13	0,02	0,01	0,34
EE (%)	7,13	6,53	7,17	6,92	0,09	0,001	0,05	0,09
FDN (%)	45,95	45,08	45,28	44,52	0,43	0,09	0,18	0,90
FDA (%)	27,15	26,82	26,88	26,57	0,2	0,15	0,23	0,97
Cinzas (%)	6,24	6,21	6,26	6,33	0,05	0,73	0,17	0,35

¹L- Efeito Lignosulfonato, P- Efeito Peletização, I- Efeito Interação; P<0,05. ²EP- Erro Padrão. MS= Matéria seca; MO= Matéria Orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido.

Procedimentos experimentais

Amostras semanais dos alimentos fornecidos e diárias das sobras foram coletadas e congeladas a -10°C . Posteriormente foi feito um “pool” das amostras de alimento e de sobras, respectivamente, resultando em amostras únicas, por animal e por período. Posteriormente, as amostras foram secas em estufa de ventilação forçada (55°C , 72h), moídas em peneira com crivo de 1 mm e analisadas para a determinação de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), cinzas, segundo descrito em Silva & Queiroz (2002), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) segundo Van Soest et al. (1991).

Do décimo quinto ao vigésimo dia de cada período experimental, foram coletadas amostras de fezes, diretamente na ampola retal, na seguinte distribuição: 15º dia (8h), 16º dia (10h), 17º dia (12h), 18º dia (14h), 19º dia (16h), 20º dia (18h). Após secagem em estufa com ventilação forçada (55°C – 72h), as amostras foram processadas em moinho do tipo Willey (um mm) e compostas proporcionalmente, com base no peso seco ao ar, por animal, por período e armazenadas para posterior análise.

Para a determinação do consumo de matéria seca e nutrientes, diariamente foram registradas as quantidades de alimento oferecido e sobras, para que a dieta fosse ajustada de forma a obter diariamente 100 g/kg de sobras. Para estimação da excreção fecal diária utilizou-se como indicador interno a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), estimada nas amostras do alimento fornecido, sobras e fezes por intermédio de

procedimento de digestibilidade “in situ” por 144h descrita em Cochran et al. (1986), seguindo as equações:

$$EF = \frac{CFDNi}{FDNif}$$

$$CFDNi = FDNiof - FDNis$$

Em que: EF = excreção fecal (kg/dia); CFDNi = consumo de fibra em detergente neutro indigestível (kg); FDNif = fibra em detergente neutro indigestível das fezes (kg/kg); FDNiof = fibra em detergente neutro indigestível do oferecido (kg); FDNis = fibra em detergente neutro indigestível das sobras (kg).

A percentagem de NDT dos tratamentos foi determinada pela equação descrita por Weiss (1999):

$$\%NDT = \%PBD + \%FDND + \%CNED + \% (EED \times 2,25)$$

Em que: NDT = nutrientes digestíveis totais; PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNED = carboidratos não estruturais digestíveis; EED= extrato etéreo digestível. Sendo:

$$CNE = 100 - (PB + FDN + EE + Cinzas) \text{ (Sniffen et al., 1992)}$$

A concentração de energia líquida de lactação (ELL) foi estimada por meio da equação descrita pelo NRC (2001):

$$ELL \text{ (mcal/kg)} = 0,0245 \times \%NDT - 0,12$$

As amostras de líquido ruminal para a determinação de ácidos graxos voláteis, N-amoniaco e pH foram colhidas antes da alimentação da manhã (0h) e 2, 4, 6 e 8 horas após, no décimo oitavo dia de cada período experimental. O líquido foi colhido em diferentes partes do rúmen, com o auxílio de uma bomba de vácuo, e filtrados por uma camada tripla de gaze, sendo imediatamente submetidas à leitura do pH através de um potenciômetro digital. Nas amostras destinadas a determinação da concentração do nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e dos ácidos graxos voláteis (AGV) foram adicionados 2

mL de ácido sulfúrico 1:1 aos 100 mL de cada amostra coletada, sendo subdividido em dois frascos e congeladas, para posteriores análises.

As análises quantitativas e qualitativas dos AGV's foram executadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade de São Paulo, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". As amostras de líquido ruminal para determinação de ácidos graxos de cadeia curta (AGCC) sofreram centrifugação a 15.000g (4°C), durante 50 minutos, sendo analisadas de acordo com as recomendações de Palmquist & Conrad (1971) em cromatógrafo líquido-gasoso (Hewlett Packard 5890 Series II GC), equipado com integrador (Hewlett Packard 3396 Series II Integrator) e injetor automático (Hewlett Packard 6890 Series Injector). O padrão interno utilizado foi o ácido 2-metilbutírico sendo acrescentado, em cada tubo para leitura em cromatógrafo, 100 µL do padrão interno, 800 µL da amostra e 200 µL de ácido fórmico. Uma mistura de ácidos graxos voláteis com concentração conhecida foi utilizada como padrão externo para a calibração do integrador.

Para determinação de N-NH₃ no líquido ruminal, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 3.500 rpm, por 10 minutos. As concentrações de N-NH₃ nas amostras do líquido ruminal filtrado foram determinadas mediante destilação com hidróxido de potássio (KOH) 2N, conforme técnica descrita por Preston (1995).

Análises Estatísticas

A análise estatística dos dados foi realizada utilizando-se o procedimento MIXED do SAS (2003) com um arranjo dos tratamentos em fatorial 2x2. Os dados foram analisados considerando-se um delineamento de quadrado latino 4x4.

O modelo estatístico foi:

$$Y_{ijm} = \mu + T_i + P_j + e_{ijk}$$

Em que: Y_{ijm} = observação referente à repetição m, para o tratamento i, no período j; μ = média geral; T_i = efeito do tratamento i (girassol peletizado, girassol peletizado com lignosulfonato, girassol moído, girassol moído com lignosulfonato); P_j = efeito do período j (1, 2, 3 e 4); e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação m, que recebeu o tratamento i no período j. Os tratamentos foram comparados para fornecer os contrastes fatoriais: peletizado *versus* não peletizado, com lignosulfonato *versus* sem

lignosulfonato, interação entre peletização e lignosulfonato. A significância foi declarada com $P \leq 0,05$ e a tendência foi aceita a $P \leq 0,10$.

Resultados e Discussão

A composição química e os resultados da digestibilidade “in vitro” da silagem e dos concentrados contendo grãos de girassol moídos peletizados ou não e/ou com e sem adição de lignosulfonato encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3- Composição química e digestibilidade “in vitro” da matéria seca (DIVMS), matéria orgânica (DIVMO) e da fibra em detergente neutro (DIVFDN) dos concentrados contendo grãos de girassol moídos peletizados ou não e/ou com adição de lignosulfonato e da silagem de milho (SM)

%	Alimentos concentrados						Probabilidade		
	GM	GML	GMP	GPL	SM	EP	L	P	I
MS	91,30	90,88	90,60	90,42	30,55	0,30	0,34	0,08	0,69
MO	90,97	91,05	90,91	90,74	95,62	0,13	0,73	0,17	0,35
PB	31,71	31,06	30,93	29,63	9,03	0,13	0,02	0,01	0,34
EE	14,14	12,64	14,23	13,62	2,46	0,23	0,001	0,05	0,09
FDN	26,08	23,93	24,40	25,51	59,20	1,07	0,09	0,18	0,90
FDA	16,58	15,77	15,91	15,15	34,20	0,50	0,15	0,23	0,97
Cinzas	9,03	8,95	9,09	9,26	4,38	0,13	0,73	0,17	0,35
CNE	19,05	23,43	21,35	24,98	25	1,17	0,01	0,13	0,75
DIVMS	73,73	70,31	72,30	71,86	58,60	0,87	0,05	0,94	0,12
DIVMO	74,19	70,83	72,95	72,45	60,21	0,83	0,06	0,91	0,1
DIVFDN	-	-	-	-	68,68	-	-	-	-

L- Efeito Lignosulfonato, P- Efeito Peletização, I- Efeito Interação, $P < 0,05$; EP- Erro Padrão; MS- Matéria Seca; MO- Matéria Orgânica; PB- Proteína Bruta; EE- Extrato Etéreo; FDN- Fibra em Detergente Neutro; FDA- Fibra em Detergente Ácido. CNE= 100 – (PB+EE+FDN+Cinzas).

Houve efeito significativo ($P < 0,05$) dos tratamentos peletização e lignosulfonato sobre a composição dos concentrados contendo grãos de girassol. O uso da peletização reduziu o teor de PB (30,28% x 31,39%) e EE (13,93% x 13,39%) e tendeu a reduzir o teor de MS dos concentrados quando comparado aos não peletizados. A adição do lignosulfonato também reduziu o teor de PB (30,35% x 31,32%) e EE (13,13% x 14,19%). Houve tendência a reduzir o teor de FDN dos concentrados quando comparado a não adição, além disso, houve tendência ($P = 0,09$) a menor teor de EE no concentrado que passou pelos dois processamentos (13,62% x 13,67%) peletização e

adição de lignosulfonato em comparação aos concentrados que passaram por um dos dois tratamentos ou nenhum.

A DIVMS, DIVMO e a DIVFDN da silagem de milho foram de 58,60%, 60,21% e 68,68%, respectivamente. Os valores referentes a DIVMS foram superiores aos encontrados por Senger et al. (2005) de 52,1% e inferiores aos encontrados por Deminicis et al. (2009) que obtiveram em média 70,6%. Sabe-se que a digestibilidade da silagem de milho pode ser afetada pelo híbrido utilizado, pelo teor de MS da planta, compactação, presença de aditivos, teor de fibra, entre outros.

Houve efeito significativo ($P=0,05$) do tratamento lignosulfonato sob a digestibilidade “in vitro” dos concentrados contendo grãos de girassol. Observou-se menor digestibilidade da MS ($P=0,05$) e tendência a menor digestibilidade da MO ($P=0,06$) nos concentrados em que os grãos de girassol moídos foram tratados com lignosulfonato. Isto sugere que o lignosulfonato pode não somente evitar a degradação ruminal, mas também indisponibilizar esses nutrientes para serem absorvidos no intestino.

Bett et al. (2004) avaliaram a DIVMS, PB e EE do grão de girassol de três diferentes variedades e observaram valores entre 52,9 e 61,1% para a DIVMS; 91,6 e 94,5% para DIVPB e 58,7 e 71,9% para DIVEE.

Resultados semelhantes, aos encontrados no presente estudo, foram obtidos por De Marchi et al. (2009) que trabalharam com vacas leiteiras a pasto suplementadas com concentrado com grãos de girassol moído, peletização e/ou com adição de lignosulfonato também avaliaram a digestibilidade “in vitro” dos concentrados e observaram diminuição DIVMS e da DIVPB quando houve adição de lignosulfonato e redução da DIVFDN com a peletização.

Melbar (2000) destaca dentre as propriedades dos lignosulfonatos as tensoativas, aglomerantes, dispersantes, emulsificantes, umectantes, sequestrantes, palatabilizante e a de combinar-se com proteínas. Na indústria de alimentos para animais, os lignosulfonatos de cálcio e magnésio são empregados na peletização sendo um aglutinante energético. Petit et al. (1999) trabalharam com grãos de soja e lignosulfonato e citam que o lignosulfonato atua diminuindo a degradação ruminal da proteína do grão, visto que protege a proteína verdadeira da ação dos microrganismos ruminais, aumentando a concentração de proteína não degradável no rúmen. No presente estudo, apesar de não ter sido avaliada a DIVPB, o uso do lignosulfonato reduziu a digestibilidade dos nutrientes avaliados (DIVMS e DIVMO).

Resultados diferentes dos encontrados nesse estudo foram observados por De Marchi et al (2006) que trabalharam com grãos de soja e observaram maior DIVMS na dieta tratada com lignosulfonato. Santos et al. (2004) trabalharam com canola, tratamento térmico e ácido tânico e observaram que nenhum dos tratamentos isolados (calor ou ácido tânico) nos grãos de canola afetaram a DIVMS; quanto a DIVPB, observaram aumento da mesma, proporcionado tanto pelo calor como pelo ácido tânico.

As médias de ingestão (Kg/dia e %PV) de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), cinzas, proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), extrato etéreo (EE) das dietas avaliadas encontram-se na Tabela 4.

Os animais alimentados com as dietas GM, GML, GMP e GPL não apresentaram diferença significativa ($P>0,05$) na ingestão dos diferentes nutrientes, mostrando que o tratamento térmico da peletização e/ou químico com o lignosulfonato não promoveu a ingestão de maior ou menor quantidade de nenhum nutriente.

TABELA 4 - Consumo de nutrientes (Kg/dia e %PV) das dietas totais, estimados com uso de indicador, de vacas em lactação mantidas confinadas, alimentadas com dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL)

	Dietas					Probabilidade ¹		
	GM	GML	GMP	GPL	EP ²	L	P	I
Consumo Dieta total Kg/dia								
MS	15,50	16,35	16,25	15,64	2,04	0,96	1,00	0,73
MO	14,51	15,31	15,23	14,64	1,91	0,96	0,99	0,72
Cinzas	1,00	1,03	1,02	0,99	0,13	0,98	0,96	0,78
PB	2,94	3,02	2,98	2,76	0,36	0,84	0,76	0,68
EE	1,19	1,14	1,22	1,15	0,14	0,65	0,89	0,96
FDN	6,75	7,07	7,10	6,75	1,01	0,99	0,99	0,75
FDA	4,00	4,12	4,25	4,06	0,57	0,95	0,87	0,80
Consumo total %PV								
MS	2,83	2,90	2,92	2,73	0,44	0,90	0,93	0,78
MO	2,65	2,72	2,73	2,56	0,41	0,90	0,93	0,77
Cinzas	0,18	0,18	0,18	0,17	0,03	0,87	0,86	0,82
PB	0,54	0,53	0,54	0,48	0,08	0,73	0,75	0,74
EE	0,22	0,20	0,22	0,20	0,03	0,58	0,99	0,96
FDN	1,24	1,25	1,28	1,18	0,21	0,86	0,93	0,79
FDA	0,73	0,73	0,77	0,71	0,12	0,82	0,96	0,82

¹L- Efeito Lignosulfonato, P- Efeito Peletização, I- Efeito Interação; $P<0,05$. ²EP- Erro Padrão.

O consumo médio de MS das dietas foi de 2,85% do peso vivo, esse valor foi inferior ao encontrado por Silva et al. (2001) que também trabalharam com dietas com nível de V:C de 60:40 porém, com diferentes níveis de nitrogênio não proteico para vacas em lactação, e encontraram estimativas próximas a 3,0% PV.

Uma possível explicação para o baixo consumo de matéria seca observado é o alto teor de extrato etéreo das dietas que tiveram média de 6,9% e, além disso, a silagem utilizada apresentou baixa qualidade sendo que seu teor de fibra foi de 59,20%. Segundo Van Soest (1982) valores altos de FDN podem interferir no consumo de matéria seca, sendo que valores acima de 48-50% de FDN reduzem a qualidade da silagem e diminuem, portanto, o seu consumo. As dietas com maiores teores de MS, PB, FDN e EE também tendem a diminuir o consumo em razão de um ajuste de ingestão de energia ou então, quando se tratando apenas de altos teores de FDN, ao enchimento do rúmen.

Além da composição da silagem e da dieta total o tratamento térmico é um fator que também pode influenciar o consumo. Chang & Wang (1998) descrevem que a peletização exerce várias funções, dentre elas destacam-se a melhoria da palatabilidade, eliminação da seleção de nutrientes pelos animais, destruição de alguns microrganismos e componentes tóxicos e alteração da textura da ração, portanto pode contribuir para um aumento no consumo de alguns nutrientes. Todavia, esse efeito não foi observado neste trabalho.

Segundo Benson et al. (2001), os ácidos graxos poli-insaturados e não esterificados podem ser potentes inibidores do consumo. Desta forma, o fornecimento de grãos de girassol somente moídos poderia ter liberado a gordura poli-insaturada do grão, de forma mais rápida e direta contribuindo para alguma redução no consumo, o que não foi observado. Franklin et al. (1999) relataram que normalmente quando se adiciona fontes de gordura ricas em ácidos graxos poli-insaturados também pode ocorrer queda no consumo por causa da perda da palatabilidade.

Os mesmos resultados observados no presente trabalho, foram encontrados por Neves et al. (2007) que trabalharam com dietas à base de grãos de soja tratados termicamente e/ou com adição de lignosulfonato, não observaram efeito significativo sobre o consumo de MS, FDA e FDN para as dietas estudadas. No entanto, os autores observaram uma tendência de redução no consumo de PB quando os animais receberam dietas contendo grãos de soja tratados termicamente e com adição de lignosulfonato.

Mansfield & Stern (1994) também não observaram alteração na ingestão de MS e MO em vacas alimentadas com dietas contendo grãos de soja tratados ou não com lignosulfonato.

Gonthier et al. (2004) trabalharam com grãos de linhaça com ou sem tratamento térmico, na alimentação de vacas leiteiras e não observaram alteração no consumo de MS ou de MO, assim como no presente estudo em que o tratamento térmico da peletização não alteraram o consumo desses nutrientes. Esses resultados corroboram com os obtidos por Khorosani et al. (1991), Petit et al. (2002) e Ward et al. (2002).

Por outro lado, Wright et al. (2005) que forneceram dietas contendo grãos de oleaginosas tratados termicamente com e sem adição de lignosulfonato para vacas leiteiras, observaram maior ingestão de MS para os animais alimentados com dieta contendo grãos tratados termicamente e com lignosulfonato.

De maneira geral, a adição de gordura na forma protegida na dieta de ruminantes, não tem apresentado efeitos negativos sobre o consumo dos nutrientes quando comparada a adição dos mesmos valores na forma de óleo (não protegida), indicando que proteger a gordura é uma boa alternativa e traz benefícios à nutrição dos ruminantes (Kennelly, 1996).

Os valores das digestibilidades aparentes das diferentes dietas encontram-se na Tabela 5. Nela, pode-se observar que não houve diferenças significativas ($P>0,05$) nas digestibilidades aparentes da MS, MO, PB, EE, FDN e FDA entre as dietas. Porém, observa-se tendência ($P=0,06$) a menor digestibilidade da PB com a peletização (65,79%) em comparação aos tratamentos não peletizados (69,66%). Pode-se observar ainda baixa digestibilidade aparente da MS das dietas totais, possivelmente isso tenha ocorrido pela baixa qualidade da silagem de milho que contribuiu para o alto teor de fibra nas dietas.

A estimativa de valores de consumo e digestibilidade indicam a eficiência de utilização do alimento. Wang et al. (1999) relatam que o tratamento térmico dos grãos de oleaginosas, usualmente altera o local de digestão da proteína do rúmen para o intestino, com pequeno efeito sobre a digestibilidade total.

Segundo Whitlock et al. (2002) as técnicas de processamento de alimentos podem ser utilizadas para melhorar a dieta animal em termos de teor e aproveitamento dos nutrientes. A peletização é um processo mecânico, que promove a aglomeração de pequenas partículas através do calor úmido e da pressão de uma prensa de peletes em partículas grandes. No presente estudo, o tratamento térmico da peletização não

apresentou o efeito esperado, uma vez que tendeu a reduzir a digestibilidade da PB enquanto o esperado era que a peletização aumentasse a digestibilidade da PB apenas alterando o local de digestão do rúmen para o intestino fazendo com que ela fosse melhor aproveitada pelo animal.

TABELA 5 - Digestibilidade aparente (MS, PB, EE, FDN e FDA), estimada com uso de indicador, de vacas em lactação confinadas, alimentadas com dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GMP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL)

Digestibilidade %	Dietas				EP ²	Probabilidade ¹		
	GM	GML	GMP	GPL		L	P	I
MS	55,84	56,52	53,18	55,63	2,47	0,54	0,49	0,73
MO	58,05	59,33	56,20	58,26	2,48	0,52	0,57	0,88
PB	69,75	69,57	65,45	66,13	1,76	0,89	0,06	0,81
EE	94,77	94,53	93,79	94,38	0,58	0,77	0,35	0,49
FDN	38,38	39,20	34,68	36,15	3,95	0,78	0,42	0,94
FDA	31,88	30,50	31,78	34,2	4,44	0,54	0,49	0,73
CNE	72,70	76,77	75,83	79,08	2,54	0,18	0,31	0,88

¹L- Efeito Lignosulfonato, P- Efeito Peletização, I- Efeito Interação; P<0,05. ²EP- Erro Padrão. MS= Matéria seca; MO= Matéria Orgânica; PB= proteína bruta; EE= extrato etéreo; FDN= fibra em detergente neutro; FDA= fibra em detergente ácido; CNE= Carboidratos não-estruturais.

Segundo O'Doherty et al. (2000) várias funções podem ser provindas da peletização incluindo a melhoria da digestibilidade da matéria orgânica, energia, cinzas e proteína, o que não ocorreu neste trabalho. O autor afirma ainda que a peletização melhora a eficiência alimentar pela combinação da umidade, calor e pressão, que gelatinizam superficialmente ou rompem a estrutura das partículas dos alimentos melhorando assim a utilização dos nutrientes e reduz a segregação dos diferentes ingredientes garantindo um consumo balanceado da ração todo o tempo.

No entanto, sabe-se que elevadas temperaturas desnaturam e alteram a solubilidade das proteínas. A temperatura durante o processo de peletização é alta, girando em torno de 93°C, podendo assim ter influenciando o valor de digestibilidade da PB dos tratamentos peletizados. Lucci (1997) afirma que o emprego de calor altera a estrutura das proteínas expondo os aminoácidos hidrofóbicos à superfície da molécula provocando queda na solubilidade; assim como o tratamento térmico pode causar redução da sua taxa de fermentação ruminal. Segundo Aldrich et al. (1997) o tratamento térmico das dietas pode reduzir a solubilidade da proteína no rúmen e aumentar o suprimento de aminoácidos no intestino delgado.

Resultados diferentes dos obtidos neste trabalho foram encontrados por Neves et al. (2009), que trabalharam com grãos de canola e observaram redução na digestibilidade da MS, MO e CNE para os tratamentos contendo lignosulfonato em comparação aos tratamentos sem lignosulfonato, entretanto não verificaram diferença na digestibilidade da MS, MO, PB, EE, FDA, FDN e CNE com os tratamentos extrusados ou extrusados com lignosulfonato.

Por outro lado Khorasani et al. (1992) observaram resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo. Os autores avaliaram o efeito da utilização de grão de canola tratada com Jet-Splotted[®] e não obtiveram diferenças significativas nos coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, FDN e FDA; contudo, encontraram redução na digestibilidade do EE na dieta que continha maior concentração de grãos protegidos.

Gonthier et al. (2004) relataram que o uso de grãos de linhaça sob efeito de tratamento térmico, do tipo micronização e extrusão, não afetaram a digestibilidade total da MS e MO; o mesmo foi observado neste experimento em que o tratamento térmico foi a peletização e a digestibilidade da MS e MO não foram afetadas.

Chouinard et al. (1998) encontraram resultados diferentes. Os autores forneceram sais de cálcio de ácido graxo de soja, linhaça e canola para vacas lactantes e observaram digestibilidade maior da MS, PB, EE e FDN para os sais de cálcio em relação à dieta controle. Os autores justificaram que os sais de Ca substituíram parte do milho da dieta diminuindo o amido e conseqüentemente os carboidratos fermentáveis no rúmen. Isso afetou a energia disponível para a síntese microbiana de proteína, aumentou a perda de $N-NH_3$ ruminal, o que acarretou em maior digestibilidade aparente da PB.

Comparando-se os resultados de digestibilidade “in vitro” dos alimentos concentrados apresentados na Tabela 3, com as digestibilidades aparente das dietas totais apresentadas na Tabela 5, pode-se notar que houve redução da digestibilidade aparente da MS (55,29%) e MO (57,96%) em relação à DIVMS (72,05%) e DIVMO (72,61%), isso provavelmente tenha ocorrido em virtude do efeito associativo dos alimentos, além disso a baixa qualidade apresentada pela silagem pode ter contribuído para esses resultados. Segundo Alcalde (1997), a forma física do concentrado não pode ser julgada como único fator de qualidade ou de eficiência energética de uma dieta, uma vez que a proporção e o tipo de volumoso utilizado para compor a mesma podem

apresentar interações nos resultados de degradação ruminal e digestibilidade total, assim como observado.

Na alimentação de bovinos, quando o volumoso é acrescido de grãos que tenham passado por processamento físico e/ou químico, ocorrem interações benéficas ou não entre as partes (efeito associativo dos alimentos). Assim o processo de moagem, quebra, peletização e adição de produtos químicos influenciam significativamente a quantidade e o local em que os grãos de cereais serão digeridos, fato que é capaz de alterar a eficiência da utilização dos nutrientes (Mello Jr., 1991).

Os valores de NDT, ELL e CNE das dietas experimentais encontram-se na Tabela 6. A peletização e o lignosulfonato não alteraram as concentrações de NDT e ELL. Todavia, os CNE das dietas foram alterados pela peletização. Diante da ausência de efeito do tratamento térmico da peletização e do tratamento químico com lignosulfonato sob a composição da dieta, o consumo e sob a digestibilidade, os resultados de NDT não poderiam ser diferentes, uma vez que, este é dependente desses fatores. O mesmo cabe a ELL que por sua vez é dependente da composição das dietas (PB, FDN, EE, Cinzas) e do NDT.

TABELA 6 – Teor de nutrientes digestíveis totais (NDT), energia líquida de lactação (ELL) e carboidratos não estruturais das dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL)

	Dietas				Probabilidade ¹			
	GM	GP	GML	GPL	EP ²	P	L	I
NDT(%)	61,86	62,66	60,33	62,02	2,3	0,60	0,65	0,85
ELL (Mcal/kgMS)	1,40	1,42	1,36	1,40	0,06	0,60	0,65	0,85
CNE (%)	22,58	24,34	23,50	24,96	0,47	0,01	0,14	0,75

¹L- Efeito Lignosulfonato, P- Efeito Peletização, I- Efeito Interação; P<0,05. ²EP- Erro Padrão.

Os carboidratos constituem 50 a 80% da MS dos volumosos e grãos e seu valor nutritivo depende de sua composição em açúcares e de suas ligações com compostos fenólicos. A disponibilidade nutricional dos carboidratos depende da capacidade do animal em quebrar as ligações glicosídicas nos diferentes carboidratos (Van Soest, 1994).

O uso da peletização aumentou o teor de CNE nos concentrados, isso é interessante uma vez que, o grupo dos CNE é constituído pelos açúcares e amido, estes estão presentes no conteúdo celular e é uma fonte de energia prontamente disponível. A peletização pode ter interferido na interação que existe entre a matriz proteica e os

grânulos de amido e/ou aumentando a solubilidade do amido, e desta maneira aumentando seu teor na dieta. Diante disso, o esperado era que houvesse maior digestibilidade desses CNE, no entanto isso não foi observado.

Resultados diferentes foram encontrados por Neves et al. (2009) que avaliaram o uso da extrusão e da adição de lignosulfonato (5%) em dietas com grãos de canola, não observam diferenças nos teores de NDT e ELL entre os concentrados extrusados e ou com adição de lignosulfato no entanto, os teores de CNE foram maiores nas dietas que passaram pelos processos de extrusão e adição de lignosulfonato. Os autores observaram ainda que, assim como no presente trabalho, que a dieta que apresentou maior teor de CNE não apresentou maior digestibilidade.

Os resultados da concentração de ácidos graxos voláteis (AGV), nitrogênio amoniacal (N-NH₃) e valores de pH das dietas contendo grão de girassol moído (GM), grão de girassol peletizado (GP), grão de girassol moído com lignosulfonato (GML) e grão de girassol peletizado com lignosulfonato (GPL) encontram-se da Tabela 7.

TABELA 7 - Concentração de ácidos graxos voláteis (AGV), nitrogênio amoniacal e valores de pH de vacas da raça Holandesa alimentadas com grão de girassol moído (GM), grão de girassol peletizado (GP), grão de girassol moído com lignosulfonato (GML) ou grão de girassol peletizado com lignosulfonato (GPL)

Parâmetros	Dietas				Probabilidade ¹			
	GM	GP	GML	GPL	EP	P	L	I
	mM							
Ácido Acético	54,81	55,51	62,83	56,39	2,11	0,05	0,11	0,19
Ácido Propiônico	29,39	33,45	27,5	24,77	5,26	0,33	0,53	0,9
Ácido Butírico	12,64	13,04	12,25	11,48	1,49	0,52	0,7	0,9
Ácido Valérico	1,97	1,97	1,65	1,84	0,23	0,34	0,7	0,68
Ácido Iso-butírico	1,09	1,15	1,87	1,38	0,38	0,2	0,47	0,58
Ácido Iso-valérico	2,43	2,6	2,43	2,39	0,23	0,66	0,67	0,78
C2/C3	2,22	2,22	2,72	2,78	0,34	0,14	0,93	0,94
Total	102,06	107,72	108,5	98,24	7,55	0,84	0,31	0,77
N-NH ₃ (mg/dL)	19,13	18,1	17,78	17,73	2,22	0,81	0,71	0,83
pH	6,11	6,25	6,26	6,06	0,16	0,87	0,89	0,3

¹- L- Efeito Lignosulfonato, P- Efeito Peletização, I- Efeito Interação; P<0,05.²- EP- Erro Padrão.

Houve efeito significativo (P=0,05) para peletização na concentração do ácido acético sendo que, a utilização deste processamento diminuiu (55,95 mM) a concentração do mesmo se comparado a não peletização (58,82 mM). Já para as concentrações dos demais AGV, assim como, para os valores de N-NH₃ e pH não houve efeito significativo dos tratamentos.

Todos os carboidratos digeridos no rúmen transformam-se em ácidos graxos voláteis (AGV) que são a fonte de energia mais importante para os ruminantes. Em média as concentrações dos principais AGV são: 54% a 74% para acetato, 16% a 27% para propionato, 6% a 15% para butirato e 90 a 150 mM para AGV total (Lana, 2005), esses valores variam de acordo com o tipo de dieta.

Dietas ricas em carboidrato (grãos) favorecem a formação de maiores proporções de ácido propiônico; as ricas em proteína, do ácido butírico e as ricas em volumoso (fibra), do ácido acético. Portanto, dois fatores principais podem contribuir para a diminuição nos teores de ácido acético: a elevada presença de carboidratos e elevados teores de gordura na dieta, uma vez que o uso de lipídeos na dieta pode interferir na fermentação ruminal, principalmente quando os teores de inclusão deste nutriente ultrapassam 7,0% (Palmquist, 1989 e Jenkins, 1993).

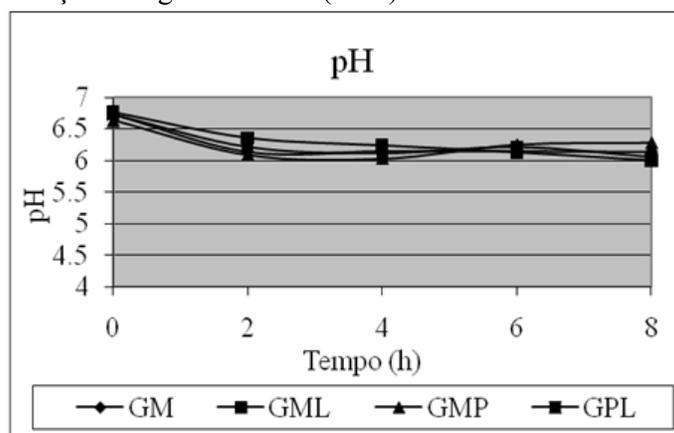
Eifert et al. (2005) trabalhando com adição de 6,19% na MS de óleo de soja e monensina na dieta de vacas lactantes, observaram redução nas concentrações de butirato, acetato e propionato nos tratamentos que continham óleo. Porém, não observaram diferenças nas concentrações de AGV totais e no pH. Observaram ainda que a adição de óleo com e sem monensina reduziu a concentração de N-NH₃.

Apesar do teor de gordura no presente trabalho ter sido maior (6,9%) que no trabalho de Eifert et al. (2005), apenas o uso da peletização reduziu a concentração de ácido acético sendo que os outros parâmetros não foram alterados pelas dietas. Isto sugere que o aumento da densidade energética das dietas através do fornecimento de grãos (forma mais protegida) e não de óleo provoca menos alterações no ambiente ruminal sendo, portanto, mais recomendado.

A variação do pH ruminal e da concentração de N-NH₃ ruminal ao longo do tempo, das dietas experimentais encontram-se nas Figuras 1 e 2, respectivamente.

Como pode ser observado nas Figuras 1 e 2 o pH e a concentração de N-NH₃ comportaram-se de maneira normal com ligeira queda do pH e aumento da concentração de amônia nas duas primeiras horas após a alimentação.

FIGURA 1: Variação do pH ruminal de vacas leiteiras da Raça Holandesa alimentadas com dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL)



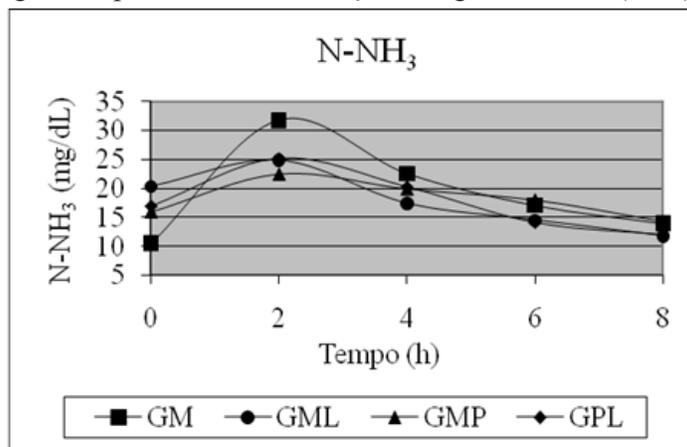
Dietas com elevado teor de carboidratos solúveis (amido) tendem a promover acentuada queda de pH no rúmen por causa da sua maior disponibilidade aos microrganismos ruminais e facilidade de fermentação. Todavia, no presente trabalho houve a substituição da fonte energética passando do amido para os lipídios, isso pode ter contribuído para a pouca queda do pH nas primeiras duas horas após a alimentação e também para a pouca variação do pH ao longo do tempo; outro fator que pode ter contribuído para a pouca variação do pH ao longo do dia foi o fato de que as vacas foram mantidas confinadas e tinham alimento disponível todo o tempo, ou seja, elas alimentavam-se em intervalos curtos de tempo. Vale destacar ainda que o elevado teor de fibra nas dietas é fator determinante para produção de saliva e conseqüentemente para o bom tamponamento do rúmen (Van Soest, 1994).

A concentração de $N-NH_3$ ao longo do tempo foi mais variável que o pH. Como apresentado na Figura 2, houve maior concentração de amônia nas primeiras duas horas após a alimentação sendo que, apesar dos tratamentos não terem apresentado diferença sobre as concentrações de $N-NH_3$, a dieta apenas moída (GM) apresentou maior pico no tempo 2. Isso mostra que a proteína presente nesse tratamento pode ter sido degradada mais rapidamente, quando comparada as dietas que passaram por algum processamento.

As fontes de nitrogênio ou proteína dos ruminantes são a proteína microbiana e proteína dietética não degradada no rúmen, além da proteína endógena e da reciclagem de nitrogênio via saliva ou difusão pela parede ruminal, sendo que a concentração de

amônia no rúmen varia em função do equilíbrio entre as taxas de produção e utilização (Van Soest, 1994).

FIGURA 2: Variação da concentração de N-NH₃ ruminal de vacas leiteiras da Raça Holandesa alimentadas com dietas à base de grãos de girassol moídos (GM), grãos de girassol moídos com adição de lignosulfonato (GML), grãos de girassol peletizados (GP) e grãos de girassol peletizados com adição de lignosulfonato (GPL)



A presença de N-NH₃ no líquido ruminal é fator preponderante no desenvolvimento da microflora do rúmen a qual influencia o pH e, portanto, a fermentação ruminal. O uso ou não da peletização e/ou lignosulfonato não alteraram a concentração de N-NH₃ e conseqüentemente o pH, mostrando que esses tratamentos não prejudicaram o desenvolvimento microbiano.

A determinação da concentração de amônia permite quantificar retenções ou perdas de proteína pelo organismo do animal, pois quando ocorrem altas concentrações de amônia, pode estar havendo excesso de proteína dietética degradada no rúmen e, ou, baixa concentração de carboidratos degradados no rúmen. Lana (2005) afirmou que o padrão mínimo para um bom desenvolvimento microbiano é de 5 mg/dL de N-NH₃. Leng & Nolan (1984) sugerem que a concentração de amônia para a máxima síntese de proteína microbiana pode ser de 15 a 20 mg N-NH₃/100 mL de fluido, dependendo da dieta.

Os valores de pH e a concentração de N-NH₃ encontrados neste estudo foram em média 6,17 e 18,19 mg/dL, respectivamente. O valor médio de pH encontrado ficou dentro do limite recomendado por Van Soest (1994) que é de 5,5 a 7,0 para o bom funcionamento ruminal e a concentração de N-NH₃ atendeu ao mínimo recomendado por Lana (2005) e ficou dentro do recomendado por Leng & Nolan (1984). As dietas

utilizadas neste trabalho apresentaram valores de PB acima do recomendado pelo NRC (2001) para os animais da categoria utilizada. No entanto, as concentrações de N-NH₃ encontradas mostram que apesar desse elevado teor de PB da dieta, não houve excesso de amônia ruminal o que pode ser explicado pelo baixo consumo das dietas.

Todavia, os resultados em razão da não diferença entre os tratamentos na produção de N-NH₃ utilizando a peletização, lignosulfonato ou a associação entre os dois processamentos, sugerem que estas metodologias de processamento não foram eficazes na proteção da proteína, divergindo dos resultados encontrados por Wright et al. (2005) que obtiveram redução na concentração de N-NH₃ utilizando lignosulfonato, assim como Wernersbach Filho et al. (2006) que observaram redução do N-NH₃ em animais recebendo dietas contendo alimentos extrusados. Uma explicação para os resultados de N-NH₃ serem semelhantes entre os tratamentos estudados, é que todas as dietas tiveram disponibilidade de energia suficiente para o aproveitamento da proteína.

Outros resultados, diferentes dos encontrados neste estudo, foram relatados por Looor et al. (2002) que suplementando a dieta de vacas leiteiras com fontes de gordura protegida e óleo de canola observaram pH ruminal mais elevado nas dietas com fontes de gordura protegida do que com óleo de canola e a concentração de N-NH₃ diminuiu em resposta a suplementação lipídica, sendo menor nas fontes protegidas.

Maia et al. (2006) adicionaram óleo de soja, arroz e canola na dieta de cabras em lactação não observaram alterações nas concentrações de N-NH₃, porém observaram elevação no pH. Isso mostra que a adição de fontes de lipídeos na dieta, bem como a forma de adição, podem alterar os padrões de fermentação ruminal e consequentemente a atividade microbiana. Fato não observado no presente trabalho em que, apesar da alteração na concentração de ácido acético ter sido menor com o uso da peletização, a concentração de amônia e o valor do pH não foram afetados.

Resultados semelhantes aos encontrados no presente estudo foram encontrados por Neves et al. (2009) que trabalharam com canola moída, extrusada e/ou adicionada de lignosulfonato e não observaram alteração em nenhum parâmetro ruminal. Madison-Anderson et al. (1997) avaliaram dietas contendo grão de soja extrusado e não observaram, assim como neste trabalho, alteração na concentração de N-NH₃ e no pH ruminal, entretanto, os autores observaram redução na concentração dos AGV.

Gonthier et al. (2004) trabalharam com diversos processamentos do grão de linhaça e não observaram alterações significativas nas concentrações de N-NH₃, pH e AGV. No

entanto, observaram que as dietas contendo grãos de oleaginosas processadas reduziram a concentração de acetato e aumentaram a de propionato, reduzindo desta forma a razão acetato:propionato. O mesmo foi observado neste trabalho, em que a peletização reduziu a concentração de acetato e não alterou a concentração de N-NH₃ e os valores de pH.

Conclusões

A peletização reduziu os teores de PB e EE e tendeu a reduzir a MS dos concentrados contendo grãos de girassol moídos. A adição de lignosulfonato reduziu a digestibilidade “in vitro” da MS. O fornecimento de grãos de girassol peletizados ou não, com e sem a adição de lignosulfonato para vacas em lactação não alterou o consumo e a digestibilidade aparente das dietas totais, exceto sobre a PB em que a peletização tendeu a reduzir a digestibilidade aparente. A peletização reduziu a concentração de ácido acético no líquido ruminal. As concentrações dos demais AGV, assim como, os valores de N-NH₃ e pH não foram alterados pelos tratamentos.

Literatura Citada

- ALCALDE, C.R. **Avaliação da granulometria ou hidratação do milho através da digestibilidade aparente, degradação ruminal e desempenho de bovinos.** 1997. 97f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de São Paulo, Jaboticabal, 1997.
- ALDRICH, J.B., MULLER, L.D., VARGAS, G.A. Nonstructural carbohydrate and protein effects on rumen fermentation, nutrient flow, and performance of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1091-1099, 1997.
- BENSON, J.A.; REYNOLDS, C.K.; HUMPHRIES, D.J. et al. Effects of abomasal infusion of long chain fatty acids on intake, feeding behaviour and milk production in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.1182-1191, 2001.
- BETT, V.; OLIVEIRA, M.D.S.; SOARES, W.V.B. et al. Digestibilidade *in vitro* e degradabilidade *in situ* de diferentes variedades de grãos de girassol (*Helianthus annuus* L.). **Acta Scientiarum**, v.26, p.513-519, 2004.
- BYERS, F.M.; SCHELLING, G.T. **Lipids in ruminant nutrition.** In: CHURCH, D.C. (Ed.) The ruminant animal: digestive physiology and nutrition. New Jersey: A reston Book. 1989. p.298-312.
- CHANG, Y.K.; WANG, S.S. Advances in extrusion technology. Aquaculture/Animal feeds and foods. **Technomic**, 1998, 422p.
- CHOUINARD, P.Y.; LÉVESQUE, J.; GIRARD, V. et al. Performance and profiles of milk fatty acids of cows fed full fat, heat-treated soybeans using various processing methods. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.334-342, 1997.
- CHOUINARD, P.Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G.H. et al. Fatty acid profile and physical properties of milk fat from cows fed calcium salts of fatty acids with varying unsaturation. **Journal of Dairy Science**, v.81, p.471-481, 1998.
- COCHRAN, R.C., ADAMS, D.C., WALLACE, J.D. et al. 1986. Predicting digestibility of different diets with internal markers: Evaluation of four potential markers. **Journal Animal Science**, v. 63, p.1476-1483, 1986.
- DEMINICIS, B.B; VIEIRA H.D.; JARDIM, J.G.; ARAUJO, et al. Silagem de milho - Características agronômicas e considerações **REDVET. Revista electrónica de Veterinaria.** v. 10, p. 1-6, 2009
- DE MARCHI, F.E.; SILVA, D.C.; SANTOS, W.B.R. NEVES et al. Digestibilidade *in vitro* e Degradabilidade *in situ* do Grão de Soja Moído Extrusado e com Adição do Lignosulfonato. In: XV Encontro Anual de Iniviação Científica, 2006, Ponta Grossa. **Anais...** Rio de Janeiro: Encontro Anual de Iniviação Científica, 2006.
- DE MARCHI, F.E.; ROMERO, J.V. ; SANTOS, W.B.R. et al. Vacas leiteiras mantidas em pastagens de *Cynodon*, suplementadas com concentrado contendo grãos de girassol: composição e digestibilidade *in vitro* das dietas. In: 46º Reunião da

- Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009, Maringá. **Anais...** Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2009.
- EIFERT, E.C., LANA, R.P., LEÃO, M.I., et al. Efeito da combinação de óleo de soja e monensina na dieta sobre o consumo de matéria seca e a digestão em vacas lactantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, p.297-308, 2005.
- FRANKLIN, S.T.; MARTIN, K.R.; BAER, R.J., et al. Dietary marine algae (*Schinzochytrium sp*) increases concentrations of conjugated linoleic, docosaheptaenoic and transvaccenic acids in milk of dairy cows. **Journal of Nutrition, Bethesda**, v.129, p.2048-2052, 1999.
- GONTHIER, C., MUSTAFA, A.F., BERTHIAUME, R., et al. Effects of feeding micronized and extruded flaxseed on ruminal fermentation and nutrient utilization by dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, p.1854-1863, 2004.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3851-3863, 1993.
- JENKINS, T.C.; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1302-1310, 2006.
- KENNELLY, J. J. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. **Animal Feed Science and Technology**, v. 60, p.137-152, 1996.
- KHORASANI, G.R., ROBINSON, P.H., BOER, G., KENNELLY, J.J. Influence of canola fat on yield, fat percentage, fatty acid profile, and nitrogen fractions in Holstein milk. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.1904-1911, 1991.
- KHORASANI, G.R.; BOER, G.; ROBINSON, P.H., et al. Effect of canola fat on ruminal and total tract digestion, plasma hormones and metabolites in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.492-501, 1992.
- LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal (mitos e realidades)**. Viçosa: UFV, 2005. 344p.
- LENG, R.A.; NOLAN, V. Nitrogen metabolism in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.67, p.1072-1075, 1984.
- LOOR, J.J.; HERBEIN, J.H.; JENKINS, T.C. Nutrient digestion, biohydrogenation and fatty acid profiles in blood plasma and milk fat from lactating Holstein cows fed canola oil or canolamide. **Animal Feed Science and Technology**, v.97, p.65-82, 2002.
- LUCCI, C. S. **Nutrição e Manejo de Bovinos Leiteiros**. Editora Manole LTDA, São Paulo, 1997. 169 p.
- MADISON-ANDERSON, R.J.; SCHINGOETHE, D.J.; BROUK, R.J. et al. Response of lactating cows to supplemental unsaturated fat and niacin **Journal of Dairy Science**, v.80, p.1329-1338, 1997.
- MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F., et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: digestibilidade dos nutrientes e parâmetros ruminais e sanguíneos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1496-1503, 2006.

- MANSFIELD, H.R., STERN, M.D. Effects of soybean hulls and lignosulfonate-treated soybean meal on ruminal fermentation in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, p.1070-1083, 1994.
- MELBAR. **Lignosulfonato**. 22p. São Paulo. [catálogo], 2000.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7th. Rev. ed. Washington, D.C.: National Academy of Sciences, 2001. 381p.
- NEVES, C.A.; SANTOS, G.T.; MATSUSHITA, M.; et al. Intake, digestibility, milk production, and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v.134, p.32-44, 2007.
- NEVES, C.A.; DOS SANTOS, W.B.R.; SANTOS, G.T., et al. Production performance and milk composition of dairy cows fed extruded canola seeds treated with or without lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v.154, p.83-92, 2009.
- O'DOHERTY, J.V.; MACGLYNN, S.G.; MURPHY, D. The effect of expander processing and pelleting on nutritive value of feed for growing and finishing pigs. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v.81, p.135-141, 2000.
- OLIVEIRA, R.L.; ASSUNÇÃO, D.N.P.; BARBOSA, M.A.A.F. et al. Desempenho produtivo e custos com alimentação de novilhos bubalinos alimentados com dietas com diferentes fontes de lipídeos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, p.757-732, 2007.
- PALMIQUIST, D.; CONRAD, H. Origin of plasma fatty acids in lactating cows fed high fat diets. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3152, 1971.
- PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1-14, 1980.
- PALMQUIST, D.L. Suplementação de lipídios para vacas em lactação. In: **Simpósio Sobre Nutrição de Ruminantes**, 6., 1989, Piracicaba. Anais...Piracicaba: FEALQ, 1989. p.11.
- PETIT, H.V.; TURCOTTE, M.; AUDY, R. Degradability and digestibility of full-fat soybeans treated with different sugar and heat combinations. **Canadian Journal of Animal Science**, v.79, p.213-220, 1999.
- PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition e blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1482-1490, 2002.
- PIONEER FORAGE MANUAL. **A Nutritional Guide**. Pioneer Hi-Bred International, Inc., Iowa, USA, 1990, 55p.
- PRESTON, T.R. **Biological and chemical analytical methods**. In. PRESTON, T.R. Tropical animal feeding: a manual for research workers. Rome: FAO, 1995, p.191-264.
- SANTOS, G. T.; ASSIS, M. A.; GONÇALVES, G. D. et al. Determinação da digestibilidade *in vitro* de gramíneas do gênero *Cynodon* com uso de diferentes metodologias. **Acta Scientiarum - Animal Science**, v.22, p.761-764, 2000.
- SAS – STATISTIC ANALYSIS SYSTEM. 2003. User's Guide. SAS Institute In., Cary, NC, USA. 2003.

- SENGER, C.C.D.; MÜHLBACH, P.R.F.; SÁNCHEZ, L.M.B. et al. Composição química e digestibilidade *in vitro* de silagens de milho com distintos teores de umidade e níveis de compactação. **Ciência Rural**, v.35, p.1393-1399, 2005.
- SILVA, J.F.C. e LEÃO, M.I. **Fundamentos da nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livrocere, 1979. 384p.
- SILVA, R.M.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Uréia para vacas em lactação. Consumo, digestibilidade, produção e composição do leite. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v.30, p.1639-1649, 2001.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SCHNEIDER, B. H.; FLATT, W. P. **The evaluation of feeds through digestibility experiments**. Athens: University of Georgia Press, 1975, 423p.
- TILLEY, J. M. A. e TERRY, R.A., 1963. A two stage technique for the *in vitro* digestion of forage crops. **Journal Br. Grassland Society**, v.18, p.104-111, 1963.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, Cornell University Press, NY, 1982, 373p.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B. et al. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3598, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant, 2nd edition**. Cornell University press. United States of America. 1994. 476p.
- WANG, Y.; McALLISTER, T.A.; PICKARD, M.D. et al. Effect of micronization full fat canola seed on amino acid disappearance in gastrointestinal tract on dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.82, p.537-544, 1999.
- WARD, A.T.; WITTENBERG, K.M.; PRZYBYLSKI, R. Bovine milk fatty acid profiles produced by feeding diets containing solin, flax and canola. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.1191-1196, 2002.
- WEISS, W. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS**, 61, 1999, **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 1999. p.176-185.
- WERNERSBACH FILHO, H.L.; CAMPOS, J.M.S.; ASSIS, A.J. et al., Variáveis ruminais, concentração de uréia plasmática e excreções urinárias de nitrogênio em vacas leiteiras alimentadas com concentrado processado de diferentes formas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1236-1241, 2006.
- WHITLOCK, L.A.; SCHINGOETHE, D.J.; HIPPEN, A.R. et al. Fish oil and extruded soybeans fed in combination increase conjugated linoleic acids in milk of dairy cows more than when fed separately. **Journal of Dairy Science**, v.85, p.234-243, 2002.
- WRIGHT, C.F.; KEYSERLINGK, A.G.; SWIFT, M.L., et al. Heat and lignosulfonate treated canola meal as a source of ruminal undegradable protein for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.88, p.238-243, 2005.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A peletização e a adição de lignosulfonato empregados nas dietas avaliadas não causaram o efeito de proteção ao grão como esperado. Todavia ambos os tratamentos não influenciaram o consumo das dietas, os parâmetros de fermentação ruminal e as digestibilidades aparente dos nutrientes. No ensaio de DIV, o lignosulfonato apresentou efeito negativo sobre a DIVMS. Considerando os parâmetros avaliados neste estudo, o uso de ambos os tratamentos é dispensável em dietas contendo grãos de girassol, sendo mais viável o fornecimento dos grãos apenas moídos.