

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

QUALIDADE DO LEITE DE VACAS EM PASTAGEM
SUPLEMENTADAS COM MONENSINA E CONCENTRADO
PELETIZADO CONTENDO LINHAÇA

Autora: Jakeline Vieira Romero
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos

MARINGÁ
Estado do Paraná
novembro - 2011

QUALIDADE DO LEITE DE VACAS EM PASTAGEM
SUPLEMENTADAS COM MONENSINA E CONCENTRADO
PELETIZADO CONTENDO LINHAÇA

Autora: Jakeline Vieira Romero
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos

Tese apresentada como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá - Área de concentração: Produção Animal

MARINGÁ
Estado do Paraná
novembro - 2011

FICHA CATALOGRÁFICA

R763q Romero, Jakeline Vieira.
Qualidade do leite de vacas em pastagem suplementadas com monensina e concentrado peletizado contendo linhaça / Jakeline Vieira Romero. – 2011.
xvi, 77 f. : il.

Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos.

Tese (doutorado) – Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Pós-Graduação em Zootecnia, Área de Concentração: Produção Animal, 2011.

Inclui bibliografia.

1. Bovinos de leite – Alimentação. 2. Gado de leite – Nutrição. 3. Gado de leite – Dieta suplementada. 4. Linhaça – Suplemento – Gado de leite. 5. Leite - Qualidade. I. Título.

CDU – 636.2.034.084.4

Ficha elaborada por: Rosângela Aparecida Vicente Söhn – CRB-1/931




UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

**QUALIDADE DO LEITE DE VACAS EM PASTAGEM
SUPLEMENTADAS COM MONENSINA E
CONCENTRADO PELETIZADO CONTENDO LINHAÇA**

Autora: Jakeline Vieira Romero
Orientador: Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos

TITULAÇÃO: Doutora em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

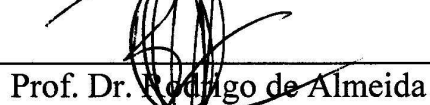
APROVADA em 28 de novembro de 2011.



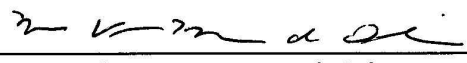
Prof. Dr. Luís Carlos Vinhas Ítavo




Prof.ª Dr.ª Lúcia Maria Zeoula



Prof. Dr. Rodrigo de Almeida



Prof. Dr. Marcus Vinícius
Moraes de Oliveira



Prof. Dr. Geraldo Tadeu dos Santos
(Orientador)

“Nunca se afaste de seus sonhos, pois se eles se forem, você continuará vivendo, mas terá deixado de existir”.

Charles Chaplin

À minha amada mãe Elisete Vieira da Silva, a minha querida vó Leonor de Oliveira e a tia Claudia Vieira da Silva, pela dedicação, incentivo prestados e, acima de tudo, pelo eterno amor manifestado!

DEDICO

Aos meus queridos irmãos Jackson e Rafael; ao meu avô Lúcio Romero (in memoriam); ao Elói, pelo apoio, conselhos e que mesmo longe sempre esteve presente; aos tios Arlete, Eliete (Nena), Leda, Alberto (Nenê) e aos demais, pelo apoio e carinho.

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, que me deu força e determinação para chegar até aqui, ajudando em momentos difíceis e por Sua divina proteção.

Ao Prof. Dr. Geraldo Tadeu do Santos, pela oportunidade de orientação, disposição para repassar seus conhecimentos e experiência e por todo apoio oferecido.

À Universidade Estadual de Maringá (UEM) e à Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), por terem viabilizado a realização do experimento.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela bolsa de estudo concedida durante parte do curso e ao CNPq, pelo aporte de recursos do Projeto Cadeia do Leite.

À professora Claudete Alcalde, pela coorientação e amizade a mim prestados.

Ao grande amigo Daniel Guedes, mais do que ninguém, sabe das lutas que enfrentei, e acima de tudo, é a pessoa com quem sempre pude contar.

Aos amigos e companheiros profissionais Carina, Daniele Kazama, Francilaine, Paula, Nadine, Paulinha, Roberto Carlos, Wallacy, Silvana, pela grande amizade que resultou em momentos de muita alegria e descontração. Também agradeço aos estagiários que contribuíram na condução dos experimentos realizados

Às amigas de república Ana Claudia, Betty, Flávia, Lídia e Milena, pelos momentos de alegria, e até mesmo nas desavenças. Amizades que ficarão para sempre.

A minha querida, belíssima e adorável princesa Vick, que durante todos estes anos, compreendeu a necessidade dos meus estudos.

Aos secretários do Departamento de Zootecnia da UEM, Rose e Edenilson.

Aos funcionários do Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia Cleuza, Creuza e Augusto, pela amizade, colaboração e instrução durante as análises laboratoriais.

Aos funcionários do Setor de Bovinocultura de Leite da FEI, Vicente Faleiros, Célio, “Du” e demais funcionários, que colaboraram na execução do experimento.

Aos demais professores e funcionários do Departamento de Zootecnia, que contribuíram para minha formação profissional através de seus conhecimentos, apoio e amizade.

A todos, que de alguma forma, fizeram parte de mais esta etapa da minha vida, participando direta ou indiretamente na realização deste trabalho.

MUITO OBRIGADA!

BIOGRAFIA

Jakeline Vieira Romero, filha de Elisete Vieira da Silva e Gilberto Romero, nasceu em Campo-Grande – MS na data de 13 de novembro de 1982.

No ano de 2005, concluiu o ensino superior em Zootecnia na Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS), na cidade de Aquidauana-MS.

Em 2006, ingressou no Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal e Pastagens na ESALQ/USP em Piracicaba-SP, e no dia 29 de setembro de 2008, submeteu-se à banca examinadora obtendo o título de Mestre em Agronomia com ênfase em Nutrição Animal.

Ainda no ano de 2008, iniciou no Doutorado no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual de Maringá (UEM) em Maringá-PR.

Em novembro de 2011, submeteu-se à banca de defesa de Tese, obtendo o título de Doutora em Zootecnia.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS.....	ix
LISTA DE ABREVIACÕES.....	xii
RESUMO.....	xiii
ABSTRACT.....	xv
I – INTRODUÇÃO.....	01
1.1 Os ácidos graxos no leite.....	02
1.1.1 Manteiga.....	04
1.2 Manipulação do ambiente ruminal.....	05
1.2.1 Bio-hidrogenação ruminal.....	05
1.2.2 Processamento físico.....	08
1.2.3 Uso de ionóforos nas dietas.....	10
1.3 Linhaça como fonte de ácidos graxos poli-insaturados.....	13
1.4 Produção de leite com animais em pastejo.....	14
1.5 Consumo e digestibilidade.....	16
1.6 Metabólitos sanguíneos.....	18
1.7 Literatura citada.....	21
II - OBJETIVO GERAL.....	32
III - DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE VACAS SUPLEMENTADAS COM CONCENTRADO PELETIZADO OU NÃO,	33

COM OU SEM MONENSINA SÓDICA.....	
Resumo.....	33
Abstract.....	34
Introdução.....	35
Material e Métodos.....	36
Resultados e Discussão.....	41
Conclusões.....	49
Referências bibliográficas.....	49
IV - PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS SUPLEMENTADAS COM MONENSINA EM CONCENTRADO PELETIZADO CONTENDO LINHAÇA.....	53
Resumo.....	53
Abstract.....	54
Introdução.....	55
Material e Métodos.....	56
Resultados e Discussão.....	61
Conclusões.....	70
Referências bibliográficas.....	70
V - CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	77

LISTA DE TABELAS

	Página
III - DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE VACAS SUPLEMENTADAS COM CONCENTRADO PELETIZADO OU NÃO, COM OU SEM MONENSINA SÓDICA	
Tabela 1 Ingredientes (% MS) das rações concentradas fornecidas para vacas em lactação mantidas em pastagem.....	37
Tabela 2 Composição químico-bromatológica das rações concentradas fornecidas para vacas em lactação mantidas em pastagem.....	37
Tabela 3 Análise química do solo da área de pastagem (gramíneas do gênero <i>Cynodon</i> com predominância de <i>Coast-cross</i> , Tifton 85 e Estrela Africana).....	38
Tabela 4 Dados climáticos dos períodos experimentais obtidos na UEM pela Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM).....	38
Tabela 5 Composição químico-bromatológica da forragem (gramínea do gênero <i>Cynodon</i> com predominância de <i>Coast-cross</i> , Tifton 85 e Estrela Africana).....	39

Tabela 6 Consumo de nutrientes por vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica.....	42
--	----

Tabela 7 Digestibilidade aparente total dos nutrientes da dieta fornecida para vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica.....	46
--	----

Tabela 8 Parâmetros sanguíneos de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica.....	47
---	----

IV - PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS SUPLEMENTADAS COM MONENSINA EM CONCENTRADO PELETIZADO CONTENDO LINHAÇA

Tabela 1 Ingredientes (% MS) das rações concentradas fornecidas para vacas em lactação mantidas em pastagem.....	57
---	----

Tabela 2 Composição químico-bromatológica das rações concentradas fornecidas para vacas em lactação mantidas em pastagem.....	57
--	----

Tabela 3 Análise química do solo da área de pastagem (graníneas do gênero <i>Cynodon</i> com predominância de <i>Coast-cross</i> , Tifton 85 e Estrela Africana).....	58
--	----

Tabela 4 Dados climáticos dos períodos experimentais obtidos na UEM, pela Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM).....	58
---	----

Tabela 5 Composição químico-bromatológica da forragem (gramínea do gênero <i>Cynodon</i> com predominância de <i>Coast-cross</i> , Tifton 85 e Estrela Africana).....	59
--	----

- Tabela 6** Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica.....61
- Tabela 7** Composição em ácidos graxos (g/100 g de ácidos graxos) do leite de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica.....65
- Tabela 8** Somatório e razões de ácidos graxos (g/100g) agrupados do leite de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica.....68
- Tabela 9** Textura da manteiga do leite produzido por vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica.....69

LISTA DE ABREVIACÕES

- AG** - Ácidos Graxos
AGI - Ácidos Graxos Insaturados
AGMI - Ácidos Graxos Monoinsaturados
AGPI - Ácidos Graxos Poli-insaturados
AGS - Ácidos Graxos Saturados
CCS - Contagem de Células Somáticas
CLA - Ácido Linoleico Conjugado
CMS - Consumo de Matéria Seca
CMO - Consumo de Matéria Orgânica
DEE - Digestibilidade do Extrato Etéreo
DFDA - Digestibilidade da Fibra em Detergente Ácido
DFDN - Digestibilidade da Fibra em Detergente Neutro
DMO - Digestibilidade da Matéria Orgânica
DMS - Digestibilidade da Matéria Seca
DPB - Digestibilidade da Proteína Bruta
EE - Extrato Etéreo
FDA - Fibra em Detergente Ácido
FDN - Fibra em Detergente Neutro
HDL - Lipoproteína de Alta Densidade
LDL - Lipoproteína de Baixa Densidade
MO - Matéria Orgânica
MS - Matéria Seca
PB - Proteína Bruta
PC - Peso corporal
VLDL - Lipoproteína de Muito Baixa Densidade

RESUMO

Objetivou-se com este trabalho verificar o efeito da monensina e da peletização na produção, composição, perfil de AG do leite, textura da manteiga, avaliar os parâmetros sanguíneos e, determinar o consumo e a digestibilidade de MS e nutrientes em vacas lactantes mantidas em pastagem. Utilizaram quatro vacas da raça Holandês com 186 ($\pm 9,7$) dias em lactação e pesando em média 515 ($\pm 36,4$) kg, distribuídas em um quadrado latino 4x4 com os seguintes tratamentos: concentrado não peletizado sem adição de monensina; concentrado não peletizado com adição de monensina; concentrado peletizado sem adição de monensina; concentrado peletizado com adição de monensina. Os animais foram mantidos em pastagem de *Cynodon* e recolhidos duas vezes ao dia para suplementação e ordenha. As amostras de leite foram compostas proporcionalmente de acordo com a produção da manhã e tarde de cada animal. Para a determinação do CMS e de nutrientes da ração concentrada, foram registradas diariamente a quantidade de ração ofertada e as sobras no cocho. Empregou-se o uso do óxido de cromo (Cr_2O_3) como indicador externo, sendo fornecido duas vezes ao dia, totalizando 10 g para cada animal por dia. Amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal duas vezes ao dia, e posteriormente foram secas, moídas e compostas com base no peso seco. Não foram observadas diferenças significativas na produção e composição do leite para os diferentes tratamentos avaliados. A média de produção de leite corrigida (PLC 3,5%) foi 11,44 kg/dia ($P > 0,05$). No perfil de AG, houve redução ($P < 0,05$) nas concentrações de C18:0 no leite de vacas que consumiram a ração peletizada. Os teores de CLA foram 47% maiores nos tratamentos com adição de monensina, e 70% maior para as rações peletizadas. A peletização diminuiu os AGS do leite, e aumentou em 25% a concentração de AGPI e em 15% de AGMI ($P < 0,05$). A textura da manteiga não foi alterada pela dieta, somente tendência para a diminuição da

adesividade foi verificada com a peltetização do concentrado. Não houve diferença ($P>0,05$) no CMS e de nutrientes da forragem e da ração concentrada, com exceção do EE em que a peletização reduziu ($P<0,05$) o consumo deste nutriente na ração, no consumo total e no consumo em função do PC, com valores médios de 0,31 kg/dia; 0,43 kg/dia e 0,09%. As digestibilidades da MS e dos demais nutrientes, não diferiram ($P>0,05$). A peletização das rações tendeu ($P=0,08$) a aumentar a DMO, com média de 71,25% vs 68,20% para não peletizadas. Os tratamentos peletizados aumentaram a DMS (de 62,9% para 65,6%), a DPB (de 68,2% para 71,3%) e DEE (de 85,2% para 85,8%). Os constituintes do sangue não foram alterados. Tanto a peletização das rações quanto a adição de monensina sódica, não influenciaram o consumo de nutrientes das vacas mantidas em pastagem, e conseqüentemente as digestibilidades dos nutrientes. O perfil de AG do leite foi mais influenciado pelo processamento térmico do que pela adição ou não de monensina.

Palavras-chave: ácidos graxos insaturados, ácido linoleico conjugado, bio-hidrogenação ruminal, ionóforos, nutrição animal, processamento térmico

ABSTRACT

This trial aimed to evaluate the production, composition and fatty acid profile of milk blood parameters and to determine the intake and digestibility of DM and nutrients from cows kept at pasture and fed with concentrate ration containing ground flaxseed, pelleted or not, with or without added sodium monensin. It was used four multiparous Holstein cows, averaging 186 (± 9.7) days in milk and 515 (± 36.4) kg of body weight, assigned in a Latin Square design 4x4 with the following treatments: concentrate ration without monensin; concentrate ration with monensin; pelleted concentrate ration without monensin; pelleted concentrate ration with monensin. The animals were kept at *Cynodon* pasture and housed twice a day for feeding and milking. The milk samples were composed proportionally according to the production of each animal in the morning and afternoon. To determine the dry matter intake (DMI) and nutrient of the concentrate ration were recorded daily the amount of offered and leftovers food. The chromium oxide (Cr_2O_3) was used as an external marker, being supplied twice a day, totaling 10 g per animal per day. The faeces samples were collected twice a day from the cows rectum, and then they were dried, grounded and composed on basis in the dry weight. There were no significant differences in the production and composition milk among the evaluated treatments. The mean of fat corrected milk yield (3.5% FCM) was 11.44 kg/day ($P > 0.05$). In the fatty acids (FA) profile, the C18:0 concentration decreased ($P < 0.05$) in milk from cows feed pelleted ration. The levels of CLA were 47% higher in rations with monensin addition, and 70% higher for the pelleted ration. The pelleted ration decreased ($P < 0.05$) milk concentration of saturated FA, and increased ($P < 0.05$) 25% of polyunsaturated FA and 15% of monounsaturated FA. Textural properties of butter was not modified with the treatments, but the butter samples tended to be less adhesive with the pelleted ration. There was no significance

($P>0.05$) in DMI and nutrient forage and concentrate ration, except the ether extract (EE) intake that was reduced ($P<0.05$), as well as total intake and intake as a function of the body weight, with average values 0.31 kg/day, 0.43 kg/day and 0.09%, respectively. The nutrients and DM digestibility did not differ ($P>0.05$). There was a trend ($P=0.08$) for pelleted ration to increase digestibility of OM, with average 71.25% vs 68.20% for those not pelleted. The pelleted treatments increased DM digestibility (62.90% to 65.55%), the protein digestibility (68.84% to 70.78%) and EE digestibility (85.17% to 85.8%). The blood parameters did not differ. Both, pelleting rations and monensin addition, had not effect on nutrient intake from cows kept in pasture, and consequently the nutrients digestibility. Milk fatty acids profile was affected more by the heat processing than by the monensin addition ou absence in the concentrate ration.

Key words: animal nutrition, conjugated acid linolenic, heat processing, ionophores, ruminal biohydrogenation, unsaturated fatty acids

I - INTRODUÇÃO

O leite é considerado o alimento mais completo existente na natureza (Park, 2009). De acordo com Santos et al. (2010a) a composição pode variar de acordo com cada animal e sua raça, além do estado nutricional da vaca, número de ordenhas diárias, fase da lactação, idade, ocorrência de distúrbios metabólicos, enfermidades, conforto térmico etc. Quanto à composição do leite, em pesquisa realizada por Bodenmüller Filho et al. (2010), as amostragens de leite realizadas em 1.196 propriedades na região do Paraná, obtiveram médias para os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais da ordem de 3,7; 3,2; 4,4 e 12,3%. Os fatores relacionados à dieta podem influenciar grandemente nessa composição, e a nutrição é o meio mais efetivo de se alterar rapidamente sua composição. Dentre os componentes do leite (gordura, proteína, lactose, minerais e vitaminas) a gordura e proteína (em menor escala) são os mais sujeitos a mudanças pela manipulação dietética (Bauman & Griinari 2001; Santos, 2002).

As gorduras, também chamadas de lipídeos, são misturas complexas de um grande número de diferentes tipos de moléculas, que seguem o mesmo padrão estrutural. Os diferentes tipos de lipídeos diferem um do outro no conteúdo de diferentes ácidos graxos (AG), seus principais componentes. Uma molécula de triglicerídeo consiste em uma molécula de glicerol unida a três moléculas de AG (Lallo & Prado, 2004).

1.1 Os ácidos graxos no leite

A procura por alimentos de maior qualidade e de alto valor nutritivo, assim como alimentos de baixo custo e duráveis, têm aumentado por parte dos consumidores. Dois AG considerados muito importantes, são o linolênico (C18:3) e o linoleico (C18:2), que são AG essenciais, não são sintetizados pelo organismo humano. Estes são os principais AG ômega-3 e 6, respectivamente, encontrados no leite (Modesto et al., 2002; Slots et al., 2009). Segundo Modesto et al. (2002), produtos alimentícios derivados de animais também são conhecidos por conterem microcomponentes que possuem efeitos positivos na saúde humana, como a gordura do leite, que tem sido reportada por vários autores (Ip et al., 1999; Pariza et al., 1999; Parodi, 1999) como um alimento que contém componentes benéficos à saúde, e um deles é o ácido linoleico conjugado, mais conhecido como CLA, que é um importante ácido graxo poli-insaturado (AGPI) e representa um destes microcomponentes benéficos presentes em produtos animais. O CLA foi reportado atuando como agente anticarcinogênico, antiaterogênico, antidiabético e no aumento da resposta imune (Pariza et al. 1999; Lock & Bauman, 2003).

O leite e tecido adiposo de ruminantes contêm mais de uma dúzia de isômeros de CLA (Lock & Bauman, 2003), que representa uma mistura de isômeros geométricos e posicionais do ácido linoleico (ácido octadecadienóico cis-9, cis-12), estando presente em alta concentração nos alimentos derivados de animais ruminantes, em que praticamente todo o conteúdo de CLA é composto pelo isômero cis-9 trans-11 C18:2 (Parodi, 1977; 1999). O CLA é formado no rúmen, mas também pode ser proveniente da glândula mamária a partir do AG C18:1 trans-11 (Parodi, 1997; Griinari et al., 2000).

Cerca de 50% a 70% da composição em AG do leite são de cadeia longa (maior ou igual a 16 carbonos), que derivam da absorção da gordura intestinal ou de reservas de gordura acumuladas e mobilizadas, e 30% a 50% são AG de cadeia curta e média (4 a 14 carbonos), sintetizados a partir de AG produzidos no rúmen (Santos, 2002). De acordo com O'Donnell et al. (1989), no ano de 1988, cerca de 15 pesquisadores participantes de um grupo de discussão sobre gordura do leite, chegaram em comum acordo de que a composição de uma gordura ideal no leite, servindo como ponto de referência, deve conter menos de 10% de AGPI, até 8% de saturados (AGS) e o restante (82%) de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI). Mas de acordo com Grummer

(1991), o que de fato se encontra na composição do leite é cerca de 5% AGPI, 70% AGS e 25% AGMI.

A diferença na composição em AG entre aquela que foi estabelecida como ideal, com aquela que tipicamente é encontrada no leite, é extremamente grande. E, segundo Grummer (1991), mesmo que ocorra a mais extrema modificação na dieta dos animais, não resultará em secreção de gordura do leite parecida com aquelas mencionadas por O'Donnell et al. (1989), que são consideradas como ideal para a composição da gordura.

Apesar das considerações feitas anteriormente, terem sido avaliadas há mais de 20 anos, pesquisas mais recentes, na intenção de verificar o perfil de AG da gordura do leite de animais, consumindo diferentes tipos de dietas, não obtiveram a composição em AG preconizada como referência, ou considerada como a ideal. Da Silva et al. (2007), Neves et al. (2007) e Hurtaud et al. (2010) obtiveram médias entre 3,7% e 5,5% para os AGPI, 57,5% e 69,4% para os AGS e 25,1% e 33,6% para AGMI. Para Grummer (1991), alcançar o teor de 8% de AGS no leite é impossível, atualmente, a busca é para que este grupo, os AGS, seja diminuído através de alterações no consumo de alimento pelos animais.

A modificação do conteúdo de gordura do leite pela manipulação da dieta não é um conceito recente. O advento da margarina como um substituto para a manteiga e recomendações para uma redução no conteúdo de gordura saturada na dieta humana, iniciou um período de intensa pesquisa no início dos anos 1970 de forma a aumentar o conteúdo de gordura insaturada do leite pela alteração do modo de alimentação dos animais. Um dos principais objetivos neste tempo foi o desenvolvimento da gordura protegida. Estando a gordura protegida da hidrólise e hidrogenação ruminal, os AGPI poderiam estar disponíveis para digestão, absorção pós-ruminal, e finalmente para incorporação na gordura do leite (Grummer, 1991).

Em média, a gordura do leite contém 10% a 12% de ácido mirístico (C14), 25% a 30% de palmítico (C16) e 8% a 11% de esteárico (C18:0) (Ashes et al., 1997). As altas proporções do C14 e C16 têm sido associadas a problemas cardiovasculares em humanos, isto ocorre porque os AG foram identificados como os principais fatores dietéticos que elevam o colesterol LDL (*Low Density Lipoprotein* – lipoproteína de baixa densidade) no sangue (Noakes et al., 1996). Segundo Palmquist & Beaulieu (1993), a concentração destes AG no leite pode ser diminuída com o aumento nas concentrações dietéticas de AGI. Dessa forma, para que estes AGPI sejam incorporados

ao leite, as modificações que ocorrem nos AG, no ambiente ruminal, devem ser evitadas, seja com o uso de métodos de proteção dos AG no rúmen, ou através do fornecimento de grãos inteiros de oleaginosas com lenta liberação da gordura (Chilliard et al., 2000; Petit, 2002; Ward et al., 2002), ou tratamento térmico (físico) e/ou químico alterando a ação dos microrganismos ruminais (Ashes et al., 1992; Neves et al., 2009).

Além do estágio da lactação, a raça, composição da dieta e estação do ano, são fatores que podem estar associados com as variações que ocorrem na quantidade e composição dos AG presente no leite (Palmquist & Beaulieu, 1993). De acordo com Jensen (2002), apesar do estágio da lactação afetar nos teores de CLA do leite, essas alterações são pequenas. Em pesquisa realizada por Kelsey et al. (2003), os autores avaliaram os efeitos da raça (Holandês e Pardo Suíço), ordem de parição (primíparas e múltiparas) e estágio de lactação sobre a composição em AG no leite de vacas que consumiram a mesma dieta (concentrado + feno de alfafa). Os teores de CLA no leite dos animais da raça Holandês, foram superiores aos da Jersey, entretanto não houve diferença entre as primíparas e múltiparas, e pouco efeito nas concentrações de CLA foi verificado com relação ao estágio de lactação.

Bauman et al. (1999) citaram que geralmente, animais que consomem forragem, produzem leite com maiores teores de CLA na gordura, quando comparados com animais que são alimentados com ração concentrada ou até mesmo forragem conservada. Miller et al. (2006) avaliaram o estágio da lactação e ordem de parição (primíparas ou múltiparas) e verificaram que os teores de proteína e gordura no leite não foram influenciados pela ordem de parição. Contudo, os teores de gordura e proteína no leite das primíparas foram significativamente maiores no estágio final da lactação, já para as múltiparas, somente os teores de proteína foram maiores no final da lactação.

1.1.1 Manteiga

Depois do sabor, a espalhabilidade é o fator mais requisitado na escolha da manteiga por parte dos consumidores (Chrysan, 2005). As análises de textura são realizadas como uma forma de determinar uma das diversas impressões sensoriais do alimento no paladar (Nunes, 2008). Quanto menor a temperatura de armazenamento da manteiga, maior será o grau de firmeza e adesividade (Bobe et al., 2003; Rodrigues et al., 2004), o que indica uma manteiga mais consistente. Dentre os produtos lácteos, a

manteiga é que apresenta a melhor indicação das mudanças que ocorrem no perfil dos AG do leite (Hurtaud et al., 2010).

Foi demonstrado por Hurtaud & Peyraud (2007) e Hurtaud et al. (2010), que dietas enriquecidas com AGPI melhoram as qualidades físicas da manteiga, apresentando um produto mais macio com boa espalhabilidade. Gonzalez et al. (2003), forneceram dietas enriquecidas com AGMI e AGPI (oleico e linoleico) para vacas em lactação, na intenção de avaliar alterações nas propriedades físicas da manteiga produzida com o leite destes animais. Os pesquisadores verificaram que a manteiga obteve uma textura mais macia, ou seja, com um grau de firmeza menor quando comparada ao tratamento controle. Além disso, outras pesquisas ainda mostraram que a adição de AGI em dietas de vacas lactantes, resultou em uma manteiga com menores teores de C16:0 (Gonzalez et al., 2003; Silva-Kazama et al., 2010), um dos AG que está associado com doenças cardiovasculares em humanos.

1.2 Manipulação do ambiente ruminal

Os animais ruminantes são conhecidos pelo seu complexo trato digestivo, que é capaz de alterar de forma significativa os nutrientes contidos no alimento fornecido. Sendo assim, a manipulação do ambiente ruminal é o ponto chave na alteração/modificação do conteúdo do leite, assim como na alteração da sua composição. De acordo com Ashes et al. (1997), a amplitude dessas mudanças será influenciada pelo grau de proteção da dieta, de forma que o alimento adicionado possa ser aproveitado com maior eficiência, podendo ser absorvido intacto no intestino delgado.

Dessa forma, pesquisas têm sido desenvolvidas no intuito de preservar parcialmente o alimento contra a bio-hidrogenação ruminal e resultados positivos têm sido alcançados (Ashes et al., 1992; Chilliard et al., 2000; Piperova et al., 2002; Eifert et al., 2006; Da Silva et al., 2007).

1.2.1 Bio-hidrogenação ruminal

A bio-hidrogenação é um processo resultante do ato de defesa natural dos microrganismos do rúmen contra as gorduras insaturadas que lhes são tóxicas. Uma grande quantidade de AGI na dieta, prejudica a degradação da fibra, em que estes AG

reagem com as membranas celulares das bactérias, principalmente as gram-positivas, fibrolíticas, afetando a integridade da barreira seletiva (Jenkins, 1993). A bactéria responsável por este processo de bio-hidrogenação, a *Butyrivibrio fibrisolvens*, é um microrganismo gram-positivo, predominante no rúmen de animais em pastejo. Neste processo, ocorre a redução no número das duplas ligações dos AG, ou seja, a transformação de AG insaturados em AG saturados (Jenkins, 1993; Maia et al., 2010).

Uma alta quantidade de ácido linoleico e/ou linolênico na dieta, e uma concomitante redução na bio-hidrogenação, são dois dos principais fatores que contribuem para o aumento na concentração de CLA no leite e carne de animais ruminantes (Grummer, 1991; Chilliard et al., 2000). O CLA é o primeiro intermediário da bio-hidrogenação do ácido linoleico (C18:2 cis-9, cis-12) pela ação da bactéria *B. fibrisolvens* (Parodi, 1997; Corl et al., 2001). A sequência da bio-hidrogenação ruminal do ácido linoleico (Figura 01), envolve a isomerização para a forma de CLA (C18:2 cis-9, trans-11), seguida por sucessivas reduções até C18:1 trans-11 (ácido vacênico) e C18:0 (ácido esteárico) (Harfoot & Hazlewood, 1997).

A bio-hidrogenação do linolênico (C18:3) também é apresentada na Figura 01. Tanto o ácido linoleico como o linolênico, terão como produto intermediário, o C18:1 trans-11 (ácido vacênico ou ainda trans vacênico) (Grummer, 1991). E, do mesmo modo que o linoleico, o ácido linolênico (C18:3) presente em altas quantidades no óleo de linhaça por exemplo, quando fornecido em dietas para vacas lactantes, também aumenta o conteúdo de CLA no leite, mas ao contrário do C18:2, a rota metabólica do C18:3 não origina o CLA como metabólito intermediário (Chilliard et al., 2000; Griinari et al., 2000).

Então, pode-se assim dizer que o C18:3 não é um precursor de CLA no rúmen, mas é um importante agente em contribuir com a formação do C18:1 trans-11 no rúmen para sua futura desaturação em CLA na glândula mamária (Chilliard et al., 2000). Sendo assim, Griinari et al. (2000) demonstraram que o conteúdo de CLA presente no leite não é oriundo unicamente do CLA produzido rúmen, mas também é proveniente da conversão do C18:1 trans-11 através da enzima delta-9-desaturase presente na glândula mamária. Os pesquisadores infundiram por três dias consecutivos, C18:1 trans-11 diretamente no abomaso a quantidade de 12,5 g/dia, e puderam verificar que a quantidade de CLA (cis-9 trans-11) aumentou em 31% no leite.

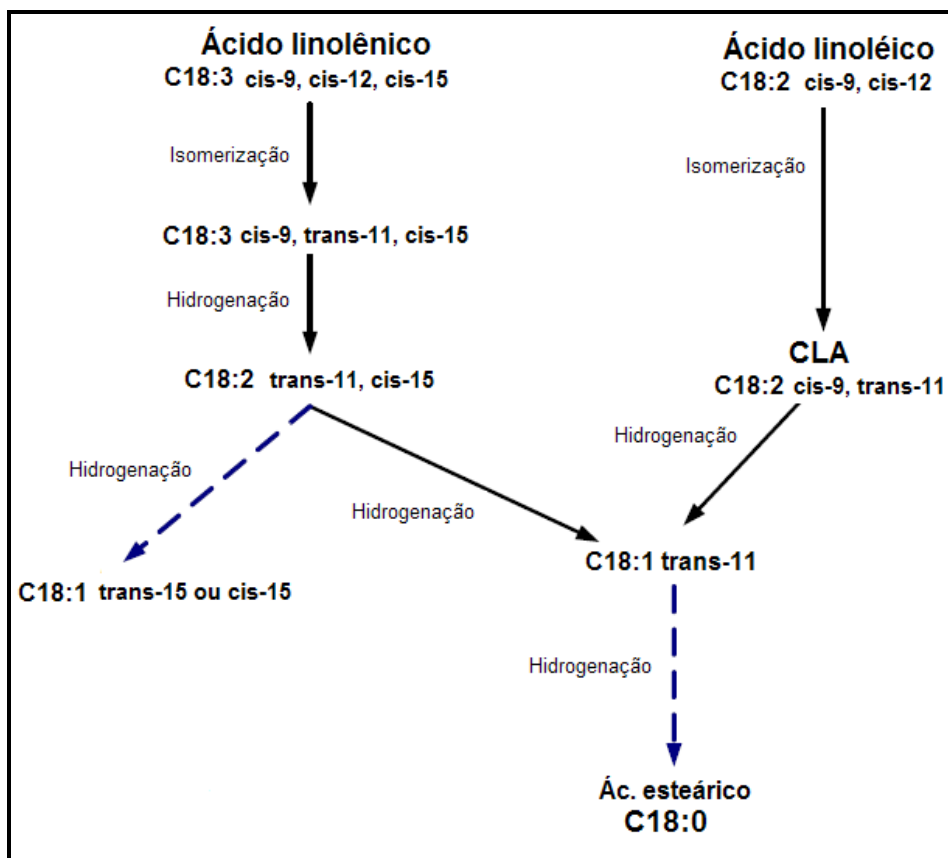


Figura 01 - Esquema da bio-hidrogenação dos ácidos linolênico e linoleico
Fonte: Adaptado de Harfoot & Hazlewood (1997)

Os resultados de pesquisa realizada por Corl et al. (2001) demonstraram que a síntese endógena é a principal fonte de CLA (cis-9, trans-11) na gordura do leite. O rúmen é uma fonte secundária para o CLA encontrado no leite, mas a produção ruminal do C18:1 trans-11 é de grande importância, por servir como o substrato para futura síntese do CLA. Os autores afirmaram que humanos e outras espécies também são capazes de sintetizar CLA através do consumo de C18:1 trans-11 na dieta, que servirá como substrato para a atividade da enzima delta-9-desaturase.

Em termos práticos, a manipulação do ambiente ruminal é uma das opções para aumentar as concentrações de CLA na gordura do leite, de forma a preservar os AGPI da dieta contra a bio-hidrogenação, para que mais produtos intermediários sejam metabolizados e incorporados ao leite. Em média, 80% do linoleico e 92% do linolênico serão bio-hidrogenados, ou seja, quase todo C18:2 e 18:3 de dietas convencionais (sem qualquer tipo de proteção) irão passar pelo processo de bio-hidrogenação (Doreau & Ferlay, 1994; Doreau & Chilliard, 1997). Entretanto, métodos para diminuir a bio-hidrogenação ruminal, de forma a aumentar a transferência dos AGPI para o leite,

possibilitariam em melhoras na qualidade deste alimento através da incorporação de AGI, particularmente os da classe ômega-3 (Scollan et al., 2001; Maia et al., 2010).

1.2.2 Processamento físico

O processamento da dieta atua melhorando a eficiência de utilização dos nutrientes dos alimentos pelos microrganismos ruminais e pelo trato digestório total, trazendo resultados positivos sobre a conversão alimentar e também produção de leite (Antunes & Rodriguez, 2006; Gómez-Cortés et al., 2009). As proteínas de alta qualidade que são adicionadas às dietas podem ser utilizadas mais eficientemente para produção de leite se boa parte dessa proteína estiver protegida contra a degradação ruminal, permitindo que seja digerida posteriormente (Ahrar & Schingoethe, 1979).

Os variados tipos de processamentos têm como objetivo o aumento na digestibilidade dos nutrientes pela quebra das barreiras que impedem o acesso dos microrganismos ruminais aos componentes nutricionais dos alimentos, principalmente no que diz respeito aos carboidratos, aumentando a disponibilidade de energia rapidamente fermentescível no rúmen (Nocek & Tamminga, 1991).

Há vários métodos de proteção dos AG de forma a evitar a disponibilidade às bactérias ruminais e, conseqüentemente, minimizar a bio-hidrogenação. O meio mais comum é a proteção dos lipídeos da dieta por meio de tratamentos químicos ou físicos, fazendo com que a gordura resista à saturação microbiana (Kennelly, 1996). Dentre os métodos, há destaque para o uso da extrusão, peletização, tratamento com formaldeído, lignosulfonato, sais de cálcio, ou ainda, a utilização de grãos inteiros de oleaginosas (Ashes et al., 1997; Petit, 2002; Neves et al., 2007).

A peletização é um tipo de processamento físico muito utilizado que envolve temperatura e umidade. Processo comercialmente utilizado, em que pequenas partículas são agrupadas em uma partícula maior por meio de um sistema que envolve umidade, calor e pressão. O amido é parcialmente gelatinizado pelo calor do vapor utilizados nas condições do processo (geralmente de 10 a 15 segundos) bem como pelo atrito gerado no alimento. Este tipo de processamento também permite a flexibilidade em relação ao tamanho de partículas do alimento a ser peletizado, e o controle sobre a densidade e o tamanho final do pelete (Rowe et al., 1999).

De acordo com Kennelly (1996), o tratamento térmico de sementes oleaginosas reduz a extensão da bio-hidrogenação ruminal dos AGI, porque resulta em modificações

na matriz proteica que envolve as gotículas de gordura. Assim, a peletização da dieta pode auxiliar na preservação dos AGPI, que futuramente podem ser transferidos ao leite. Peterson et al. (2002), observaram nas vacas que consumiram dietas tratadas termicamente, aumento na produção de leite, e maiores concentrações de CLA cis-9 trans-11 também foram verificadas. Em pesquisas mais recentes, Neves et al. (2007; 2009) avaliaram a extrusão do concentrado e encontraram aumento nas concentrações de CLA e de transvacênico no leite.

Em pesquisa desenvolvida com ovelhas, Gómez-Cortés et al. (2009) também observaram aumento na produção de leite pelos animais que consumiram dieta processada termicamente, os autores atribuíram esta maior produção pelo aumento da energia fornecida pela dieta processada, visto que de acordo com Nocek & Tamminga (1991), o processamento, seja ele químico ou físico, aumenta a disponibilidade de energia rapidamente fermentável para os microrganismos do rúmen.

Embora a alteração da proteína do leite assim como dos demais componentes, exceto para os teores de gordura, é de difícil manipulação (Sá Fortes et al., 2008), pesquisas têm demonstrado efeitos positivos do processamento da dieta animal sobre a utilização de outros nutrientes, em termos de teor e aproveitamento, como da proteína. O processamento (peletização, extrusão, tostagem, floculação, etc.) normalmente diminui a degradabilidade da proteína, com resultado da formação de complexos entre a proteína e carboidratos (reação de *Maillard*) (Santos, 2006). Chalupa (1975) também relata que o tratamento térmico é um dos métodos usados para diminuir a degradação da proteína e dos aminoácidos no rúmen, sugerindo assim, um aumento na quantidade de proteína não degradável no rúmen, e conseqüentemente mais aminoácidos seriam absorvidos pelo trato gastrointestinal.

Dessa forma, a adição de proteína de baixa solubilidade ruminal na dieta pode aumentar a quantidade de proteína disponível para digestão, a degradação parcial da proteína no rúmen está relacionada com a sua solubilidade, visto que as proteases e deaminases microbianas degradam rapidamente a proteína e os aminoácidos que são solúveis na fase líquida do rúmen (Chalupa, 1975; Ahrar & Schingoethe, 1979).

Em concordância com esses relatos, várias pesquisas citaram que o processamento térmico das dietas beneficia na redução da degradabilidade ruminal da proteína (Schelling, 1984; Stern et al., 1985; Wang et al., 1997; Mustafa et al., 2002). Segundo Behnke (1996), a peletização ainda traz benefícios como diminuições na perda de alimentos pela redução na formação de pó; evita a seletividade do alimento pelos

animais e a segregação dos ingredientes; menos tempo e energia gastos na apreensão do alimento e melhora da palatabilidade.

1.2.3 Uso de ionóforos nas dietas

Os ionóforos têm sido amplamente utilizados na alimentação de ruminantes e os resultados obtidos de várias pesquisas ao longo dos anos têm mostrado seus efeitos benéficos sobre o desempenho de animais (Goodrich et al., 1984; Schelling, 1984; Fellner et al., 1997; McGuffey et al., 2001).

Ionóforos são antibióticos produzidos pela fermentação de várias espécies de *Streptomyces spp* (Bergen & Bates, 1984; NRC, 2001; Nogueira et al., 2009). Seu modo básico de ação é a capacidade de alterar o fluxo de íons entre as membranas dos microrganismos presentes no rúmen (Schelling, 1984). São os antibióticos que inibem particularmente as bactérias gram-positivas (Bergen & Bates, 1984). As bactérias gram-negativas contêm uma membrana exterior complexa e, geralmente, não sofrem os efeitos causados pelos ionóforos. Porém, as gram-positivas, não possuem a membrana externa, sendo mais sensíveis aos ionóforos (NRC, 2001).

De acordo Schelling (1984), mais de 70 ionóforos foram reconhecidos, e que vêm sendo amplamente utilizados na nutrição de bovinos para melhorar a eficiência da utilização de energia (Goodrich et al., 1984; McGuffey et al., 2001; Salman et al., 2006; Heydari et al., 2008). O metabolismo de energia é melhorado através do aumento da produção de propionato ruminal com uma concomitante redução no metano (McGuffey et al., 2001). O aumento do propionato pode melhorar a síntese da glicose pelo animal, que poderia influenciar diretamente a produção de leite provendo um precursor para a síntese de lactose (NRC, 2001).

O ionóforo mais utilizado na alimentação animal é a monensina (Russell & Strobel, 1989; Campos Neto et al., 1995; Santos et al., 2010b), sendo um dos ionóforos mais estudados em pesquisas que demonstram os benefícios para vacas de leite (McGuffey et al., 2001). Trata-se de um poliéter carboxílico que se liga a íons e os carream através da membrana (Pressman, 1976; Bergen & Bates, 1984). A monensina é um composto produzido por linhagens de *Streptomyces cinnamonensis*, e por ser tóxica a muitas bactérias, protozoários, fungos e alguns organismos superiores, são chamados de antibióticos (Pressman, 1976; Russell & Strobel, 1989). Geralmente possuem peso

molecular de 500 a 2000 daltos. O exterior da molécula é hidrofóbica, enquanto o interior é hidrofílica e capaz de se ligar a cations (Russell & Strobel, 1989).

Schelling (1984) listou uma série de efeitos biológicos causados pela presença da monensina no rúmen, os quais representam seu modo de ação e consequente influência sobre o desempenho animal. Dentre os variados efeitos ocasionados pela monensina citados na literatura, o autor agrupou em sete categorias que também podem ser denominados como modos de ação, são eles: modificação na produção de AG voláteis no rúmen, com aumento da concentração de propionato e menor de acetato e butirato; alteração na ingestão de alimentos em função do enchimento ruminal ocasionado pelo aumento no consumo de forragem na dieta; modificação na produção de gases, com menor produção de metano; modificação na digestibilidade dos alimentos, com aumentos na digestibilidade da MS e da proteína; alteração no enchimento do rúmen e na taxa de passagem; alteração na utilização de proteína - redução na degradação ruminal da PB assim como da taxa de degradação dos aminoacidos, consequentemente baixos níveis de amônia ruminal disponíveis no rúmen para o crescimento microbiano e aumentando assim, o fluxo de aminoacidos para o intestino delgado e; outros modos de ação que estão ligados indiretamente ao rúmen, ou na natureza, como por exemplo, animais sob estresse.

Sauer et al. (1998) observaram mudanças no perfil de AG do leite com o fornecimento de monensina aos animais, verificando aumento nos teores de C18:1 e diminuição da concentração de C10:0, C12:0, C16:0 e C18:0, sugerindo que este efeito foi ocasionado pela redução na extensão da bio-hidrogenação ruminal. Várias pesquisas têm mostrado que a monensina inibe o último passo da bio-hidrogenação no rúmen pela diminuição da concentração do ácido esteárico no leite, que é o AG final deste processo (Van Nevel & Demeyer, 1995; Fellner et al., 1997; Sauer et al., 1998; Eifert et al., 2006; Duffield et al., 2008).

Em estudo realizado por Ruiz et al. (2001), a adição de monensina na alimentação de vacas da raça Holandês, recebendo dieta à base de forragem fresca, aumentou significativamente em 6,5% a produção de leite, embora havendo uma redução de 0,12 e 0,06 nas porcentagens de gordura e proteína do leite, respectivamente. O tratamento com monensina resultou em aumento de 4,6% e 4,7% no rendimento da gordura e da proteína do leite.

Duffield et al. (2008), em estudo de meta-análise, reuniram 77 experimentos para avaliar o impacto da monensina na produção de bovinos de leite, e observaram que

a utilização da monensina reduziu a ingestão de MS e aumentou a produção de leite de maneira significativa. Hayes et al. (1996), avaliaram o efeito do fornecimento de cápsulas de monensina com liberação controlada sobre a produção de leite de vacas mantidas em pastejo. Os autores verificaram aumento significativo na produção de leite de 1,38 litros de leite/dia, mas não observaram efeito sobre a gordura e proteína. Eifert et al. (2006) avaliaram a adição de monensina sódica sobre a composição dos AG do leite, e observaram aumento nos teores de C18:1 trans-11, o ácido vacênico, que pode ser convertido em CLA no tecido humano, melhorando assim a qualidade nutritiva do leite.

Em experimento realizado por Da Silva et al. (2007), foi verificado que a adição de monensina na dieta das vacas em lactação aumentou a concentração do C18:2 isômero cis-9 trans-11 (CLA) e diminuiu a concentração dos AGS no leite. No mesmo experimento, os autores verificaram que o fornecimento de grãos de linhaça triturados com monensina sódica resultou em maior concentração de C18:1 trans-11 (ácido vacênico, precursor do CLA) quando comparado com o fornecimento de grãos de linhaça inteiros com ou sem monensina sódica ou linhaça triturada sem a monensina. Assim, de acordo com os autores, a adição de monensina com uma fonte de ácido graxo ômega-3, no caso a linhaça, contribui para modificar a composição do leite.

Além das modificações no perfil de AG, pesquisas com adição de monensina na dieta dos animais foram testadas para verificar a eficácia do ionóforo em prevenir algumas doenças, permitindo que as vacas produzam em boas condições de saúde. Em estudo realizado por Conti et al. (2008) utilizando 44 vacas no início da lactação, a monensina se mostrou eficiente em prevenir alguns distúrbios metabólicos. No grupo de animais que receberam monensina, os autores verificaram que apenas 9% das vacas apresentaram retenção de placenta, enquanto 32% apresentaram o distúrbio quando não consumiram o ionóforo. A suplementação com monensina também se mostrou eficiente em prevenir a laminite nos animais em pós-parto.

No período de transição (21 dias antes e 21 dias após o parto), as vacas passam por um certo estresse fisiológico, como, diminuição da capacidade imunológica devido a formação do colostro, diminuição gradativa no consumo de matéria seca no pré-parto, balanço energético negativo no pós-parto, que é um estágio fisiológico pelo quais todas as vacas leiteiras passam após o parto. Este período também é conhecido como o período em que vai ocorrer a maioria dos distúrbios metabólicos nos animais (Santos et al., 2010c). Assim, deve ser encarado como uma fase que, se não minimizada, pode

acarretar em distúrbios produtivos e reprodutivos. Além disso, doenças metabólicas frequentemente associadas com cetose, acidose e laminites geralmente acometem vacas durante os estágios iniciais da lactação. (Amorim, 2009).

Duffield et al. (2003), avaliaram o fornecimento de monensina para 251 vacas no período pré e pós-parto. A adição de monensina antes do parto melhorou significativamente os indicadores do balanço energético imediatamente após o parto e nos períodos seguintes de pós-parto, indicando um melhor balanço energético à medida que os animais se aproximaram do parto. A melhora do balanço energético antes do parto é importante para a prevenção de doenças metabólicas como retenção de placenta, cetose, deslocamento do abomaso, que podem ocorrer imediatamente no pós-parto. A adição de monensina também reduziu a prevalência de cetose subclínica nas vacas tratadas.

1.3 Linhaça como fonte de ácidos graxos poli-insaturados

O linho, cuja semente é a linhaça (*Linum usitatissimum*), é uma planta que foi inicialmente cultivada para o uso principalmente de suas sementes e fibras. Originária na Ásia, seus benefícios foram difundidos para todo o mundo, sendo o Canadá o principal produtor (Almeida et al., 2009; Monego, 2009; Calderelli et al., 2010). A linhaça é um alimento rico em AGPI (Cavaliere et al., 2009), uma oleaginosa que contém 40% de óleo rico em AG ômega-3 (Da Silva, et al., 2007; Petit, 2010), possuindo cerca de 53% deste AG na forma de alfa-linolênico (NRC, 2001; Petit, 2003). O óleo da linhaça pode ter liberação mais lenta quando apresentada na forma de grãos inteiros, reduzindo assim a bio-hidrogenação ruminal, aumentando a transferência dos AGPI da linhaça para o leite (Da Silva et al., 2007; Cavaliere et al., 2009).

As sementes oleaginosas são boa fonte de AGI. Em pesquisa realizada por Ward et al. (2002), o fornecimento de oleaginosas como linhaça, canola e solin (uma cultivar da linhaça), aumentou significativamente os teores de C18:3 no perfil de AG do leite, e estes valores se tornam mais expressivos quando comparado ao tratamento controle (0,46% de C18:3) com a linhaça (1,21% de C18:3), em que foi verificado um aumento de mais de 160% do C18:3 no leite dos animais que ingeriram grãos inteiros de linhaça, ou seja, um aumento de quase três vezes em relação aos animais que não receberam a oleaginosa. Petit et al. (2004), avaliaram o fornecimento da linhaça em grãos inteiros, e

além de observarem aumento nos teores de AG ômega-3 no leite, também reportaram significativo aumento na produção de leite.

Muitas são as pesquisas que comprovam os benefícios da adição da linhaça para animais, resultando em leite com maiores teores de AG ômega-3 e 6 (C18:3 e C18:2), e é possível que haja a transferência de AGPI para o leite, (Petit, 2002; Ward et al., 2002; Petit et al., 2004; Da Silva et al., 2007; Zanfi et al., 2009) e isso ocorre de forma mais acentuada, quando o processo de bio-hidrogenação ruminal é interferido e a saturação não ocorre, e os intermediários deste processo, são incorporados ao leite ou ainda transformados em CLA pela ação enzimática da delta-9-desaturase presente na glândula mamária (Griinari et al., 2000).

Em experimento conduzido por Da Silva et al. (2007), o fornecimento de dieta contendo grãos de linhaça triturados para vacas em lactação, aumentou em 40% a concentração de AGPI no leite. A linhaça triturada na dieta também resultou em um aumento nas concentrações de CLA no leite, quando comparado com leite de animais recebendo concentrado contendo linhaça em grão sem triturar. Embora o processamento do grão, como a moagem, possa aumentar a disponibilidade do óleo no rúmen e resultando em uma maior bio-hidrogenação dos AGPI, ainda assim, pode ocorrer o aumento da concentração de CLA no leite (Da Silva et al., 2007), sendo a linhaça rica em C18:3, é um importante agente para contribuir com a formação do C18:1 trans-11 no rúmen, que será transformado em CLA na glândula mamária (Chilliard et al., 2000; Griinari et al., 2000).

1.4 Produção de leite com animais em pastejo

No Brasil, um dos principais sistemas de produção animal é baseado na prática do pastejo (Mello & Pedreira, 2004). As gramíneas do gênero *Cynodon* são bastante pesquisadas na alimentação de vacas de leite. Estas forrageiras são caracterizadas pela sua elevada produção de MS, valores nutricionais, potencial produtivo, resposta à fertilização, adaptação a diferentes ambientes e flexibilidade de uso, sendo alvo de pesquisas no Brasil, pelas Universidades e pela Embrapa Gado de Leite (Alvim et al., 1999; Bortolo et al., 2001; Gonçalves et al., 2001; Vilela et al., 2006). Os valores de proteína bruta, sob adubação adequada, podem chegar a 19% (Gonçalves et al., 2001), e capacidade de suporte média anual de cinco vacas/ha da raça Holandês (Vilela et al., 2005, 2006).

A composição dos lipídeos nas forragens varia de 2% a 4%, e consiste em grande parte de glicolipídeos e fosfolipídeos, e o principal AGI no rúmen de animais em pastejo é o ácido linolênico C18:3 (ácido octadecatrienóico cis-9, cis-12, cis-15), presente amplamente nos glicolipídeos e em menor extensão nos fosfolipídeos das forragens (Harfoot & Hazlewood, 1997; Bauman et al., 1999).

O consumo de forragem por vacas pode aumentar o conteúdo de CLA no leite (Demeyer & Doreau, 1999). White et al. (2001) observaram aumento de 83% do isômero cis-9 trans-11 (CLA) no leite de animais mantidos em pastagem, quando comparados com o leite de animais mantidos em confinamento, recebendo silagem de milho e de alfafa como fonte de volumoso. Dhiman et al. (1999) observaram que os teores do CLA foram aumentando à medida que o nível de consumo de forragem pelos animais aumentava, e considerando que as forragens são rica fonte de ácido linolênico (C18:3), os autores sugeriram que este AG serviu de substrato para sua conversão em CLA, os maiores valores foram reportados no leite dos animais que consumiram dieta à base de pastagem. Considerando que a rota metabólica do C18:3 não origina CLA no rúmen (Chilliard et al., 2000; Griinari et al., 2000), seu aumento no leite porque o C18:3 ser um importante agente em contribuir com a formação do C18:1 trans-11 no rúmen, que é convertido em CLA na glândula mamária, através da ação da enzima delta-9-desaturase (Chilliard et al., 2000).

Além do aumento nos teores de CLA, pesquisas também mostraram significativa diminuição nas concentrações de C18:0 (ácido esteárico) no leite dos animais mantidos em pastagem (Dhiman et al., 1999; White et al., 2001), o que provavelmente favorece os maiores teores de CLA (C18:2 cis-9 trans-11), por ser um produto intermediário da bio-hidrogenação, os AG seriam então convertidos em CLA, não chegando em seu produto final, o C18:0 (Harfoot & Hazlewood, 1997). Slots et al. (2009) estudaram diferentes estratégias de alimentação, e observaram que no leite de animais recebendo altos níveis de forragem, foram verificadas altas concentrações do C18:3 e baixas do C18:2. No experimento realizado por White et al. (2001), foi verificado maiores valores para o C18:2 em animais confinados recebendo silagem de milho e de alfafa como volumoso. Segundo Slots et al. (2009), a silagem de milho possui alta concentração do ácido linoleico, que contribui com o aumento do ômega-6 na gordura do leite.

Em revisão, Parodi (1999) mencionou que o leite é uma fonte natural de CLA, com valores entre 2,4 a 28,1 mg/g, mas que na estação do verão, o teor de CLA no leite pode ser duas ou três vezes maior que as concentrações observadas no inverno, que

provavelmente ocorre pela abundância de forragem no verão, e à escassez no inverno. Fato observado na pesquisa de Medeiros (2002), na qual as concentrações de CLA no leite foram maiores quando os animais consumiram pastagem no período das águas, o mesmo também foi observado para os teores de ácido vacênico.

A bio-hidrogenação ocorre nos AG livres, que são formados a partir da lipólise dos AGI pela ação da bactéria *Anaerovibrio lipolítica*, cuja ação é hidrolisar os triglicerídeos em glicerol e AG (Oliveira et al., 2007). No entanto, essas bactérias são sensíveis a baixos valores de pH ruminal, os quais podem interferir na atividade lipolítica, que se tornará menos intensa. Assim, a diminuição da lipólise ruminal disponibilizará menos AG livres, conseqüentemente menos AG irão sofrer o processo de bio-hidrogenação, que é um dos principais fatores que contribuem para aumentar a concentração de compostos intermediários CLA e AGMI trans (como o transvacênico) (Van Nevel & Demeyer, 1996).

Animais que consomem dieta à base de forragem respondem de maneira quando o pH ruminal se mantém próximo do neutro (Bianchini et al., 2007), tornando o ambiente propício para a ação das bactérias lipolíticas. Visto que o consumo de forragem por animais em pastejo proporciona um ambiente adequado para sobrevivência das bactérias lipolíticas, a utilização de meios para alterar a bio-hidrogenação no rúmen torna uma alternativa que, mesmo ocorrendo a lipólise, os AGI da dieta são mais aproveitados para síntese dos compostos intermediários através da diminuição na extensão da bio-hidrogenação. Assim, a dieta fornecida ao animal, é o principal meio de se alterar a composição em AG da gordura do leite, de forma que os AGI presentes na dieta sejam incorporados ao leite de maneira eficiente e natural.

1.5 Consumo e digestibilidade

O consumo e a digestibilidade são dois dos principais componentes que determinam o valor nutritivo de um alimento. O consumo está relacionado com a digestibilidade, e esta, tem sido uma das principais preocupações na nutrição animal, indica a disponibilidade dos nutrientes no trato gastrointestinal dos animais (Van Soest, 1994). A importância da digestibilidade de determinado alimento não é uma questão recente. A informação da quantidade de cada nutriente que o animal é capaz de utilizar é obtida através da sua digestibilidade, que é basicamente sua capacidade de permitir que

o animal utilize em maior ou menor escala os nutrientes consumidos (Coelho da Silva & Leão, 1979).

Pesquisas sobre o consumo de nutrientes, principalmente de matéria seca, e sobre a qualidade nutricional de gramíneas tropicais, utilizadas no país para a alimentação de vacas em lactação, são necessárias (Sousa et al., 2008). De acordo com Hoffman et al. (1993), a lucratividade da produção leiteira em pastagem se apoia em fatores como o consumo de matéria seca (CMS) da forragem pastejada e seu respectivo valor nutricional.

A melhora na palatabilidade da dieta (Behnke, 1996) e o aumento da densidade são fatores que contribuem para o aumento na ingestão de alimentos que passam pelo tratamento térmico, como por exemplo, a peletização. Amaral (2002) observou um aumento médio de 26% no CMS, por cabritos recebendo dieta peletizada, quando comparados com o grupo de animais recebendo dietas não peletizadas, que segundo os autores, este aumento no consumo se deve a maior densidade da ração. Essa diferença no consumo promoveu um aumento em aproximadamente 47% no peso final dos animais que consumiram o concentrado peletizado. Greenhalgh & Reid (1973) avaliaram o efeito da peletização em dietas fornecidas para ovinos e bovinos, e os autores verificaram que a dieta peletizada proporcionou aumento de consumo em 45% nos ovinos e em 11% nos bovinos. Chouinard et al. (1997) testaram diferentes temperaturas de extrusão (120, 130 e 140°C) e não verificaram diferença no CMS da dieta entre os tratamentos e quando comparado com a dieta sem o processamento.

Para digestibilidade, as pesquisas apresentam tanto aumento para esta variável, quanto a ausência de efeitos, quando as dietas ofertadas aos animais sofreram algum tipo de processamento como forma de proteção dos AG. Chouinard et al. (1998) avaliaram dietas contendo óleo de soja, de canola e de linhaça, tratados com sais de cálcio, que resultou em aumento na digestibilidade da matéria seca (DMS), proteína bruta (DPB), extrato etéreo (DEE) e fibra em detergente neutro (DFDN), quando comparadas aos tratamentos em que não houve proteção dos AG.

Amaral (2002) avaliou a digestibilidade aparente de dietas fareladas, peletizadas e extrusadas, e verificou que não houve diferenças quanto a DMS, DEE e DPB, mas observou que a extrusão da dieta diminuiu a DFDN. Greenhalgh & Reid (1973) também avaliaram a influência da peletização sobre a DMS, e esta foi reduzida em 15% e 23% para os ovinos e bovinos, respectivamente, os quais consumiram o concentrado peletizado. Em pesquisa realizada por Scott et al. (1991) o processamento térmico da

soja (tostada e extrusada) diminuiu a DMS, DMO e DFDN quando comparado com aqueles que não passaram pelo processamento. Da Silva et al. (2007) compararam o fornecimento de linhaça inteira e moída no concentrado, e observaram maior DEE para os tratamentos com linhaça moída e diminuição da DFDN para este mesmo tratamento.

De acordo com Schelling (1984), aumento na DMS e da proteína é um dos benefícios da monensina sódica. De modo geral, a monensina parece atuar de maneira moderada melhorando na digestibilidade sob certas condições, que ainda não estão totalmente esclarecidas, e fatores como nível de ingestão, enchimento ruminal e taxa de passagem são fatores importantes que estão envolvidos. No entanto, Da Silva et al. (2007), avaliaram os efeitos da adição da monensina em dietas para vacas em lactação e não observaram diferenças na digestibilidade dos nutrientes.

A determinação do valor nutricional de alimentos fornecidos tanto para animais em pastejo quanto para confinados, têm sido um desafio para os nutricionistas (Berchielli et al., 2000). A digestibilidade é um dos parâmetros importantes para essa avaliação, entretanto, a determinação desta por intermédio do método tradicional de coleta total de fezes implica em trabalhosas coletas, grandes quantidades de amostras produzidas requerendo rigoroso controle da ingestão e excreção, tornando o procedimento trabalhoso e oneroso. Em tais situações, a estimativa da digestibilidade através de marcadores internos é desejável (Cochran et al., 1986; Casali et al., 2008).

Visto que a determinação do consumo por animais mantidos em pastagem é mais complexa do que em animais mantidos em sistema de confinamento, a técnica dos indicadores é uma boa e aceitável alternativa para determinação do CMS do pasto, que é largamente utilizada e obtida pela relação entre a excreção fecal e digestibilidade da dieta. Entre os indicadores existentes, o óxido crômico (Cr_2O_3) tem sido o mais amplamente empregado na determinação da excreção fecal (Titgemeyer, 1997; Detmann et al., 2001; Cabral et al., 2008). É de importância que os procedimentos para se estimar o consumo voluntário, principalmente de animais em pastejo, sejam confiáveis e imprescindíveis para a avaliação da nutrição animal (Cochran et al., 1986), de forma que os resultados obtidos sejam seguros e satisfatórios.

1.6 Metabólitos sanguíneos

A avaliação da composição sanguínea pode ser usada como indicador da saúde da vaca leiteira, no intuito de avaliar, diagnosticar e prevenir transtornos metabólicos,

servindo também como indicador do estado nutricional (Gonzalez, 1997; Calixto Junior et al., 2010). No período que compreende o final da gestação e o início da lactação, denominado de período de transição, existe o maior risco de doenças metabólicas quando comparado com outras fases do ciclo de lactação (Santos et al., 2010c).

Diante de uma demanda súbita de nutrientes, como no desencadeamento da lactação, as reservas imediatas no sangue podem se esgotar rapidamente. No caso de uma deficiência crônica de nutrientes, o animal mobiliza suas reservas periféricas na intenção de se adaptar ao desequilíbrio, mas se as reservas não forem suficientes, doenças crônicas podem ocorrer, e muitas vezes se apresentam na forma subclínica, sem sintomas aparentes como, por exemplo, falha na fertilidade, na produção ou diminuição do crescimento (Gonzalez, 1997).

O autor supracitado relata que para uma indicação do metabolismo energético dos ruminantes, a avaliação dos níveis sanguíneos de glicose, beta-hidroxibutirato, colesterol e ácidos graxos livres devem ser realizados; e como indicadores do metabolismo proteico, os níveis de proteínas totais, albumina, globulinas, hemoglobina e ureia também devem ser analisados.

Em revisão feita por Gonzalez (1997), a hipoglicemia em vacas lactantes ocorre quando os níveis de glicose estão abaixo de 40 mg/dL, causando diminuição na produção de leite como uma forma de compensação, e em casos extremos, a cetose. O nível de glicose em ruminantes tende a diminuir à medida que a gestação avança, e de acordo com o autor, isso ocorre possivelmente pelo aumento da demanda de glicose por parte do feto. Pogliani & Birgel Junior (2007) relataram que os níveis adequados de glicose no sangue de vacas com mais de 24 meses são entre 60,6 e 67,2 mg/dL.

Em dietas com excesso de AG, estes são convertidos em triglicérides no fígado que serão transportados no sangue pelo VLDL (*very low density lipoproteins* – lipoproteína de muito baixa densidade) para os músculos e tecido adiposo. Uma vez que o VLDL “descarrega” os triglicérides, aqueles serão então convertidos em LDL (*low density lipoproteins* - lipoproteína de baixa densidade), que são as principais lipoproteínas transportadoras de colesterol proveniente do fígado para os tecidos periféricos. O excesso de colesterol nos tecidos periféricos é transportado de volta ao fígado como HDL (*high density lipoproteins* - lipoproteína de alta densidade). O colesterol possui importante papel como componente das membranas celulares e precursor de uma grande variedade de hormônios esteroides e de sais biliares. Não é necessário na dieta, pode ser sintetizado a partir de outros precursores mais simples

(Nelson & Cox, 2005). O teor de colesterol sanguíneo varia com o estágio da lactação. Herdt & Smith (1996) estudaram a relação do estágio de lactação e os teores de colesterol em um grupo de 87 vacas da raça Holandês, e verificaram que quanto mais próximo ao parto, menores foram os teores de colesterol no sangue, ao passo que este aumentava com o passar dos dias.

Pesquisas demonstraram que a adição de fontes de gordura na dieta de vacas em lactação, aumentou o teor de colesterol total no sangue (Delazari et al., 2000; Cavalieri et al., 2009; Freitas Junior et al., 2010; Schogor et al., 2010). De acordo com Freitas Junior et al. (2010), esse aumento pode ser justificado pelo maior consumo de AG nas rações contendo fontes de gordura, proporcionando aumento das respectivas frações relativas ao metabolismo de lipídeos transportados no sangue.

Cavalieri et al. (2009) avaliaram o efeito de duas fontes de gordura, Lac100® e linhaça em grão sobre as concentrações sanguíneas de triglicerídeos e colesterol na forma de HDL, LDL e VLDL em vacas lactantes. Os animais que consumiram linhaça em grão apresentaram menores concentrações de LDL, HDL e colesterol total quando comparado com aquelas que receberam Lac100®. Em média, as dietas continham 6,4% de EE na MS, a diferença, é que a linhaça fornecida em grão tem gordura menos disponível, já a Lac100®, por ser sal de cálcio de óleo de soja, está prontamente disponível para a absorção intestinal. Petit (2002) testaram diferentes fontes de gordura (linhaça grão, Megalac®, e soja micronizada) em dietas para vacas em lactação, e verificaram maiores concentrações de colesterol total e HDL no plasma dos animais que consumiram Megalac®, que também possui gordura mais prontamente disponível.

Para a ureia, os baixos níveis sanguíneos indicam deficiência proteica. Já níveis aumentados de ureia no sangue, indicam excesso de proteína na dieta (Gonzalez, 1997). Proteínas solúveis são rapidamente degradadas em amônia no rúmen (Nocek & Russell, 1988), que poderá ser utilizada por outros microrganismos como fonte de nitrogênio para produção de proteína ou ainda ser absorvida na parede ruminal para o sistema porta. O excesso de amônia pode exceder a capacidade de utilização pelos microrganismos, ocorrendo acúmulo e absorção, via difusão para a circulação sanguínea. Isso ocorre principalmente quando, na dieta, há grande quantidade de proteína degradável no rúmen (PDR) (Oliveira & Bagaldo, 2010).

Hayes et al. (1996) e Duffield et al. (2008) concluíram que a adição de monensina sódica em dieta para vacas em lactação aumentou as concentrações plasmáticas de nitrogênio ureico, os autores atribuem o fato pela diminuição da

degradação da proteína, que aumenta o fluxo de aminoácidos para o intestino delgado, aumentado assim os níveis de ureia no sangue pela maior absorção intestinal. De acordo com Duffield et al. (1998), as maiores concentrações de ureia podem ser resultado da maior concentração de proteína não degradável no rúmen (PNDR) e que chega ao intestino delgado, visto que a monensina reduz a degradação ruminal da proteína, provendo mais PNDR ao intestino delgado.

1.7 Literatura citada

AHRAR, M.; SCHINGOETHE, D.J. Heat-treated soybean meal as a protein supplement for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.62, n.6, p.932-940, 1979.

ALMEIDA, C.L., BOAVENTURA, G.T.; GUZMAN – SILVA, M.A. A linhaça (*Linum usitatissimum*) como fonte de ácido α -linolénico na formação da bainha de mielina. **Revista de Nutrição**, v.22, n.5, p.747-754. 2009.

ALVIM, M.J.; VERNEQUE, R.S.; VILELA, D. et al. Estratégia de fornecimento de concentrado para vacas da raça Holandesa em pastagem de *coastcross*. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.34, n.9, p.1711-1720, 1999.

AMARAL, C.M.C. **Extrusão e peletização de ração completa: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos saanen**. 2002. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Jaboticabal.

AMORIM, L.S. Manejo do balanço energético negativo e escore corporal. In: SILVA, J.C.P.M.; OLIVEIRA, A.S.; VELOSO, C.M. (Ed.) **Manejo e administração na bovinocultura leiteira**. Viçosa:MG, 2009. p.129-150.

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. p.229-253.

ASHES, J.R.; GULATI, S.K.; SCOTT, T.W. New approaches to changing milk composition: potential to alter the content and composition of milk fat through nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2204-2212, 1997.

ASHES, J.R.; VINCENT WELCH, P.ST.; GULATI, S.K. et al. Manipulation of the fatty acid composition of milk by feeding protected canola seeds. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.4, p.1090-1096, 1992.

BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A. et al. [1999]. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**. 15 p. 1999. Disponível em: <<http://www.asas.org/symposia/9899proc/0937.pdf>> Acesso em: 31/08/2010.

- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v.70, n.1, p.15-29, 2001.
- BEHNKE, K. C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.62, n.1, p.49-57, 1996.
- BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.23, p. 830-833, 2000.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p. 1465-1483, 1984.
- BIANCHINI, W.; RODRIGUES, E.; JORGE, A.M. et al. [2007]. Importância da fibra na nutrição de bovinos. **Revista eletrônica de Veterinária**, v.8, n.2, 2007. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n020207/020718.pdf>> Acesso em: 28/09/2011.
- BOBE, G; HAMMOND, E.G.; FREEMAN, A.E. et al. Texture of butter from cows with different milk fatty acid compositions. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.10, p.3122 - 3127, 2003.
- BODENMÜLLER FILHO, A.; DAMASCENO, J.C.; PREVIDELLI, I.T.S. et al. Tipologia de sistemas de produção baseada nas características do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1832-1839, 2010.
- BORTOLO, M.; CECATO, U.; MARTINS, E.N. et al. Avaliação de uma pastagem de *coastcross-1* (*Cynodon dactylon* (L.) Pers) sob diferentes níveis de matéria seca residual. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.3, p.627-635, 2001.
- CABRAL, L.S.; VALADARES FILHO, S.C.; DETMANN, E. et al. Avaliação de indicadores na estimativa da excreção fecal e da digestibilidade em ruminantes. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.1, p.29-34, 2008.
- CALDERELLI, V.A.S.; BENASSI, M.T.; VISENTAINER, J.V. et al. Quinoa and flaxseed: potential ingredients in the production of bread with functional quality. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.53, n.4, p.981-986, 2010.
- CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T. et al. Constituintes sangüíneos de vacas da raça holandesa alimentadas com silagens de milho ou de capim-elefante. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p.429-438, 2010.
- CAMPOS NETO, O.; RAMOS, A.A.; ESCOBAR, M.J. et al. Avaliação da monensina sódica em vacas leiteiras. **Scientia Agricola**, v.52, n.2, p.268-273, 1995.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

- CAVALIERI, F.L.B.; SANTOS, G.T.; DA SILVA, D.C. et al. Digestibilidade e metabólitos sanguíneos de vacas da raça Holandesa superovuladas que receberam Lac100® ou linhaça em grão como fontes de gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.896-902, 2009.
- CHALUPA, W. Rumen bypass and protection of proteins and amino acids. **Journal of Dairy Science**, v.58, n.8, p.1198-1218, 1975.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R.M. et al. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, v.49, n.3, p.181-205, 2000.
- CHOUINARD, P.Y.; GIRARD, V.; BRISSON, G.J. 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, n.2, p.471-481, 1998.
- 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, n.11, p.2913-2924, 1997.
- CHRYSAN, M.M. Margarines and spreads. In. SHAHIDI, F. (Ed) **Bailey's Industrial oil and fat products**, 16.ed. 2005. p.33-82.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal of Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- COELHO DA SILVA, J. F.; LEÃO, M. I. **Fundamento de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres, 1979. 384 p.
- CONTI, R.M.C.; SALLES, M.S.V.; SCHALCH, E. Efeitos da administração de monensina por meio de cápsulas de liberação controlada no desempenho de vacas Holandesas no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.890-895, 2008.
- CORL, B.A.; BAUMGARD, L.H.; DWYER, D.A. et al. The role of delta-9-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **Journal of Nutritional Biochemistry**, v.12, n.11, p.622-630, 2001.
- DA SILVA, D.C.; SANTOS, G.T.; BRANCO, A.F. et al. Production performance and milk composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.6, p.2928-2936, 2007.
- DELAZARI, J.A.; FONSECA, F.A.; QUEIROZ, A.C. et al. Desempenho reprodutivo, concentrações de progesterona e metabólitos lipídicos no pós-parto de vacas mestiças H/Z, submetidas a uma dieta hiperlipidêmica. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.2, p.413-420, 2000.

- DEMEYER, D.; DOREAU, M. Targets and procedures for altering ruminant meat and milk lipids. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.58, n.3, p.593-607, 1999.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Cromo e indicadores internos na determinação do consumo de novilhos mestiços, suplementados, a pasto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 5, p. 1600-1609, 2001.
- DHIMAN, T.R.; ANAND, G.R.; SATTER, L.D. et al. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.10, p.2146-2156, 1999.
- DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. Digestion and metabolism of dietary fat in farm animals. **British Journal of Nutrition**, v.78, (Suppl. 1), S15–S35, 1997.
- DOREAU, M.; FERLAY, A. Digestion and utilisation of fatty acids by ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.45, n.3, p.379-396, 1994.
- DUFFIELD, T.F.; LEBLANC, S.; BAGG, R. et al. Effect of a monensin controlled release capsule on metabolic parameters in transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.4, p.1171-1176, 2003.
- DUFFIELD, T.F.; RABIEE, A.R.; LEAN, I.J. A Meta-analysis of the impact of monensin in lactating dairy cattle. Part 2. Production effects. **Journal of Dairy Science**, v.91, n.4, p.1347-1360, 2008.
- DUFFIELD, T.F.; LESLIE, K.E.; SANDALS, D. et al. Effect of prepartum administration of monensin in a controlled-release capsule on postpartum energy indicators in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.9, p.2354-2361, 1998.
- EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D. et al. Perfil de ácidos graxos do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e monensina no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1, p.219-228, 2006.
- FELLNER, V.; SAUER, F.D.; KRAMER, J.K.G. Effect of nigericin, monensin, and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.5, p.921-928, 1997.
- FREITAS JUNIOR, J.E.; RENNÓ, F.P.; PRADA E SILVA, L.F. et al. Parâmetros sanguíneos de vacas leiteiras suplementadas com diferentes fontes de gordura. **Ciência Rural**, v.40, n.4, p.950-956, 2010.
- GÓMEZ-CORTÉS, P.; BACH, A.; LUNA, P. et al. Effects of extruded linseed supplementation on n-3 fatty acids and conjugated linoleic acid in milk and cheese from ewes. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.9, p.4122–4134, 2009.
- GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. et al. Determinação das frações de proteína e de carboidratos de gramíneas do gênero *Cynodon* em idades ao corte. **Acta Scientiarum**, v. 33, n.4, p.789-794, 2001.

- GONZALEZ, F.H.D. [1997]. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo da Faculdade Veterinária UFRGS**, v.25, n.2, p.13-33, 1997. Disponível em: <http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/gonzalez_perfil.pdf>. Acesso em: 21/02/2011.
- GONZALEZ, S.; DUNCAN, S.E.; O'KEEFE, S.F. et al. Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.01, p.70-77, 2003.
- GOODRICH, R.D.; GARRETT, J.E.; GAST, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1484-1498, 1984.
- GREENHALGH, J. F. D.; REID, G. W. The effects of pelleting various diets on intake and digestibility in sheep and cattle. **Animal Production**, v.16, n.3, p.223-33, 1973.
- GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H. et al. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating cows by delta-9-desaturase. **The Journal of Nutrition**, v.130, n.9, p.2285-2291, 2000.
- GRUMMER, R.R. Effect of feed on the composition of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.9, p. 3244-3257, 1991.
- HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: Hobson, P.N. (Ed.) **The Rumen Microbial Ecosystem**. 2.ed. International Thonson Publish Service:London, 1997. p.382-426.
- HAYES, D.P.; PFEIFFER, D.U.; WILLIAMSON, N.B. Effect of intraruminal monensin capsules on reproductive performance and milk production of dairy cows fed pasture. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.6, p.1000-1008, 1996.
- HERDT, T.H.; SMITH, J.C. Blood-lipid and lactation-stage factors affecting serum vitamin E concentrations and vitamin E cholesterol ratios in dairy cattle. **Journal of Veterinary Diagnostic Investigation**, v.8, n.2, p.228-232, 1996.
- HEYDARI, K.H.; DABIRI, N.; FAYAZI, J. et al. Effect of ionophores monensin and lasalocid on performance and carcass characteristics in fattening arabi lambs. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.7, n.1, p.81-84, 2008.
- HOFFMAN, K.; MULLER, L.D.; FALES, S.L. et al. Quality evaluation and concentrate supplementation of rotational pasture grazed by lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.9, p.2655-2663, 1993.
- HURTAUD, C.; PEYRAUD, J.L. Effects of Feeding Camelina (Seeds or Meal) on Milk Fatty Acid Composition and Butter Spreadability. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.11, p.5134-5245, 2007.

- HURTAUD.C.; FAUCON, F.; COUVREUR, S. et al. Linear relationship between increasing amounts of extruded linseed in dairy cow diet and milk fatty acid composition and butter properties. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.04, p. 1429–1443, 2010.
- IP, C.; BANNI, S.; ANGIONI, E. et al. Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. **Journal of Nutrition**, v.129, n.12, 2135-2142, 1999.
- JENKINS, T.C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.12, p.3851-3863, 1993.
- JENSEN, R.G. Invited Review: The Composition of Bovine Milk Lipids: January 1995 to December 2000. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.2, p.295-350, 2002.
- KELSEY, J.A.; CORL, B.A.; COLLIER, R.J. et al. The effect of breed, parity, and stage of lactation on conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat from dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.8, p.2588-2597, 2003.
- KENNELLY, J.J. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, n.3, p.137-152, 1996.
- LALLO, F.H; PRADO, I.N. Diferentes fontes de lipídeos na alimentação humana. In: PRADO, I.N. (Ed.) **Conceitos sobre a produção com qualidade de carne e leite**. Maringá-PR: EDUEM, 2004. p. 9-33.
- LOCK, A.L.; BAUMAN, D.E. Dairy products and milk fatty acids as functional food components. In: Cornell Nutrition Conference for Feed Manufacturers, Ithaca, 2003. **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 2003, p.159-173.
- McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON; J.I.D. Ionophores for dairy cattle: current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v.84 (Esp. Suppl.), p.E194-E203, 2001.
- MAIA, M.R.G.; CHAUDHARY, L.C.; BESTWICK, C.S. et al. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BMC Microbiology**, v.10, p.52, 2010.
- MEDEIROS, S.R. **Ácido linoléico conjugado: teores nos alimentos e seu uso no aumento da produção de leite com maior teor de proteína e perfil de ácidos graxos modificado**. 2002. 98f. Tese (Doutorado Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- MELLO, A.C.L.; PEDREIRA, C.G.S. Respostas morfológicas do capim-tanzânia (*Panicum maximum* Jacq. cv. Tanzânia-1) irrigado à intensidade de desfolha sob lotação rotacionada. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.2, p.282-289, 2004.

- MILLER, N.; DELBECCHI, L.; PETITCLERC, D. et al. Effect of stage of lactation and parity on mammary gland cell renewal. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.12, p.4669-4677, 2006.
- MODESTO, E.C.; SANTOS, G.T.; VILELA, D. et al. Efeitos nutricionais e metabólicos de dietas ricas em ácidos graxos poliinsaturados para os ruminantes e os benefícios para o homem. **Arquivos de Ciências Veterinárias e Zoologia**, v.5, n.1, p.119-134, 2002.
- MONEGO, M. A. **Goma da linhaça (*Linum usitatissimum* L.) para uso como hidrocolóide na indústria alimentícia**. 2009. 87f. Dissertação – (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul.
- MUSTAFA, A. F.; MCKINNON, J.J.; CHRISTENSEN, D.A. et al. Effects of micronization of flaxseed on nutrient disappearance in the gastrointestinal tract of steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, n.3, p.123-132, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D.C., 381p., 2001.
- NELSON, D.L.; COX, M.M. **Lehninger: Princípios de bioquímica**. 4.ed. New York: W. H. Freeman, 2005. 1119 p.
- NEVES, C. A.; SANTOS, G. T.; MATSUSHITA, M. et al. Intake, whole tract digestibility, milk production, and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with or without lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v.134, n.1, p.32-44, 2007.
- NEVES, C.A.; DOS SANTOS, W.B.R.; SANTOS, G.T.D. 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, n.1, p.83-92, 2009.
- NOAKES, M.; NESTEL, P.J.; CLIFTON, P.M. Modifying the fatty acid profile of dairy products through feedlot technology lowers plasma cholesterol of humans consuming the products. **Journal of Clinical Nutrition**, v.63, n.1, p.42-46, 1996.
- NOCEK, J. E.; RUSSELL, J. B. Protein and energy as an integrated system. Relationship of ruminal protein and carbohydrate availability to microbial synthesis and milk production. **Journal of Dairy Science**, v.71, n.8, p. 2070-2107, 1988.
- NOCEK, J.E.; TAMMINGA, S. Site of digestion of starch in the gastrointestinal tract of dairy cows and its effect on milk yield and composition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.10, p.3598-3629, 1991.
- NOGUEIRA, V.A.; FRANÇA, T.N.; PEIXOTO, P.V. Intoxicação por antibióticos ionóforos em animais. **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v.29, n.3, p.191-197, 2009.

- NUNES, G.F.M. **Avaliação da modificação da composição e textura de um produto obtido por transesterificação enzimática da gordura de leite com óleo de soja.** 2008. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Engenharia de Lorena / Universidade de São Paulo, Lorena.
- O'DONNELL, J. A. Milk fat technologies and markets: a summary of the Wisconsin Milk Marketing Board 1988 Milk Fat Roundtable. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.11, p.3109-3115, 1989.
- OLIVEIRA, J.S.; ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M. [2007]. Diversidade microbiana no ecossistema ruminal. **Revista eletrônica de Veterinária**, v.8, n.6, 2007. Disponível em: <<http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n060607/060703.pdf>> Acesso em: 28/09/2011.
- OLIVEIRA, R.L.; BAGALDO, A.R. Ingestão e digestão. In: SANTOS, G.T.; MASSUDA, E.M.; SILVA KAZAMA, D.C.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F. (Ed.) **Bovinocultura Leiteira – Bases zootécnicas, fisiológicas e de produção.** Maringá-PR: EDUEM, 2010. p.291-307.
- PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.6, p.1753-1771, 1993.
- PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. Conjugated linoleic acid and the control of cancer and obesity. **Toxicological Science**, v.52, (Suppl.1), p.107-110, 1999.
- PARK, Y.W. Overview of bioactive components in milk and dairy products. In: PARK, Y.W. (Ed.) **Bioactive components in milk and dairy products.** Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2009. p. 3-14.
- PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.6, p.1339-1349, 1999.
- PARODI, P.W. Cows' milk fat components as potential anticarcinogenic agents. **The Journal of Nutrition**, v.127, n.6, p.1055-1060, 1997.
- PARODI, P.W. Conjugated octadecadienoic acids of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.60, n.10, p.1550-1553, 1977.
- PETERSON, D.G.; KELSEY, J.A.; BAUMAN, D.E. Analysis of variation in *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid (CLA) in milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.9, p. 2164-2172, 2002.
- PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed whole flaxseed. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.6, p.1482-1490, 2002.
- PETIT, H.V. Digestion, milk production, milk composition, and blood composition of dairy cows fed formaldehyde treated flaxseed or sunflower seed. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.8, p.2637–2646, 2003.

- PETIT, H.V.; GERMIQUET, C.; LEBEL, D. Effect of feeding whole, unprocessed sunflower seeds and flaxseed on milk production, milk composition, and prostaglandin secretion in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.11, p. 3889-3898, 2004.
- PETIT, H.V. Milk fatty acids and human health (os ácidos graxos do leite e a saúde humana). In: **IV Sul-Leite**. Simpósio Sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2010, p.97-109.
- PIPEROVA, L.S.; SAMPUGNA, J.; TETER, B.B. et al. Duodenal and milk trans octadecenoic acid and conjugated linoleic acid (CLA) isomers indicate that postabsorptive synthesis is the predominant source of cis-9-containing CLA in lactating dairy cows. **Journal of Nutrition**, v.132, n.6, p.1235-1241, 2002.
- POGLIANI, F. C.; BIRGEL JUNIOR, E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, v.44, n.5, p.373-383, 2007.
- PRESSMAN, B.C. Biological applications of ionophores. **Annual Review by Biochemistry**, v.45, n.1, p.501-530, 1976.
- RODRIGUES, J.N.; MANCINI-FILHO, J.; TORRES, R.P. et al. Caracterização físico-química de creme vegetal enriquecido com ésteres de fitosteróis. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, n.4, p.505-520. 2004.
- ROWE, J.B.; CHOCT, M.; PETHICK, D.W. Processing cereal grains for animal feeding. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.5, p.721-736, 1999.
- RUIZ, R.; ALBRECHT, G.L.; TEDESCHI, L.O. et al. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.7, p.1717-1727, 2001.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, n.1, p.1-6, 1989.
- SÁ FORTES, R.V.; ARTUNDUAGA, M.A.T.; CARVALHO, A.U. et al. Propileno-glicol ou monensina na dieta de vacas leiteiras no período de transição: saúde do úbere, produção e composição do leite. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.179-184, 2008.
- SALMAN, A.K.D.; PAZIANI, S.F.; SOARES, J.P.G. [2006]. **Utilização de ionóforos para bovinos de corte**. Rondônia: Embrapa Rondônia, 2006 (Centro de Pesquisa Agroflorestal de Rondônia. Documentos, 101) Disponível em: <<http://www.cpafro.embrapa.br/portal/publicacao/109/>> Acesso em: 10/10/10.

- SANTOS, F.A.P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI T.T; PIRES A.V.; OLIVEIRA S.G. (Ed.). **Nutrição de Ruminantes**. 1.ed. Jaboticabal: Funep, 2006. p.255-286.
- SANTOS, F.A.P.; GALLO, M.P.C.; CHAGAS, L.J. et al. Qualidade do leite produzido em sistemas de produção á base de pastagens. In: **IV Sul-Leite**. Simpósio Sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 35-71, 2010a.
- SANTOS, G.T.; SILVA-KAZAMA, D.C.; KAZAMA, R. et al. Scientific progress in ruminant production in the 1st decade of the XXI century. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, (Supl. Especial), p.478-490, 2010b.
- SANTOS, G.T.; DAMASCENO, J.C.; SILVA-KAZAMA, D.C. Manejo de vacas em lactação, secas e em período de transição. In: SANTOS, G.T.; MASSUDA, E.M.; SILVA KAZAMA, D.C.; JOBIM. C.C.; BRANCO, A.F. (Ed.) **Bovinocultura Leiteira – Bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**. Maringá-PR: EDUEM, 2010c. p.109-141.
- SANTOS, J.E.P. Feeding for milk composition. [2002]. **Proceedings of VI International Congress on Bovine Medicine (ANEMBE)**. 19 p. 2002. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/eduardo-feeding.pdf>> Acesso em: 05/12/2010.
- SAUER, F.D.; FELLNER, V.; KINSMAN, R. et al. Methane output and lactation response in Holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. **Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p.906-914, 1998.
- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1518-1527, 1984.
- SCHOGOR, A.L.B.; ROMERO, J.V.; VILELA, L.S. et al. Parâmetros sanguíneos de vacas alimentadas com níveis de inclusão de polpa cítrica em dietas com fonte de óleo poli-insaturado. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Bahia: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).
- SCOLLAN, N.D.; CHOI, N.J.; KURT, E. et al. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, n.1, p.115-124, 2001.
- SCOTT, T.A., COMBS, D.K., GRUMMER, R.R. Effects of roasting, extrusion and particle size on the feeding value of soybeans for dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.8, p.2555-2562, 1991.
- SILVA-KAZAMA, D.C.; SANTOS, G.T.; PINTRO, P.T.M. et al. Effect of storage on fatty acid profile of butter from cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p. 2297-2303, 2010.

- SLOTS, T.; BUTLER, G.; LEIFERT, C. et al. Potentials to differentiate milk composition by different feeding strategies. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.5, p.2057-2066, 2009.
- SOUSA, B.M; SATURNINO, H.M; BORGES, A.L.C.C. et al. Estimativa de consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro por vacas leiteiras sob pastejo, suplementadas com diferentes quantidades de alimento concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.890-895, 2008.
- STERN, M.D.; SANTOS, K.A.; SATTER, L.D. Protein degradation in rumen and amino acid absorption in small intestine of lactating dairy cattle fed heat-treated whole soybeans. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.1, p.45-56, 1985.
- TITGEMEYER, E. C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. **Journal of Animal Science**, v.75, n.8, p.2235-2247, 1997.
- VAN NEVEL, C.J.; DEMEYER D.I. Influence of pH on lipolysis and biohydrogenation of soybean oil by rumen contents in vitro. **Reproduction Nutrition Development**, v.36, n.1, p.53-63, 1996.
- VAN NEVEL, C.; DEMEYER, D.I. Lipolysis and biohydrogenation of soybean oil in the rumen in vitro: Inhibition by antimicrobials. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.12, p.2797-2806, 1995.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed., London: Constock Publishing Associates. 476p. 1994.
- VILELA, D.; LIMA, J.A.; RESENDE, J.C. et al. Desempenho de vacas da raça Holandesa em pastagem de *coastcross*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.555-561, 2006.
- VILELA, D.; PAIVA, P.C.A.; LIMA, J.A. et al. Morfogênese e acúmulo de forragem em pastagem de *Cynodon dactylon* cv. *Coastcross* em diferentes estações de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, p.1891-1896, 2005.
- ZANFI, C.; SPANGHERO, M.; SEPULCRI, A. et al. Effect of dietary inclusion of flaxseed on milk yield and composition of dairy cows. **Italian Journal of Animal Science**, v.8, (Suppl. 2), 444-446, 2009.
- WANG, Y., MCALLISTER, T.A., ZOBELL, D.R. et al. The effect of micronization of full-fat canola seed on digestion in the rumen and total tract of dairy cows. **Canadian Journal Animal Science**, v.77, n.3, p.431-440, 1997.
- WARD, A.T.; WITTENBERG, K.M.; PRZYBYISKI, R. Bovine milk fatty profile produced by feeding diets containing solin, flax and canola. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.5, p.1191-1196, 2002.
- WHITE, S.L.; BERTRAND, J.A.; WADE, M.R. et al. Comparison of fatty acid content of milk from Jersey and Holstein cows consuming pasture or a total mixed ration. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.10, p.2295-2301, 2001.

II OBJETIVO GERAL

Objetivou-se com o experimento avaliar o efeito da peletização e da adição de monensina sódica em ração concentrada, para vacas mantidas em pastejo, sobre o consumo de MS e dos nutrientes da ração concentrada e da pastagem; digestibilidade aparente da MS e dos nutrientes da dieta; determinação dos parâmetros sanguíneos, perfil de ácidos graxos e composição do leite.

III - DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE VACAS SUPLEMENTADAS COM CONCENTRADO PELETIZADO OU NÃO, COM OU SEM MONENSINA SÓDICA

Resumo: Objetivou-se com esta pesquisa determinar o consumo, digestibilidade e parâmetros sanguíneos em animais mantidos em pastagem. Quatro vacas primíparas da raça Holandês com 186 ($\pm 9,7$) dias em lactação e pesando em média 515 ($\pm 36,4$) kg foram distribuídas em quadrado latino 4x4, consistindo em quatro períodos, cada um com 16 dias para adaptação dos animais e cinco dias para as coletas. Os animais mantidos em pastagem de *Cynodon* foram recolhidos duas vezes ao dia para ordenha e alimentação nos tratamentos: concentrado não peletizado sem monensina; concentrado não peletizado com monensina; concentrado peletizado sem monensina; concentrado peletizado com monensina. Para a determinação do CMS e de nutrientes da ração concentrada, foram registradas diariamente a quantidade ofertada e as sobras. No último dia de cada período foi realizada a colheita de sangue, a partir da veia jugular. Não houve diferença no CMS e de nutrientes da forragem e da ração, com exceção do EE, em que a peletização reduziu ($P < 0,05$) o consumo deste nutriente na ração concentrada, no consumo total e no consumo em função do PC, com valores médios de 0,31 kg/dia; 0,43 kg/dia e 0,09%, respectivamente. As digestibilidades da MS e dos nutrientes não diferiram ($P > 0,05$). A peletização tendeu ($P = 0,08$) a aumentar a DMO, com média de 71,25% vs 68,20% nos tratamentos não peletizados. A peletização aumentou a DMS (de 62,9% para 65,6%), a DPB (de 68,2% para 71,3%) e DEE (de 85,2% para 85,8%). Os parâmetros sanguíneos não foram alterados nos diferentes tratamentos. Tanto a peletização das rações concentradas quanto a adição de monensina sódica não alteraram o consumo dos animais, exceto para EE. Os diferentes tratamentos não influenciaram na digestibilidade dos nutrientes e metabólitos sanguíneos de vacas leiteiras.

Palavras-chave: nutrição animal, peletização, qualidade nutricional, tratamento térmico, trato gastrointestinal

Digestibility and blood parameters from cows supplemented with concentrate pelleted or not, with or without monensin addition

Abstract: This assay aimed to evaluate the intake, digestibility and blood parameters from animals kept at pasture. It was used four multiparous Holstein cows, averaging 186 (± 9.7) days in milk and 515 (± 36.4) kg of body weight, assigned in a Latin Square design 4x4, consisting of four periods, each with 16 days to animal adaptation and 5 days to collecting samples. The animals were kept at *Cynodon* pasture and housed twice a day for milking and feeding treatments: concentrate ration without monensin; concentrate ration with monensin; pelleted concentrate ration without monensin; pelleted concentrate ration with monensin. To determine the dry matter intake (DMI) and nutrient of the concentrate ration were recorded daily the amount of offered and leftovers food. On the last day of each period, it was collected blood samples from cows' jugular vein. There was no significance ($P > 0.05$) in DMI and nutrient forage and concentrate ration, except for ether extract (EE) intake that was reduced ($P < 0.05$), as well as total intake and intake as a function of the body weight, with average values of 0.31 kg/day, 0.43 kg/day and 0.09%, respectively. The nutrients and DM digestibility did not differ ($P > 0.05$). There was a trend ($P = 0.08$) for pelleted ration to increase digestibility of OM, with average 71.25% vs 68.20% for those not pelleted. The pelleted treatments increased DM digestibility (62.9% to 65.66%), the protein digestibility (68.2% to 71.3%) and EE digestibility (85.2% to 85.8%). The blood parameters did not differ in the different treatments. Both, pelleting rations and monensin addition, had not effect on intake from animals, except to the EE. The different treatments did no differ in nutrients digestibility and blood parameters from dairy cows.

Key words: animal nutrition, gastrointestinal tract, nutritional quality, pelleting, heat treatment

Introdução

A determinação da qualidade nutricional dos alimentos consumidos por animais em pastejo ou confinados tem sido um desafio para os nutricionistas, para tanto, o consumo e a digestibilidade são dois dos principais componentes que determinam o valor nutritivo de um alimento (Van Soest, 1994; Berchielli et al., 2000; Casali et al., 2008). Nesse sentido, pesquisas sobre o consumo de nutrientes, principalmente de matéria seca, e sobre a qualidade nutricional de gramíneas tropicais utilizadas no país para a alimentação de vacas em lactação são necessárias (Sousa et al., 2008).

A melhora na palatabilidade da dieta (Behnke, 1996) e o aumento da densidade são fatores que contribuem para o aumento na ingestão de alimentos que passam pelo processamento térmico, como por exemplo, a peletização. Em pesquisa de Amaral (2002) houve um aumento médio de 26% no consumo de matéria seca (CMS) por cabritos que consumiram dieta peletizada quando comparados com animais tratados com dietas não peletizadas, que segundo os autores, este aumento no consumo se deu pelo aumento na densidade da ração. A adição de monensina sódica à dieta de novilhos holandeses também se mostrou eficaz em reduzir o CMS na pesquisa de Oliveira et al. (2005).

Para digestibilidade, as pesquisas apresentam tanto aumentos para esta variável, quanto ausência de efeitos, quando as dietas ofertadas aos animais sofreram algum tipo de processamento. Para monensina, Schelling (1984), relatou que um dos benefícios da adição deste ionóforo é o aumento na digestibilidade da matéria seca (DMS) e da proteína (DPB) da ração. No entanto, Da Silva et al. (2007) avaliaram os efeitos da adição da monensina em dietas para vacas em lactação e não observaram diferenças na digestibilidade dos nutrientes.

Além da avaliação dos componentes nutricionais que os animais estarão consumindo, a avaliação da composição sanguínea, também é de interesse nutricional, podendo ser usada como indicador da saúde da vaca leiteira, sendo feita no intuito de avaliar, diagnosticar e prevenir transtornos metabólicos, servindo também como indicador do estado nutricional (Gonzalez, 1997; Calixto Junior et al., 2010). Deste modo, como indicativo do metabolismo energético dos ruminantes, a avaliação dos níveis sanguíneos de glicose, beta-hidroxibutirato, colesterol e ácidos graxos livres são realizados, e como indicadores do metabolismo proteico, os níveis de proteínas totais, albumina, globulinas, hemoglobina e ureia são analisados (Gonzalez, 1997).

Objetivou-se com este trabalho avaliar o consumo e digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes e os metabólitos sanguíneos de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada com ou sem adição de monensina sódica, e peletizadas ou não.

Material e métodos

O experimento foi realizado nas dependências da UEM – Universidade Estadual de Maringá, no setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), localizada no Município de Iguatemi-PR, a 20 km da cidade de Maringá-PR e nos Laboratórios de Nutrição e Alimentação Animal e de Metabolismo Animal e Digestibilidade *in vitro* do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

Foram utilizadas quatro vacas lactantes da raça Holandês ($186 \pm 9,7$ dias em lactação) e média de 515 kg ($\pm 36,4$). Os animais foram distribuídos em um delineamento em quadrado latino 4x4, com 16 dias de adaptação dos animais às dietas e cinco dias para coleta de amostras e de dados.

Os animais foram mantidos em pastagem de *Cynodon* com lotação rotacionada e livre acesso a água. Duas vezes ao dia, pela manhã e tarde, as vacas foram manejadas para ordenha e posteriormente alojadas em instalação do tipo *tie-stall* para alimentação suplementar, e logo em seguida voltavam para os piquetes, com livre acesso a forragem.

Os tratamentos avaliados foram: ração concentrada não peletizada sem adição de monensina; ração concentrada não peletizada com adição de monensina; ração concentrada peletizada sem adição de monensina; ração concentrada peletizada com adição de monensina. A monensina sódica foi acrescentada através do suplemento mineral vitamínico, o qual continha 480 mg de monensina sódica por kg do produto, e para os tratamentos sem o ionóforo, foi utilizado suplemento mineral sem monensina, no entanto, a composição do mineral foi a mesma para todas as rações. Os ingredientes da ração e suas respectivas composições químico-bromatológicas estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

A área de pastagem utilizada no experimento consistiu de quatro piquetes de 0,4 ha cada, com pastagem de gramínea do gênero *Cynodon* (predominância de *Coast-cross*, Tifton 85 e Estrela Africana). Antes de iniciar o experimento, as áreas de pastagem foram roçadas, de maneira que a forragem seguisse um crescimento uniforme.

Amostras de solo foram analisadas para a devida correção, cujas análises estão apresentadas na Tabela 3. Após a roçada, as áreas foram adubadas com ureia e cloreto de potássio. O experimento foi conduzido no período das águas, com início em 03 de dezembro de 2009, e término em 19 de fevereiro de 2010, perfazendo um total de quatro períodos experimentais. Os dados climáticos verificados durante a condução do experimento foram obtidos na Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM), localizada na UEM, e estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 1. Ingredientes (% MS) das rações concentradas fornecidas para vacas em lactação mantidas em pastagem

Ingredientes (%)	Não Peletizadas ²		Peletizadas	
	SM	CM	SM	CM
Milho moído	67,14	67,14	67,14	67,14
Farelo de soja	8,57	8,57	8,57	8,57
Linhaça moída	14,28	14,28	14,28	14,28
Calcário	0,85	0,85	0,85	0,85
Fosfato bicálcico	0,46	0,46	0,46	0,46
Sal comum	0,11	0,11	0,11	0,11
Suplemento mineral vitamínico ¹	6,86	6,86	6,86	6,86
Bicarbonato de sódio	1,74	1,74	1,74	1,74
Monensina sódica (ppm)	-	32,93	-	32,93

¹Ca: 156 g/kg, P: 51 g/kg, S: 20 g/kg, Na: 93 g/kg, K: 28 g/kg, Mg: 33 g/kg, Fe: 2000 mg/kg, Cu: 400 mg/kg, Co: 30 mg/kg, Cr: 10 mg/kg, I: 40 mg/kg, Se: 15 mg/kg, Zn: 1700 mg/kg, F: máximo 510 mg/kg, Mn: 1350 mg/kg, Vit. A: 135000 U.I./kg, Vit. D: 68000 U.I./kg, Vit. E: 450 mg/kg.

²SM= Sem monensina; CM= Com monensina.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica das rações concentradas fornecidas para vacas em lactação mantidas em pastagem

Composição química ¹	Não peletizadas ²		Peletizadas		Média	DP ³
	SM	CM	SM	CM		
MS %	91,02	90,79	89,62	89,20	90,16	0,88
MM %	8,04	7,87	7,88	8,00	7,95	0,08
PB (%MS)	13,70	13,64	13,80	14,03	13,79	0,17
EE (%MS)	7,51	7,44	4,35	5,82	6,28	1,51
FDN (%MS)	10,60	10,51	11,40	10,52	10,76	0,43
FDA (%MS)	4,94	4,68	4,96	4,89	4,87	0,13
Ca %	1,22	1,11	1,14	1,18	1,16	0,05
P %	0,57	0,55	0,49	0,59	0,55	0,04

¹MS = Matéria seca; MM = Matéria mineral ; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; Ca = Cálcio; P = Fósforo.

²SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

³DP = Desvio padrão.

Tabela 3. Análise química do solo da área de pastagem (gramíneas do gênero *Cynodon* com predominância de *Coast-cross*, Tifton 85 e Estrela Africana)

Amostra	pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC
	CaCl ₂	H ₂ O							
Solo	5,70	6,50	0,0	2,36	4,44	1,08	0,24	5,76	8,12

Amostra	P	C	V	Ca	Mg	K
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³			%	
Solo	69,40	11,34	70,94	54,68	13,30	2,96

pH = Potencial hidrogeniônico; Al = Alumínio; H = Hidrogênio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio; SB = Soma de bases; CTC = Capacidade de troca de cátion; P = Fósforo; C = Carbono; V = Saturação por bases.

Tabela 4. Dados climáticos dos períodos experimentais obtidos na UEM, pela Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM)

Períodos ¹	Insolação (h/dia)	U.R. (%)	Temperatura (°C)		
			Média	Mínima	Máxima
1	3,78	83,45	25,72	21,41	29,88
2	5,32	78,91	26,58	21,82	30,98
3	5,70	86,95	26,23	21,94	30,72
4	5,72	79,36	25,82	21,59	30,29

¹Média dos dados climáticos durante os períodos experimentais (1 = 03 a 20/12/2009; 2 = 21/12/2009 a 08/01/2010; 3 = 09 a 29/01/2010; 4 = 30/01/2010 a 19/02/2010). U.R. = umidade relativa do ar.

O manejo dos animais nos piquetes foi ajustado pela altura da pastagem, os animais eram conduzidos aos piquetes quando as gramíneas atingiam altura média de aproximadamente 40 cm, e retirados quando estas apresentassem altura de cerca de 20 cm (Corrêa & Santos, 2003). A altura do dossel forrageiro foi mensurada em 10 pontos de cada piquete, para o pré-pastejo considerando o comprimento desde o nível do solo até a curvatura da última folha, e a altura do pós-pastejo, foi mensurada como a medida do comprimento desde o nível do solo.

A coleta de forragem para determinação da massa de forragem foi realizada quando os animais adentravam no piquete. As amostras foram coletadas em quatro pontos de cada piquete, a 5 cm do nível do solo, utilizando uma moldura com dimensões de 0,5 m². Logo após as coletas, as amostras foram pesadas para determinação da massa de forragem, que foi em média 1,7 tonelada MS/ha.

Para a determinação da composição bromatológica da forragem e das demais análises, amostras representativas do estrato pastejável (acima da altura do resíduo pós-pastejo) foram coletadas (cortadas) manualmente em vários pontos do piquete, simulando assim, a colheita de forragem que é realizada pelo animal.

As amostras de forragem foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moídas em peneira com crivo de 1 mm. Posteriormente foram analisadas para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total (proteína bruta = 6,25 x N total) e extrato etéreo (EE) segundo AOAC (1990); para determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991); as análises para determinação do cálcio (Ca) e fósforo (P) foram feitas seguindo recomendações de Silva & Queiroz (2002). A composição químico-bromatológica da forragem está expressa na Tabela 5.

Tabela 5. Composição químico-bromatológica da forragem (gramínea do gênero *Cynodon* com predominância de *Coast-cross*, Tifton 85 e Estrela Africana)

Características ¹	Períodos experimentais ²				Média	DP ³
	1	2	3	4		
MS %	26,14	26,16	29,25	26,39	26,99	1,51
MM %	6,43	6,90	6,02	6,99	6,58	0,45
PB (%MS)	13,71	17,59	14,99	19,24	16,38	2,50
EE (%MS)	1,80	2,16	2,30	2,57	2,21	0,32
FDN (%MS)	73,14	64,83	65,18	62,76	66,48	4,57
FDA (%MS)	34,47	31,32	32,05	28,18	31,51	2,60
LIG (%MS)	2,87	2,98	2,80	2,70	2,84	0,12
Ca %	0,30	0,29	0,26	0,29	0,29	0,02
P %	0,31	0,32	0,30	0,37	0,33	0,03

¹MS = Matéria seca; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; LIG = Lignina; Ca = Cálcio; P = Fósforo.

² 1 = 03 a 20/12/2009; 2 = 21/12/2009 a 08/01/2010; 3 = 09 a 29/01/2010; 4 = 30/01/2010 a 19/02/2010.

³ = Desvio padrão.

Para a determinação do consumo de nutrientes da ração concentrada, foram registradas diariamente a quantidade de ração ofertada e as sobras no cocho. Durante o período de coleta, foram feitas amostragens das rações fornecidas e das sobras, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas em freezer a -20°C. No final de cada período foi feito um *pool* das amostras de sobras, resultando em uma única amostra por animal por período. As amostras compostas foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C e moídas em peneira com crivo de 1 mm, e analisadas para a determinação da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo AOAC (1990); para determinação da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991).

Para a estimaco da produo fecal foi empregado o uso do indicador externo óxido de cromo (Cr_2O_3), que foi fornecido aos animais acondicionado em papel celulose em forma de cápsula para facilitar a administrao. O indicador foi fornecido duas vezes ao dia através de um aplicador acoplado em êmbolo, na dosagem de 5 g, totalizando 10 g do indicador para cada animal por dia. A administrao foi realizada por um período de 10 dias consecutivos (cinco dias de adaptao e cinco dias para coleta de fezes) em cada período experimental.

As amostras de fezes foram coletadas diretamente da ampola retal por cinco dias consecutivos, duas vezes ao dia, pela manhã (08h) e pela tarde (16h). As amostras fecais de cada animal e de cada coleta foram acondicionadas individualmente em saco plástico devidamente identificado, e congeladas a -20°C . No final das coletas as amostras foram então secas em estufa de 55°C por 72 horas e processadas em moinho Willey em peneiras de 1 mm de diâmetro, em seguida compostas com base no peso seco e armazenadas em potes plásticos. Posteriormente, estas amostras foram analisadas para determinao da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) segundo AOAC (1990); para determinao da fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente  cido (FDA) segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991). A matéria orgânica foi determinada por diferena: $\%MO = 100 - \%MM$.

As estimativas da concentrao fecal foram obtidas pela equao proposta por Smith & Reid (1955): excreo fecal (g/dia) = indicador fornecido (g/dia) / concentrao do indicador nas fezes (g/g MS). A determinao da concentrao de cromo nas fezes foi feita pela metodologia descrita por Willians et al. (1962).

Para a determinao do consumo de forragem foi aplicada a técnica de marcador interno através da determinao da MSi (matéria seca indigestível) (Cochran et al., 1986), incubando amostras de rao concentrada, fezes e forragem por 240 horas no rúmen como recomendado por Casali et al. (2008).

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados pela equao proposta por Weiss et al. (1992): $\text{NDT} = \text{PBD}\% + \text{FDND}\% + \text{CNFD}\% + (\text{EED}\% \times 2,25)$; em que PBD = proteína bruta digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis e EED = extrato etéreo digestível. O c culo para determinar a energia líquida para lactao foi realizada de acordo com NRC (2001), onde $\text{ELlact. (Mcal/kg)} = (0,0245 \times \% \text{NDT}) - 0,12$.

No último dia de cada período experimental (21º dia), foi realizada a pesagem dos animais pela manhã, e em seguida, a colheita de sangue, a partir da veia jugular em tubos de ensaio contendo heparina como anticoagulante. Após coleta, o sangue foi submetido à centrifugação a 3.200 rpm por 10 minutos, sendo o plasma separado e acondicionado em frascos *ependorf* e armazenado a -20°C . Foram realizadas as análises para VLDL (Friedewald), LDL (Friedewald), HDL (precipitação com fosfotungstato automatizada), colesterol total (eterase-oxidase automatizado), triglicerídeos e ureia no Laboratório de Bioquímica da Universidade Estadual de Maringá, através do analisador automático Merck Vitalab Selectra 2[®].

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (2003), com delineamento em quadrado latino 4x4 em arranjo fatorial 2x2 para os tratamentos: presença ou não de monensina, peletização ou não do concentrado. Foi considerado 5% ($P<0,05$) o nível de significância e até 10% ($P<0,10$) como tendência.

Resultados e discussão

Os consumos de matéria seca (CMS) e dos nutrientes pelos animais mantidos em pastejo e suplementados com ração concentrada estão expressos na Tabela 6. Com exceção do EE, não houve diferença ($P>0,05$) no consumo de concentrado e de forragem, conseqüentemente, também não foram verificadas alterações no consumo total (kg/dia) e % PC. Como a quantidade de monensina adicionada no concentrado foi 32,93 ppm na MS, e o consumo médio de MS do concentrado para os animais que consumiram monensina foi de 5,41 kg/dia, a ingestão diária de monensina foi em média 178 mg/animal.

Tabela 6. Consumo de nutrientes por vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica

Nutrientes ¹	Não peletizadas ²		Peletizadas		EP ³	Probabilidade ⁴		
	SM	CM	SM	CM		P	M	I
Consumo da ração concentrada (kg/dia)								
MS	5,83	5,22	5,07	5,59	0,76	0,81	0,95	0,48
MO	5,90	5,33	5,31	5,75	0,74	0,91	0,93	0,51
MM	0,51	0,45	0,44	0,50	0,08	0,90	0,99	0,45
PB	0,88	0,79	0,79	0,88	0,12	0,99	0,97	0,48
EE	0,48	0,43	0,27	0,35	0,05	0,02	0,78	0,19
FDN	0,68	0,62	0,65	0,65	0,08	0,96	0,72	0,70
FDA	0,32	0,27	0,29	0,31	0,04	0,95	0,80	0,47
Consumo de forragem (kg/dia)								
MS	6,20	6,78	5,22	5,66	0,76	0,20	0,52	0,93
MO	5,79	6,33	4,87	5,29	0,71	0,20	0,52	0,93
MM	0,41	0,44	0,34	0,37	0,05	0,21	0,58	0,91
PB	1,02	1,11	0,86	0,91	0,14	0,22	0,64	0,87
EE	0,14	0,15	0,12	0,12	0,02	0,20	0,56	0,87
FDN	4,10	4,48	3,44	3,76	0,49	0,19	0,49	0,95
FDA	1,94	2,12	1,64	1,80	0,23	0,20	0,48	0,98
Consumo total (kg/dia)								
MS	12,03	11,99	10,29	11,25	1,12	0,29	0,69	0,67
MO	11,70	11,66	10,18	11,04	1,05	0,34	0,70	0,68
MM	0,92	0,89	0,79	0,87	0,10	0,44	0,78	0,60
PB	1,90	1,90	1,66	1,78	1,19	0,36	0,74	0,75
EE	0,62	0,58	0,38	0,48	0,06	0,01	0,66	0,25
FDN	4,78	5,10	4,10	4,41	0,49	0,19	0,53	0,10
FDA	2,26	2,39	1,92	2,11	0,23	0,21	0,51	0,91
Consumo total (%PC)								
MS	2,44	2,43	2,13	2,27	0,22	0,31	0,75	0,74
MO	2,37	2,37	2,10	2,23	0,21	0,36	0,76	0,76
MM	0,19	0,18	0,16	0,18	0,02	0,46	0,83	0,66
PB	0,38	0,39	0,34	0,36	0,04	0,38	0,78	0,81
EE	0,13	0,12	0,08	0,10	0,01	0,02	0,69	0,32
FDN	0,97	1,03	0,85	0,89	0,09	0,17	0,56	0,92
FDA	0,46	0,48	0,40	0,42	0,04	0,19	0,55	0,99
Concentrado	1,18	1,07	1,05	1,13	0,16	0,84	0,93	0,55
Forragem	1,25	1,37	1,08	1,14	0,14	0,18	0,55	0,86

¹MS = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; %PC = Porcentagem do peso corporal.

²SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

³EP = Erro padrão da média.

⁴P = Efeito peletização, M= Efeito monensina e I= Efeito interação.

O CMS total (média de 11,39 kg/dia) e o consumo de MO (média de 11,15 kg/dia) não foram influenciados ($P>0,05$) pela peletização do concentrado e nem pela adição da monensina sódica, somente menores valores numéricos foram observados para os tratamentos que sofreram o processo de peletização, média de 10,77 kg/dia contra 12,01 kg/dia para aquelas não peletizadas, uma redução de 10%. Gonthier et al. (2004), avaliaram o efeito da extrusão e micronização em dietas contendo grãos de linhaça, e, não verificaram diferenças no CMS e CMO, somente reduções numéricas foram reportadas no consumo, quando as dietas passaram pelo processamento térmico.

Os resultados estão de acordo com o trabalho desenvolvido por Santos (2010), que forneceram concentrado peletizado ou não, contendo grãos de girassol, para animais mantidos em pastagem, e não verificou diferenças quanto ao CMS e CMO. A adição de monensina também não exerceu influência sobre o CMS total (média de 11,62 kg/dia). Phipps et al. (2000) estudaram os efeitos de diferentes doses de monensina (0, 150, 300 e 400 mg/dia) e também não observaram diferença sobre o consumo das vacas.

O consumo médio de 178 mg de monensina/animal/dia foi abaixo do reportado por Sauer et al. (1989), a média de consumo de monensina para o tratamento com adição de 30 ppm na MS da dieta (composta por concentrado + silagem de milho como volumoso), foi de aproximadamente 400 mg do ionóforo/animal. Os autores verificaram que o CMS pelos animais recebendo monensina foi reduzido em mais de 8%, comparado com tratamento controle, sem adição de monensina.

Durante a condução do experimento, a única fonte de volumoso para os animais foi forragem, e da mesma forma, Ruiz et al. (2001) trabalharam com vacas mantidas exclusivamente em pastagem, mas que consumiam maiores quantidades de monensina na dieta, cerca de 350 mg/dia, e também não verificaram diferenças quanto ao CMS dos animais.

As médias de consumo total (%PC) do pasto e do concentrado foram, respectivamente 1,21% e 1,11%, correspondendo a uma razão de 52:48 volumoso:concentrado, considerando a média de CMS de 2,32% PC. De acordo com Santos et al., (2010a), a quantidade mínima de forragem na dieta de vacas em fase final de lactação, deve estar entre 50 e 55%, forragem que deve ter no mínimo 21% de FDN, valores que foram atendidos na pesquisa.

Os teores de FDN verificados para a forragem utilizada (gênero *Cynodon*), tiveram média de 66,5% (Tabela 5). De acordo com Santos et al. (2003), plantas tropicais apresentam teores de FDN entre 60% e 75%, pela sua alta taxa de crescimento,

perdem o valor nutritivo rapidamente, além disso, as limitações no desempenho animal podem estar relacionadas com os aspectos estruturais da planta tropical, que interferem no consumo. Segundo Mertens (1994; 2002), a proporção de FDN de uma forragem é importante não só para a determinação da qualidade nutricional, mas também pelo fato da FDN estar relacionada com o consumo máximo de MS, representa a porção orgânica do alimento que é mais dificilmente digerida.

Diante do exposto, os baixos valores para o consumo da forragem e, conseqüentemente, para o consumo total de MS (1,21% e 2,32% PC, respectivamente) estão relacionados com os altos valores de FDN verificados para forrageira em questão, em que o enchimento físico pode ter influenciado de forma negativa no consumo. E conforme relatado por Gonçalves et al. (2001) e Romero (2008), altos teores de FDN geralmente são encontrados em forrageiras tropicais, porque segundo Van Soest (1994), o elevado conteúdo de parede celular das gramíneas tropicais está associado aos aspectos de natureza anatômica das espécies, em razão da alta proporção de tecido vascular característico das plantas C4, como é o caso do *Cynodon*.

Para a produção de leite e gordura obtidos no experimento (médias de 11,46 kg/dia e 3,7%, respectivamente), o NRC (2001) calcula um consumo de aproximadamente 12 kg MS/dia. Mas a média de consumo total observada (11,4 kg MS/dia) foi menor, provavelmente em função do baixo consumo de forragem observados.

Houve diminuição ($P < 0,05$) no consumo de EE da ração concentrada, no consumo total e em %PC. Os menores valores reportados para o consumo deste nutriente ($P < 0,05$) foram observados nas dietas peletizadas, com respectivas médias de 0,31 kg/dia; 0,43 kg/dia e 0,09% para o consumo de EE do concentrado, no consumo total e no consumo em %PC. Como observado na Tabela 2, os valores de EE das rações foram menores nos tratamentos que sofreram o processo de peletização, e o fato pode ter contribuído para o baixo consumo deste nutriente reportado para este tratamento. Santos (2010) avaliou o consumo de nutrientes de vacas em lactação mantidas em pastejo, e também verificou baixo consumo ($P < 0,05$) do EE (kg/dia) para os animais tratados com as dietas peletizadas. Mas ao contrário do presente trabalho, este autor não verificou diferenças quanto às concentrações de EE na dieta.

Strange & Schaich (2000) e Amaral (2002) citaram que complexos de lipídeos com amilose podem ser formados durante o processamento térmico de alimentos, e este complexo amilose-lipídeo reduz a extração de lipídeos por éter. Strange & Schaich

(2000) ainda relataram que a simplificada extração usando o Soxhlet com éter de petróleo é uma técnica mais suave, recuperando somente cerca da metade dos lipídeos presentes em produtos extrusados, podendo ter ocorrido o mesmo no atual experimento.

O processamento térmico utilizado, a peletização, envolve umidade, calor e pressão (Carpenter et al., 1972), processo bastante semelhante ao da extrusão (Rowe et al., 1999). Diante do exposto, as análises de EE realizadas, que seguiram protocolo da AOAC (1990) e recomendações de Silva & Queiroz (2002), pode não ser a recomendada para a determinação da fração lipídica (extrato etéreo) para rações que sofreram processamento térmico. Supondo-se assim, que os valores do consumo de EE estejam subestimados para as dietas peletizadas, para o cálculo de ingestão deste nutriente, utiliza-se os teores de EE encontrados nas dietas, que foram baixos para as rações que sofreram o processamento térmico, provavelmente em função do tipo de análise utilizada para a determinação do EE.

Assim como para MS e MO, as quantidades consumidas de MM, PB, FDN e FDA pelos animais, não diferiram quanto à peletização da dieta ou pela adição de monensina, somente reduções numéricas foram verificadas no consumo dos animais tratados com dietas que sofreram o processo de peletização.

As digestibilidades aparentes totais dos nutrientes estão apresentadas na Tabela 7. A peletização das rações tendeu ($P=0,08$) a aumentar a DMO de 68,20% para os tratamentos não peletizados, para 71,25% nos concentrados peletizados. Os resultados de DMO dos tratamentos peletizados foram superiores aos obtidos em pesquisa realizada por Santos (2010), que ao avaliar dietas contendo grãos de girassol moídos peletizadas ou não, verificaram valores médios de 61% nos tratamentos peletizados. Gonthier et al. (2004) avaliaram o processamento térmico da linhaça (extrusão e micronização) sob os parâmetros de digestibilidade, e não verificaram diferenças na DMS e DMO entre os tratamentos ou quando comparadas às dietas que não passaram pelo tratamento térmico.

Não houve efeito ($P>0,05$) da peletização e da adição de monensina para as digestibilidades dos demais nutrientes. Numericamente, as DMS, DMO, DPB, e DEE, foram 4,2%, 4,5%, 2,8%, e 0,7% respectivamente, maiores para as dietas peletizadas. No entanto, as DFDN e DFDA foram 5,1% e 6,5% menores com os tratamentos peletizados. Da Silva et al. (2007) também não observaram diferença na DPB ao fornecer monensina sódica, obtendo uma média de 68,6%, valor este próximo ao obtido, que foi em média 69,7% de DPB para as dietas que continham monensina. Mustafa et

al. (2002) avaliaram os efeitos da micronização da linhaça na digestibilidade total da MS, PB e FDN, e não observaram diferença na digestibilidade destes nutrientes ao comparar as dietas que sofreram processamento térmico ou não.

Tabela 7. Digestibilidade aparente total dos nutrientes da dieta fornecida para vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica

Digestibilidade (%) ¹	Não peletizadas ²		Peletizadas		EP ³	Probabilidade ⁴		
	SM	CM	SM	CM		P	M	I
DMS	62,26	63,56	66,60	64,49	1,54	0,12	0,80	0,30
DMO	67,38	69,02	72,22	70,28	1,54	0,08	0,92	0,27
DPB	67,76	69,92	71,98	69,58	1,78	0,30	0,95	0,23
DFDN	56,08	58,89	59,43	54,57	2,69	0,86	0,71	0,19
DFDA	53,21	56,93	55,53	51,47	2,96	0,61	0,96	0,22
DEE	83,79	86,56	84,73	86,87	2,16	0,78	0,29	0,89
NDT	75,95	77,83	80,71	78,93	2,00	0,18	0,98	0,39
ELlact. (Mcal/kgMS)	1,74	1,79	1,86	1,81	0,05	0,18	0,98	0,39

¹M S = Matéria seca; MO = Matéria orgânica; MM = Matéria mineral; PB = Proteína bruta. EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; NDT observado = Nutrientes digestíveis totais; ELlact.= Energia líquida de lactação.

²SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

³EP = Erro padrão da média.

⁴P = Efeito peletização, M = Efeito monensina e I = Efeito interação.

Apesar do consumo de EE ter sido menor para os tratamentos cujas rações foram peletizadas, a digestibilidade deste nutriente não foi alterada em função dos tratamentos. Os valores de NDT observados foram em média 78%. Silva et al. (2007), verificaram que os valores de NDT para o capim-elefante foram subestimados pelas equações do NRC. Costa et al. (2005) observaram valores de NDT predito e observado para o milho moído fino de 84,7% e 93,5%, respectivamente. Assim os dados tabelados do NRC (2001) podem ter subestimados aos valores reais dos alimentos. A ELlact. das dietas não alterou em função dos diferentes tratamentos, com média de 1,8 Mcal/kg, atendendo as recomendações do NRC (2001).

Para as variáveis de parâmetros sanguíneos (Tabela 8), não houve efeito ($P>0,05$) nos diferentes tratamentos avaliados. Os teores de glicose se mantiveram entre 57,50 mg/dL e 60 mg/dL, valores que estão abaixo dos recomendados por Pogliani & Birgel Junior (2007), que são de 60,6 mg/dL e 67,2 mg/dL. Em revisão feita por Gonzalez (1997), a hipoglicemia em vacas lactantes ocorre quando os níveis de glicose estão abaixo de 40 mg/dL, diminuindo a produção de leite como uma forma de compensação e em casos extremos a cetose.

Tabela 8. Parâmetros sanguíneos de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica

Variáveis ¹ (mg/dL)	Não peletizadas ²		Peletizadas		EP ³	Probabilidade ⁴		
	SM	CM	SM	CM		P	M	I
Glicose	58,25	60,0	57,50	57,75	1,79	0,42	0,59	0,68
Colesterol	125,50	137,0	119,0	133,0	7,98	0,53	0,14	0,88
Triglicerídeos	10,0	10,75	13,75	11,0	1,55	0,23	0,53	0,29
HDL	77,0	81,50	72,50	77,75	3,38	0,25	0,18	0,91
LDL	46,50	53,25	43,75	53,25	7,40	0,86	0,30	0,86
VLDL	2,0	2,25	2,75	2,0	0,29	0,40	0,41	0,12
Ureia	33,0	34,0	29,75	32,0	2,14	0,25	0,47	0,78

¹ HDL = Lipoproteína de alta densidade; LDL = Lipoproteína de baixa densidade; VLDL = Lipoproteína de muito baixa densidade.

² SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

³ EP = Erro padrão da média.

⁴ P = Efeito peletização; M = Efeito monensina; I = Efeito interação.

A pesquisa foi conduzida na estação chuvosa, época tipicamente com altas temperaturas e umidade. De acordo com Shaffer et al. (1981), os níveis de glicose no sangue podem ser influenciados por fatores climáticos como a umidade e a temperatura relacionados às estações do ano, pois em meses mais quentes há aumento da frequência respiratória causando rápida utilização da glicose sanguínea pelos músculos respiratórios, e assim, resultando em uma queda na glicemia pelo estresse do calor, podendo explicar os teores de glicose abaixo dos recomendados por Pogliani & Birgel Junior (2007).

O colesterol no plasma, mesmo não havendo diferença ($P>0,05$), foi 10,4% superior em vacas que consumiram dietas contendo monensina sódica, com média de 135 mg/dL contra 122,25 mg/dL nos animais que não ingeriram monensina. Contudo, os teores de colesterol se mantiveram dentro dos recomendados por Pogliani & Birgel Junior (2007) que são entre 116,0 mg/dL e 147,0 mg/dL, em que também mencionaram

que o colesterol é utilizado como um parâmetro para o diagnóstico de distúrbios do metabolismo lipídico.

Para os triglicerídeos, foram observados valores entre 10,0 mg/dL e 13,75 mg/dL, valores abaixo do recomendado por Pogliani & Birgel Junior (2007), que são entre 16,3 mg/dL e 34,8 mg/dL de triglicerídeos no sangue. Cavalieri et al. (2009), avaliaram vacas recebendo linhaça em grão, fonte de AG ômega-3, e observaram valores entre 9,05 mg/dL e 13,89 mg/dL de triglicerídeos. Da Silva et al. (2007) fornecendo grãos de linhaça inteiros ou moídos, como ou sem adição de monensina para vacas em lactação, obtiveram valores de triglicerídeos entre 12,5 mg/dL e 15,4 mg/dL.

Mesmo com ausência de significância ($P>0,05$), o HDL foi 6,5% superior no plasma dos animais que receberam concentrado contendo monensina (79,63 mg/dL contra 74,75 mg/dL). O colesterol LDL apresentou o mesmo comportamento, no entanto foi 18% maior no sangue dos animais que receberam monensina na ração (53,25 mg/dL contra 45,13 mg/dL). Da mesma forma, Da Silva et al. (2007) trabalharam com linhaça e monensina, e observaram aumento nos valores de HDL e LDL para animais cuja dieta continha monensina, mas os valores médios reportados por estes pesquisadores, com relação a HDL, que foram de 119,8 mg/dL ($P>0,05$), são maiores aos obtidos nesta pesquisa (77,75 e 81,5 mg/dL) nos tratamentos com adição de monensina. No entanto, os teores de LDL (53,25 mg/dL) ficaram acima daqueles reportados por Da Silva et al. (2007), que verificaram média de 26,1 mg/dL também em animais que receberam monensina na dieta.

Cavalieri et al. (2009) verificaram valores médios para LDL de 45,5 mg/dL, em animais alimentados com 11,42% de linhaça grão na dieta total. Os mesmos autores ainda mencionaram valores médios de 64,9 mg/dL para HDL, um pouco abaixo dos resultados apresentados na Tabela 8, mas ainda assim, mais próximos quando comparados com os valores de Da Silva et al. (2007). Os teores de VLDL se mantiveram entre 2,0 mg/dL e 2,75 mg/dL, abaixo da média observada por Cavalieri et al. (2009), que foi de 5,9 mg/dL.

Não houve efeitos dos tratamentos para os teores de ureia no sangue ($P>0,05$), com valores mínimos e máximos de 29,75 mg/dL a 34,0 mg/dL. Embora, não havendo diferença, as maiores concentrações foram observadas nos tratamentos com adição de monensina, 33 mg/dL vs 31,4 mg/dL de ureia plasmática (aumento de 5,2%). Cavalieri et al. (2009) observaram valores médios de 15,19 mg/dL de N-ureico plasmáticos em vacas alimentadas com grãos de linhaça, e sabendo que a ureia possui 46% de

nitrogênio, os valores de ureia plasmática no trabalho destes autores é de 33 mg/dL, bastante próximos ao reportado na pesquisa. De acordo com Santos et al. (2010b), a concentração de N-ureico no leite, pode ser correlacionada à concentração de N-ureico no sangue. Embora sem diferença ($P>0,05$), é interessante ressaltar que, tanto no plasma sanguíneo quanto no leite, as menores concentrações de ureia foram observadas no tratamento peletizado sem adição de monensina.

Conclusões

O consumo, a digestibilidade dos nutrientes e os parâmetros sanguíneos não foram alterados em função da peletização ou não da ração concentrada e, da adição ou não de monensina sódica à dieta, exceto para o consumo de EE.

Referencias bibliográficas

- AMARAL, C.M.C. **Extrusão e peletização de ração completa: efeitos no desempenho, na digestibilidade e no desenvolvimento das câmaras gástricas de cabritos saanen**. 2002. 57f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de São Paulo, UNESP, Jaboticabal.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - **AOAC**. Official methods of analysis. 15.ed. Arlington, 1990. 1117p.
- BEHNKE, K. C. Feed manufacturing technology: current issues and challenges. **Animal Feed Science and Technology**, v.62, n.1, p.49-57, 1996.
- BERCHIELLI, T.T.; ANDRADE, P.; FURLAN, C.L. Avaliação de indicadores internos em ensaios de digestibilidade. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.23, p. 830-833, 2000.
- CALIXTO JUNIOR, M.; JOBIM, C.C.; SANTOS, G.T. et al. Constituintes sanguíneos de vacas da raça holandesa alimentadas com silagens de milho ou de capim-elefante. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p.429-438, 2010.
- CARPENTER, J.R.; STANLEY, R.W.; MORITA, K. Pelleting a concentrate mixture with and without prior steaming for lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.55, n.12, p.1750-1756, 1972.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.

- CAVALIERI, F.L.B.; SANTOS, G.T.; DA SILVA, D.C. et al. Digestibilidade e metabólitos sanguíneos de vacas da raça Holandesa superovuladas que receberam Lac100® ou linhaça em grão como fontes de gordura. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.61, n.4, p.896-902, 2009.
- COCHRAN, R.C.; ADAMS, D.C.; WALLACE, J.D. et al. Predicting digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. **Journal Animal Science**, v.63, n.5, p.1476-1483, 1986.
- CORRÊA, L.A.; SANTOS, P.M. [2003]. Produção de carne em pastagens adubadas. In: **Criação de bovinos de borte na região Sudeste**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/index.htm> Acesso em: 10/01/2012.
- COSTA, M.A.L.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Validação das equações do NRC (2001) para predição do valor energético de alimentos nas condições brasileiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.1, p.280-287, 2005.
- DA SILVA, D.C.; SANTOS, G.T.; BRANCO, A.F; et al. Production performance and Milk composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.6, p.2928-2936, 2007.
- GONÇALVES, G.D.; SANTOS, G.T.; JOBIM, C.C. et al. Determinação das frações de proteína e de carboidratos de gramíneas do gênero *Cynodon* em idades ao corte. **Acta Scientiarum**, v.33, n.4, p.789-794, 2001.
- 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. n.6, p. 1854-1863, 2004.
- GONZALEZ, F.H.D. [1997]. O perfil metabólico no estudo de doenças da produção em vacas leiteiras. **Arquivo da Faculdade Veterinária UFRGS**, v.25, n.2, p.13-33, 1997. Disponível em: http://www6.ufrgs.br/favet/lacvet/restrito/pdf/gonzalez_perfil.pdf. Acesso em: 21/02/2011.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY, G.C.JR.; COLLINS, M.; MERTENS, D.R.; MOSER, L.E. (Ed.). **Forage quality, evaluation, and utilization**. Madison: ASA; CSSA; SSSA, 1994. p.450-493.
- MUSTAFA, A.F.; MCKINNON, J.J.; CHRISTENSEN, D.A. et al. Effects of micronization of flaxseed on nutrient disappearance in the gastrointestinal tract of steers. **Animal Feed Science and Technology**, v.95, n.3, p.123-132, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**. Washington, D.C., 381p., 2001.

- OLIVEIRA, M.V.M; LANA, R.P.; JHAM, G.N. et al. Influência da monensina no consumo e na fermentação ruminal em bovinos recebendo dietas com teores baixo e alto de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1763-1774, 2005.
- PHIPPS, R.H.; WILKINSON, J.I.D.; JONKER, L.J. et al. Effect of monensin on milk production of holstein-friesian dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2789-2794, 2000.
- POGLIANI, F. C.; BIRGEL JUNIOR, E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary Research and Animal Science**, São Paulo, v.44, n.5, p.373-383, 2007.
- ROMERO, J.V. **Compostos nitrogenados e de carboidratos em pastos de capim-elfante (*Pennisetum purpureum*) cv. Cameroon manejados com intervalos de desfolhação fixos e variáveis**. 2008. 99f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal e Pastagens) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/Universidade de São Paulo, Piracicaba.
- ROWE, J.B.; CHOCT, M.; PETHICK, D.W. Processing cereal grains for animal feeding. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.50, n.5, p.721-736, 1999.
- RUIZ, R.; ALBRECHT, G.L.; TEDESCHI, L.O. et al. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh Forage. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.7, p.1717-1727, 2001.
- SANTOS, G.T.; DAMASCENO, J.C.; SILVA-KAZAMA, D.C. Manejo de vacas em lactação, secas e em período de transição. In: SANTOS, G.T.; MASSUDA, E.M.; SILVA KAZAMA, D.C.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F. (Ed.) **Bovincultura Leiteira – Bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**. Maringá-PR: EDUEM, 2010a. p.109-141.
- SANTOS, F.A.P.; GALLO, M.P.C.; CHAGAS, L.J. et al. Qualidade do leite produzido em sistemas de produção á base de pastagens. In: **IV Sul-Leite**. Simpósio sobre sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 35-71, 2010b.
- SANTOS, F.A.P.; MARTINEZ, J.C.; VOLTOLINI, T.V. et al. Associação de plantas forrageiras de clima temperado e tropical em sistemas de produção animal de regiões subtropicais. In: **SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM**, 20., 2003, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2003. p. 215-246.
- SANTOS, W.B.R. **Qualidade do leite de vacas sob pastejo, suplementadas com concentrados contendo grãos de girassol processados física ou quimicamente**. 2010. 108f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- STATISTIC ANALYSIS SYSTEM - SAS. **User's Guide**. SAS Institute In., Cary, NC, USA. 2003.

- SAUER, F.D., KRAMER, J.K.G., CANTWELL, W.J. Antiketogenic effects of monensin in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.72, n.2, p.436-442, 1989.
- SCHELLING, G.T. Monensin mode of action in the rumen. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1518-1527, 1984.
- SHAFFER, L.; ROUSSEL, J.D.; KOONCE, K.L. Effects of age, temperature-season, and breed on blood characteristics of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.64, n.1, p. 62-70, 1981.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, P.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D. et al. Valor energético do capim-elefante em diferentes idades de rebrota e estimativa da digestibilidade *in vivo* da fibra em detergente neutro. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.59, n.3, p.711-718, 2007.
- SMITH, A.M.; REID, J.T. Use of chromic oxide as an indicator of fecal output for the purpose of determining the intake of a pasture herbage by grazing cows. **Journal of Dairy Science**, v.38, n.5, p.515-524, 1955.
- SOUSA, B.M; SATURNINO, H.M; BORGES, A.L.C.C. et al. Estimativa de consumo de matéria seca e de fibra em detergente neutro por vacas leiteiras sob pastejo, suplementadas com diferentes quantidades de alimento concentrado. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.4, p.890-895, 2008.
- STRANGE, E.D.; SCHAICH, K.M. Extraction of lipids from extruded corn-soy blends. **Journal of Food Lipids**, v.7, n.4, p.217-224, 2000.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed., London: Constock Publishing Associates. 476p. 1994.
- WEISS, W.P.; CONRAD, H.R.; PIERRE, N.R. A theoretically-based model for predicting total digestible nutrient values of forages and concentrates. **Animal Feed Science and Technology**, v.39, n.1, p.95-110, 1992.
- WILLIAMS, C.H.; DAVID, D.J.; IISMA, O. The determination of chromic oxide in faeces samples by atomic absorption spectrophotometry. **Journal of Agricultural Science**, v.59, n.3, p.381-385, 1962.

IV – PRODUÇÃO E QUALIDADE DO LEITE DE VACAS SUPLEMENTADAS COM MONENSINA EM CONCENTRADO PELETIZADO CONTENDO LINHAÇA

Resumo: Objetivou-se avaliar os efeitos da peletização e adição de monensina sódica no concentrado sobre a produção, composição, perfil em AG e a textura da manteiga oriunda do leite de vacas mantidas em pastagem. Foram utilizadas quatro vacas Holandêsas primíparas com 186 ($\pm 9,7$) dias em lactação pesando em média 515 ($\pm 36,4$) kg, distribuídas em quadrado latino 4x4. Os animais foram mantidos em pastagem de *Cynodon* e recolhidos duas vezes ao dia para alimentação e ordenha. Os tratamentos avaliados foram: concentrado não peletizado sem monensina; concentrado não peletizado com monensina; concentrado peletizado sem monensina; concentrado peletizado com monensina. As amostras de leite foram compostas proporcionalmente de acordo com a produção da manhã e tarde de cada animal. A produção e a composição do leite não foram alteradas para os diferentes tratamentos ($P > 0,05$). A média de produção de leite corrigida (PLC 3,5%) foi 11,44 kg/dia. A gordura, proteína, lactose e sólidos totais no leite tiveram médias de 3,69%, 3,35%, 4,51% e 12,45%, respectivamente. Houve tendência ($P = 0,06$) para diminuição do C14 no leite dos animais que consumiram a ração peletizada, com média de 4,44% contra 5,62% para aquelas que receberam ração concentrada não peletizada. Houve redução ($P < 0,05$) em mais de 18% nas concentrações de C18:0 com o concentrado peletizado. Os teores de CLA foram 47% superiores com a adição de monensina, e 70% com a peletização do concentrado. A peletização diminuiu os AGS do leite, e aumentou em 25% a concentração de AGPI e em 15% os AGMI. Não houve diferença na textura na manteiga, mas a peletização do concentrado diminuiu em mais de 18% a adesividade da manteiga ($P = 0,06$). A peletização do concentrado foi eficaz em alterar o perfil de AG do leite.

Palavras-chave: ácidos graxos poli-insaturados, ácido linoleico conjugado, bio-hidrogenação ruminal, ionóforos, tratamento térmico

Production and milk quality from cows supplemented with concentrate pelleted or not, with or without monensin addition

Abstract: This assay aimed to evaluate the production, composition and milk fatty acid profile from cows kept at pasture. It was used four multiparous Holstein cows, averaging 186 (± 9.7) days in milk and 515 (± 36.4) kg of body weight, assigned in a Latin Square design 4x4. The animals were kept at *Cynodon* pasture and housed twice a day for feeding and milking. The treatments were: concentrate ration without monensin; concentrate ration with monensin; pelleted concentrate ration without monensin; pelleted concentrate ration with monensin. The milk samples were composed proportionally according to the production of each animal in the morning and afternoon. There were no significant differences in the production and composition milk among the evaluated treatments ($P > 0.05$). The mean of fat corrected milk yield (3.5% FCM) was 11.44 kg/day. Milk fat, protein, lactose and total solids contents had an average of 3.69%, 3.35%, 4.51% and 12.45% ($P > 0.05$), respectively. There was a trend ($P = 0.06$) to decrease C14 in milk from cows fed with pelleted ration, average of 4.44% against 5.62% for that feeding not pelleted treatment. The C18:0 FA decreased more than 18% for the pelleted treatment. The CLA concentrations were 47% higher in treatments with monensin, and 70% higher in pelleted treatments. Pelleted concentration ration decreased milk concentration of saturated FA, increased 25% of polyunsaturated FA and 15% monounsaturated FA. There were no differences in milkbutter texture, but the pelleted treatment decreased more than 18% the butter adhesiveness ($P = 0.06$). The pelleted concentration ration was effective in altering the milk fatty acid profile.

Key words: conjugated linolenic acid, heat treatment, ionophores, polyunsaturated fatty acids, ruminal biohydrogenation

Introdução

Fatores relacionados ao animal, como raça, estado nutricional, fase de lactação e idade, podem ocasionar alterações tanto na produção quanto na composição do leite (Santos et al., 2010). Os fatores relacionados à dieta também podem influenciar a composição do leite, e a nutrição é o meio mais efetivo de alterar rapidamente sua composição. Entre os componentes do leite, a gordura e proteína são os mais sujeitos a mudanças pela manipulação dietética (Bauman & Griinari 2001; Santos, 2002).

Muitos autores (Ip et al., 1999; Pariza et al., 1999; Parodi, 1999) têm relatado que a gordura do leite contém vários componentes que são benéficos à saúde, e um deles é o CLA (ácido linoleico conjugado), um importante ácido graxo poli-insaturado (AGPI), encontrado na carne e leite de ruminantes (Khanal & Dhiman, 2004; Park, 2009). O CLA secretado no leite é proveniente de duas fontes, uma delas é sua formação durante a bio-hidrogenação ruminal do C18:2, e a outra é a síntese na glândula mamária através da conversão do C18:1 trans-11 em CLA pela enzima delta 9 dessaturase (Grummer, 1991; Bauman et al., 1999).

A linhaça é uma oleaginosa rica em AGPI, contendo 40% de óleo rico em AG ômega-3 (Petit, 2010). As forragens também possuem C18:3 em abundância (Chilliard et al., 2000). Entretanto, métodos para diminuir a bio-hidrogenação, de forma a aumentar a transferência dos AGPI para o leite, podem ser utilizados (Scollan et al., 2001; Maia et al., 2010). Há vários métodos de proteção dos AG para se evitar e/ou minimizar a bio-hidrogenação. O processamento térmico da dieta, como a peletização, é uma forma de proteção (Ashes et al., 1997; Neves et al., 2007). Somando-se a isso, a adição de ionóforos como a monensina na dieta, de acordo com pesquisas, pode reduzir a bio-hidrogenação, diminuindo a concentração do C18:0, o AG final do processo, e consequentemente, maiores teores de CLA serão formados no rúmen, ou na glândula mamária (Van Nevel & Demeyer, 1995; Sauer et al., 1998).

Em termos práticos, a manipulação do ambiente ruminal é uma das opções para aumentar as concentrações de CLA na gordura do leite, preservando os AGPI da dieta contra a bio-hidrogenação, para que mais produtos intermediários sejam metabolizados e incorporados ao leite. Dessa forma, objetivou-se verificar os efeitos da peletização e da adição de monensina sódica para vacas mantidas em pastagem sobre a produção e composição do leite, e ainda, o comportamento do perfil de AG do leite e a textura da manteiga.

Material e Métodos

O experimento foi realizado nas dependências da UEM – Universidade Estadual de Maringá, no setor de Bovinocultura de Leite da Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI), localizada no Município de Iguatemi-PR, a 20 km da cidade de Maringá-PR e no Laboratório de Nutrição e Alimentação Animal do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR.

Foram utilizadas quatro vacas primíparas da raça Holandês com aproximadamente 186 ($\pm 9,7$) dias em lactação e média de 515 ($\pm 36,4$) kg de peso vivo. Os animais foram distribuídos num quadrado latino 4x4, em quatro tratamentos com 16 dias de adaptação e cinco dias para coleta de amostras e dados. Os animais foram mantidos em pastagem, em que eram manejados duas vezes ao dia para alimentação e ordenha. A produção de leite foi aferida diariamente pela manhã e pela tarde nos horários das ordenhas, 06 h e 16 h, respectivamente. Após a ordenha os animais foram alojados em instalação do tipo *tie-stall* para o fornecimento da ração concentrada, e posteriormente eram manejados em pastagem com livre acesso a água.

Os tratamentos avaliados foram: ração concentrada não peletizada sem adição de monensina; ração concentrada não peletizada com adição de monensina; ração concentrada peletizada sem adição de monensina; ração concentrada peletizada com adição de monensina. A monensina sódica foi acrescentada através do suplemento mineral vitamínico, o qual continha 480 mg de monensina sódica por kg do produto, e para os tratamentos sem o ionóforo, foi utilizado suplemento mineral sem monensina, no entanto, a composição do mineral foi o mesmo para todas as rações. Os ingredientes da ração e suas respectivas composições químico-bromatológicas estão apresentados nas Tabelas 1 e 2, respectivamente.

A área de pastagem utilizada no experimento consistiu de quatro piquetes de 0,4 ha cada, com pastagem de gramínea do gênero *Cynodon* (predominância de *Coast-cross*, Tifton 85 e Estrela Africana). Antes de iniciar o experimento, as áreas de pastagem foram roçadas, de maneira que a forragem seguisse um crescimento uniforme. Amostras de solo foram analisadas para sua devida correção, cujas análises estão apresentadas na Tabela 3. Após a roçada, as áreas foram adubadas com ureia e cloreto de potássio. O experimento foi conduzido no período das águas, com início em 03 de dezembro de 2009, e final em 19 de fevereiro de 2010, perfazendo um total de quatro períodos experimentais. Os dados climáticos verificados durante a condução do

experimento foram obtidos na Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM) localizada na UEM, e estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 1. Ingredientes (% MS) das rações concentradas fornecidas para vacas em lactação mantidas em pastagem

Ingredientes (%)	Não Peletizadas ²		Peletizadas	
	SM	CM	SM	CM
Milho moído	67,14	67,14	67,14	67,14
Farelo de soja	8,57	8,57	8,57	8,57
Linhaça moída	14,28	14,28	14,28	14,28
Calcário	0,85	0,85	0,85	0,85
Fosfato bicálcico	0,46	0,46	0,46	0,46
Sal comum	0,11	0,11	0,11	0,11
Suplemento mineral vitamínico ¹	6,86	6,86	6,86	6,86
Bicarbonato de sódio	1,74	1,74	1,74	1,74
Monensina sódica (ppm)	-	32,93	-	32,93

¹Ca: 156 g/kg, P: 51 g/kg, S: 20 g/kg, Na: 93 g/kg, K: 28 g/kg, Mg: 33 g/kg, Fe: 2000 mg/kg, Cu: 400 mg/kg, Co: 30 mg/kg, Cr: 10 mg/kg, I: 40 mg/kg, Se: 15 mg/kg, Zn: 1700 mg/kg, F: máximo 510 mg/kg, Mn: 1350 mg/kg, Vit. A: 135000 U.I./kg, Vit. D: 68000 U.I./kg, Vit. E: 450 mg/kg.

²SM= Sem monensina; CM= Com monensina.

Tabela 2. Composição químico-bromatológica das rações concentradas fornecidas para vacas em lactação mantidas em pastagem

Composição química ¹	Não peletizadas ²		Peletizadas		Média	DP ³
	SM	CM	SM	CM		
MS %	91,02	90,79	89,62	89,20	90,16	0,88
MM %	8,04	7,87	7,88	8,00	7,95	0,08
PB (%MS)	13,70	13,64	13,80	14,03	13,79	0,17
EE (%MS)	7,51	7,44	4,35	5,82	6,28	1,51
FDN (%MS)	10,60	10,51	11,40	10,52	10,76	0,43
FDA (%MS)	4,94	4,68	4,96	4,89	4,87	0,13
Ca %	1,22	1,11	1,14	1,18	1,16	0,05
P %	0,57	0,55	0,49	0,59	0,55	0,04

¹MS = Matéria seca; MM = Matéria mineral ; PB = Proteína bruta; EE = Extrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; Ca = Cálcio; P = Fósforo.

²SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

³DP = Desvio padrão.

O manejo dos animais nos piquetes foi ajustado pela altura da pastagem, os animais eram conduzidos aos piquetes quando as gramíneas atingiam altura média de aproximadamente 40 cm, e retirados quando estas apresentassem altura de cerca de 20 cm (Corrêa & Santos, 2003). A altura do dossel forrageiro foi mensurada em 10 pontos de cada piquete, para o pré-pastejo foi considerado o comprimento desde o nível do solo até a curvatura da última folha, e a altura do pós-pastejo, foi mensurada como a medida do comprimento desde o nível do solo.

Tabela 3. Análise química do solo da área de pastagem

Amostra	pH		Al ³⁺	H ⁺ +Al ³⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	K ⁺	SB	CTC
	CaCl ₂	H ₂ O							
Solo	5,70	6,50	0,0	2,36	4,44	1,08	0,24	5,76	8,12

Amostra	P	C	V	Ca	Mg	K
	mg dm ⁻³	g dm ⁻³		%		
Solo	69,40	11,34	70,94	54,68	13,30	2,96

pH = Potencial hidrogeniônico; Al = Alumínio; H = Hidrogênio; Ca = Cálcio; Mg = Magnésio; K = Potássio; SB = Soma de bases; CTC = Capacidade de troca de cátion; P = Fósforo; C = Carbono; V = Saturação por bases.

Tabela 4. Dados climáticos dos períodos experimentais obtidos na UEM pela Estação Climatológica Principal de Maringá (ECPM)

Períodos ¹	Insolação (h/dia)	U.R. (%)	Temperatura (°C)		
			Média	Mínima	Máxima
1	3,78	83,45	25,72	21,41	29,88
2	5,32	78,91	26,58	21,82	30,98
3	5,70	86,95	26,23	21,94	30,72
4	5,72	79,36	25,82	21,59	30,29

¹Média dos dados climáticos durante os períodos experimentais (1 = 03 a 20/12/2009; 2 = 21/12/2009 a 08/01/2010; 3 = 09 a 29/01/2010; 4 = 30/01/2010 a 19/02/2010). U.R. = umidade relativa do ar

A coleta de forragem para determinação da massa de forragem foi realizada quando os animais adentravam no piquete. As amostras foram coletadas em quatro pontos de cada piquete, a 5 cm do nível do solo, utilizando uma moldura com dimensões de 0,5 m². Logo após as coletas, as amostras foram pesadas para determinação da massa de forragem, que foi em média 1,7 tonelada MS/ha.

Para a determinação da composição bromatológica da forragem e das demais análises, amostras representativas do estrato pastejável (acima da altura do resíduo pós-pastejo) foram coletadas (cortadas) manualmente em vários pontos do piquete, simulando assim, a colheita de forragem que é realizada pelo animal.

As amostras de forragem foram secas em estufa de ventilação forçada a 55°C por 72 horas e moídas em peneira com crivo de 1 mm. Posteriormente foram analisadas para a determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria mineral (MM), nitrogênio total (proteína bruta = 6,25 x N total) e extrato etéreo (EE) segundo AOAC (1990); para determinação da fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e lignina segundo metodologia descrita por Van Soest et al. (1991); as análises para determinação do cálcio (Ca) e fósforo (P) foram feitas seguindo recomendações de Silva

& Queiroz (2002). A composição químico-bromatológica da forragem está expressa na Tabela 5.

Tabela 5. Composição químico-bromatológica da forragem (gramínea do gênero *Cynodon* com predominância de *Coast-cross*, Tifton 85 e Estrela Africana)

Características ¹	Períodos experimentais ²				Média	DP ³
	1	2	3	4		
MS %	26,14	26,16	29,25	26,39	26,99	1,51
MM %	6,43	6,90	6,02	6,99	6,58	0,45
PB (%MS)	13,71	17,59	14,99	19,24	16,38	2,50
EE (%MS)	1,80	2,16	2,30	2,57	2,21	0,32
FDN (%MS)	73,14	64,83	65,18	62,76	66,48	4,57
FDA (%MS)	34,47	31,32	32,05	28,18	31,51	2,60
LIG (%MS)	2,87	2,98	2,80	2,70	2,84	0,12
Ca %	0,30	0,29	0,26	0,29	0,29	0,02
P %	0,31	0,32	0,30	0,37	0,34	0,03

¹MS = Matéria seca; MM = Matéria mineral; ; PB = Proteína bruta; EE = Pextrato etéreo; FDN = Fibra em detergente neutro; FDA = Fibra em detergente ácido; LIG = Lignina; Ca = Cálcio; P = Fósforo.

² 1 = 03 a 20/12/2009; 2 = 21/12/2009 a 08/01/2010; 3 = 09 a 29/01/2010; 4 = 30/01/2010 a 19/02/2010.

³ = Desvio padrão.

A produção de leite diária de cada animal foi registrada durante os períodos experimentais. Para as análises de composição química e qualidade, as coletas de leite foram realizadas no 17º e 18º dias de cada período experimental. As amostras foram compostas proporcionalmente de acordo com a produção da manhã e da tarde de cada animal. O leite composto foi então acondicionado em recipiente plástico contendo conservante bromopol (2-bromo 2-nitropropano 1-3-diol). As análises de gordura, proteína, lactose, sólidos totais e N-ureico, foram feitas por um analisador de infravermelho, e a contagem de células somáticas (CCS) através de citometria de fluxo, na Associação Paranaense de Criadores de Bovinos da Raça Holandesa (APCBRH-Curitiba).

Nos mesmos dias de coleta para determinação da composição do leite, outras amostragens foram realizadas para determinação do perfil dos AG, em que as amostras foram congeladas a -20°C até o momento das análises. A produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura de acordo com Sklan et al. (1992), utilizando a seguinte fórmula:

$$PLC = (0,432 + 0,1625 \times \% \text{ gordura}) \times \text{kg leite/dia},$$

Em que, PLC = produção de leite corrigida; % gordura = teor de gordura do leite; kg leite/dia = produção de leite em kg/dia.

As análises para quantificação dos AG da gordura do leite foram realizadas no Laboratório de Cromatografia do Departamento de Zootecnia da Universidade Estadual

de Maringá. Após o descongelamento do leite, a gordura foi extraída por centrifugação (3.000 rpm à 4°C) por 30 minutos, conforme Murphy et al. (1995). Os ésteres metílicos de AG foram obtidos através da transesterificação dos triglicerídeos, conforme método 5509 da ISO (1978), em solução de n-heptano e KOH/metanol.

A quantificação dos ésteres metílicos dos AG foi feita por meio da cromatografia gasosa no equipamento Trace-GC Ultra (Thermo Scientific) equipado com um amostrador automático e com detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida (100 m de comprimento, 0,25 de diâmetro interno e 0,20 µm - Restek, fase Rt-2560, 100% bicianopropil polisiloxano). O fluxo de gases foi de 1,2 mL/minuto de H₂ (gás de arraste), 30 mL/minuto de N₂ (gás auxiliar), 30 e 300 mL/minuto para o H₂ e ar sintético, respectivamente, para a chama do detector.

A temperatura inicial da coluna foi estabelecida em 65°C, mantida por 8 minutos, e a final de 240°C, sendo elevada a uma taxa de 4°C/minuto; as temperaturas do injetor e do detector foram de 220 e 245°C, respectivamente. O volume de injeção da amostra foi de 3 microlitros a uma razão de 1:50 (*split*). A porcentagem de CLA e dos ésteres de AG das amostras foi feita através da comparação com tempos de retenção de uma mistura de padrões da Sigma-Aldrich.

Para a confecção da manteiga, foram coletados 10 litros de leite de cada animal, compostas proporcionalmente de acordo com a produção da manhã e tarde, permanecendo em geladeira a 4°C por dois dias para a separação da gordura, que posteriormente foi retirada e armazenada em potes plásticos a temperatura de -10°C por pelo menos um dia. A gordura sofreu então um processo de homogeneização com a utilização de uma batedeira, ressaltando-se aqui a importância a manter o recipiente contendo a gordura do leite em baixas temperaturas, facilitando assim o ponto de viragem de gordura para manteiga. A manteiga obtida foi armazenada em potes plásticos e mantida sob refrigeração até o momento das análises de verificação da consistência.

As análises da textura na manteiga (firmeza e adesividade) foram feitas em amostras refrigeradas a uma temperatura de 4°C, realizadas no COMCAP - Complexo de Centrais de Apoio à Pesquisa, localizada no Campus da UEM – Maringá. Foi utilizada probe cônica de 45° em um aparelho medidor de textura TA.XT *plus* Texture Analyser (Stable Micro Systems, London, UK). A probe penetrou 23 mm a partir da superfície da amostra a uma velocidade de 3 mm/segundo, sendo a força de penetração

aplicada sobre a amostra, reportada como a firmeza da manteiga e a força negativa aplicada para a retirada da probe foi reportada como a adesividade da amostra.

As análises estatísticas foram realizadas utilizando o procedimento MIXED do pacote estatístico SAS (2003), com delineamento em quadrado latino 4x4 em arranjo fatorial 2x2 para os tratamentos: presença ou não de monensina, peletização ou não do concentrado. Foi considerado 5% ($P < 0,05$) o nível de significância e até 10% ($P < 0,10$) como tendência.

Resultados e discussão

A produção e a composição do leite não foram alteradas em função da peletização ou não da ração concentrada, nem mesmo pela adição ou não de monensina sódica. Também não foram observados efeitos de interação entre a peletização e a adição de monensina para as variáveis analisadas (Tabela 6).

Tabela 6. Produção e composição do leite de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica

Variáveis ¹	Não peletizadas ²		Peletizadas		EP ³	Probabilidade ⁴		
	SM	CM	SM	CM		P	M	I
PL kg/dia	11,97	11,67	9,96	11,44	1,60	0,50	0,72	0,59
PLC 3,5% kg/dia	12,55	12,17	9,89	11,14	1,37	0,21	0,76	0,57
Gordura %	3,87	3,74	3,79	3,34	0,37	0,53	0,45	0,67
Proteína %	3,32	3,28	3,42	3,37	0,14	0,49	0,76	0,94
Lactose %	4,51	4,58	4,43	4,52	0,08	0,38	0,31	0,93
Sólidos totais %	12,60	12,54	12,55	12,15	0,43	0,62	0,60	0,71
Gordura kg/dia	0,45	0,44	0,34	0,38	0,05	0,10	0,81	0,58
Proteína kg/dia	0,39	0,38	0,33	0,38	0,04	0,50	0,64	0,51
N-ureico mg/dL	11,68	11,88	10,06	11,05	1,02	0,26	0,57	0,71
CCS log ₁₀	2,79	2,60	2,75	2,57	0,17	0,86	0,32	0,98

¹ PL = Produção de leite; PLC 3,5% = Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura; CCS = Contagem de células somáticas na base logarítmica 10 (Log₁₀).

² SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

³ EP = Erro padrão da média.

⁴ P = Efeito peletização; M = Efeito monensina e I = Efeito interação.

O consumo de matéria seca (CMS) pelos animais foi em média 11,44 kg/dia (médias de 5,43 kg MS de concentrado e 5,96 kg MS de forragem por dia). A média obtida para PLC 3,5% dos animais que receberam concentrado contendo monensina sódica foi de 11,66 kg/dia contra 11,22 kg/dia para os tratamentos sem monensina.

Da mesma forma, a gordura do leite não foi alterada em função dos diferentes tratamentos ($P>0,05$), uma redução numérica foi verificada no leite dos animais recebendo monensina, com respectivas médias de 3,54% e 3,83% para aqueles que não ingeriram monensina no concentrado. A monensina atua sobre as bactérias gram-positivas, produtoras primárias de acetato e metano, alterando assim a fermentação ruminal, reduzindo as concentrações de ácido acético (Bergen & Bates, 1984; Russell & Strobel, 1989). Este ácido graxo, por sua vez é precursor dos ácidos graxos de cadeia curta através da *síntese de novo* na glândula mamária, que são responsáveis pela concentração da gordura do leite (Chilliard, 2000).

Pesquisas relatam o fornecimento de monensina em quantidades entre 18 e 33 ppm na MS da dieta (Brown & Hogue, 1985; Bell et al., 2006; Heydari et al., 2008), e os resultados obtidos são bastantes variados quanto a sua ação sobre a produção de leite e nos teores de gordura. O respectivo consumo diário de monensina sódica vai depender do consumo de matéria seca (CMS) pelos animais. A adição de 32,93 ppm de monensina na MS da ração concentrada (Tabela 1), proporcionou um consumo médio de 178 mg de monensina/animal/dia, uma quantidade bem abaixo daquelas verificadas na literatura.

O baixo consumo de monensina pelos animais pode explicar em parte a ausência de efeitos significativos sobre os teores de gordura e produção de leite, em trabalho realizado por Conti et al. (2008), o fornecimento de 300 mg de monensina/animal/dia também não alterou a produção de leite tampouco os teores de gordura, significando que nem sempre as altas doses podem afetar, quer de maneira positiva ou negativa, a produção e composição do leite.

Contrariamente, em experimento conduzido por Da Silva et al. (2007), vacas em lactação que consumiram em média 320 mg de monensina/dia, diminuíram de forma significativa o teor do gordura e a produção de leite corrigida para 4% de gordura. Phipps et al. (2000), fornecendo 0, 150, 300 e 450 mg de monensina/dia para vacas, observaram aumento na produção de leite ($P<0,05$) até a dose de 300 mg, a partir de 450 mg/dia a produção diminuiu.

A literatura apresenta resultados variados quanto aos efeitos da monensina sobre a produção de leite e teores de gordura. Van Der Werf et al. (1998) e Phipps et al. (2000) administraram altas doses de monensina (450 mg/dia) para vacas alimentadas com dieta à base de ração concentrada e silagem de milho como volumoso. Os autores não observaram diferenças quanto à produção de leite, mas o uso da monensina reduziu

de maneira significativa os teores de gordura no leite. Ao contrário dos resultados verificados por Ruiz et al. (2001), que ao fornecerem 350 mg de monensina/dia, observaram aumento na produção de leite, mas sem alterações nos teores de gordura. Já em trabalho conduzido por Campos Neto et al. (1995), os autores verificaram aumento na produção de leite fornecendo doses diárias de 300 mg de monensina para vacas lactantes.

A gordura do leite dos animais recebendo monensina foi em média 7,6% menor. Provavelmente o efeito da monensina se torna menos expressivo em animais mantidos em pastagem, quando comparado com animais confinados, recebendo ração concentrada e volumoso na forma de silagem de milho, por exemplo. Tais dietas para animais confinados são tipicamente ricas em carboidratos rapidamente solúveis e resultam em menor pH e proporção de acetato:propionato no rúmen, condições que favorecem em reduções nos teores de gordura do leite, ao contrário de animais em pastejo, em que essas proporções são maiores, e conseqüentemente maiores teores de gordura no leite são observados, visto que o ácido acético é precursor dos AG de cadeia curta na glândula mamária. Assim, animais em pastejo e consumindo monensina, pode reduzir a proporção acetato:propionato, mas com resultados não tão expressivos quanto em animais confinados.

Os teores de proteína, lactose e sólidos totais tiveram médias de 3,35%, 4,51% e 12,45% ($P>0,05$), respectivamente. O conteúdo de lactose do leite é o componente menos variável, mantendo ao redor de 4,8% (McGuffey et al., 2001, Ítavo et al., 2010). Os resultados de sólidos totais foram semelhantes aos apresentados por Bodenmüller Filho et al. (2010), que analisaram o leite de 1.196 propriedades no Estado do Paraná, e verificaram média de 12,3% de sólidos totais. Em pesquisa de Ribas et al. (2004), que analisaram 257.540 amostras de leite de diferentes rebanhos, coletadas em tanques dos Estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo, verificaram média de 12,32%. De acordo com estes autores, existe uma correlação positiva da concentração de sólidos totais com o percentual de gordura, proteína e lactose, que é atribuída ao fato de esses elementos serem os maiores componentes dos sólidos totais, participando respectivamente com 30%, 26% e 37% na sua composição. As produções de gordura e proteína tiveram médias de 0,40 kg/dia e 0,37 kg/dia.

A CCS do leite, representado pelo logaritmo de base 10 (Log_{10}), ficou entre 2,57 e 2,79 (média de 2,68) (Tabela 6). A CCS no leite vem sendo utilizada como um método bastante eficaz no intuito de detectar a incidência de processos inflamatórios nas

glândulas mamárias. O controle da mastite muitas vezes pode ser dificultado pelos animais subclínicos, assim, a adoção de métodos de diagnósticos desses animais se torna necessário, e a CCS é um dos principais métodos utilizados em diversos países (Voltolini et al., 2001; Ítavo et al., 2001). A *International Dairy Federation* (1981) estabeleceu em 500 x 1000 células/mL de leite como limite máximo para leite normal de um teto. Essa quantia quando transformada em logaritmo de base 10 (Log_{10}) equivale a um escore de 2,7, o que confere que os resultados obtidos estão dentro dos limites recomendados.

O nitrogênio ureico do leite foi em média 11,17 mg/dL ($P>0,05$), e de acordo com a literatura, os valores normais de N- ureico devem estar entre 10 e 15 mg/dL (Jonker et al., 1998; Jerszurki & Almeida, 2010). De acordo com Santos et al. (2010), o excesso de ureia no leite ocasiona perdas econômicas, e valores abaixo de 9 mg/dL podem indicar deficiência proteica da dieta e redução no potencial de produção de leite.

A composição em AG do leite para os diferentes tratamentos avaliados estão expressos na Tabela 7. Houve tendência ($P=0,06$) para diminuição dos teores de C14 no leite de vacas alimentadas com ração concentrada peletizada, com média de 4,44 contra 5,61 g/100g de AG no leite daquelas recebendo os tratamentos não peletizados, uma redução de 20,8%.

O ácido mirístico (C14) e o palmítico (C16) estão associados à problemas cardiovasculares em humanos, e isto acontece porque os AG foram identificados como os principais fatores dietéticos que elevam o colesterol LDL no sangue (Berner, 1993; Noakes et al., 1996). De acordo com Palmquist & Beaulieu (1993), o aumento na concentração de AGI na dieta, pode diminuir os teores de C14 do leite, mas isso ocorre porque os AG de cadeia longa (com 16 ou mais átomos de carbono), como o ácido linolênico, um AGPI presente na linhaça, são inibidores da síntese de AG na glândula mamária, em que são sintetizados principalmente os AG de cadeia curta e média, como é o caso do C14 (Chilliard et al., 2000; Ward et al., 2002).

Tabela 7. Composição em ácidos graxos (g/100 g de ácidos graxos) do leite de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica

Ácido Graxo	Não peletizadas ¹		Peletizadas		EP ²	Probabilidade ³		
	SM	CM	SM	CM		P	M	I
C4:0	0,72	0,40	0,24	0,39	0,21	0,27	0,71	0,30
C6:0	0,69	0,50	0,28	0,39	0,16	0,14	0,82	0,38
C8:0	0,46	0,41	0,19	0,30	0,11	0,14	0,79	0,48
C10:0	0,99	1,00	0,46	0,76	0,24	0,14	0,52	0,56
C11:0	0,10	0,10	0,04	0,08	0,03	0,18	0,40	0,69
C12:0	1,18	1,27	0,68	1,04	0,22	0,12	0,32	0,55
C13:0	0,08	0,05	0,03	0,07	0,02	0,58	0,70	0,14
C14:0	5,35	5,88	3,86	5,02	0,56	0,06	0,16	0,58
C14:1 n-7	0,56	0,63	0,51	0,59	0,04	0,29	0,09	0,82
C14:1 n-5	0,39	0,44	0,31	0,42	0,06	0,46	0,23	0,63
C15:0	0,93	1,01	0,87	0,89	0,06	0,18	0,45	0,62
C16:0	19,83	21,28	19,70	20,00	1,32	0,62	0,51	0,69
C16:1 n-9	0,55	0,68	0,78	0,83	0,07	0,02	0,20	0,53
C16:1 n-7	0,21	0,30	0,23	0,26	0,04	0,78	0,16	0,42
C17:0	0,64	0,72	0,73	0,69	0,07	0,71	0,81	0,38
C17:1	0,27	0,31	0,35	0,31	0,05	0,34	0,10	0,42
C18:0	22,31	23,02	20,36	16,60	1,30	0,01	0,27	0,12
C18:1 trans-9	2,00	2,66	3,37	4,67	0,27	<0,01	<0,01	0,27
C18:1 cis-9	34,99	30,98	38,25	35,90	2,56	0,15	0,25	0,75
C 18:2 n-6	4,53	4,70	5,40	6,28	0,51	0,04	0,33	0,50
C 20:0	0,23	0,28	0,24	0,20	0,02	0,07	0,68	0,05
C 20:1	0,16	0,21	0,16	0,15	0,02	0,10	0,25	0,09
C18:3 n-3	1,08	1,05	0,97	1,08	0,17	0,82	0,81	0,70
CLA ⁴	0,95	1,26	1,46	2,29	0,16	<0,01	<0,01	0,14
C 20:2	0,16	0,15	0,08	0,14	0,02	0,03	0,21	0,07
C 22:0	0,07	0,08	0,07	0,09	0,03	0,85	0,66	0,81
C 20:3 n-6	0,08	0,06	0,04	0,07	0,02	0,64	0,91	0,32
C 20:4 n-6	0,15	0,18	0,14	0,15	0,01	0,27	0,24	0,71
C 23:0	0,20	0,24	0,07	0,15	0,1	0,30	0,55	0,84
C 22:2	0,14	0,12	0,08	0,11	0,02	0,14	0,78	0,23
C 24:0	0,12	0,12	0,08	0,08	0,01	0,01	0,10	0,96

¹ SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

² EP = Erro padrão da média.

³ P = Efeito peletização, M = Efeito monensina e I = Efeito interação.

⁴ Ácido Linoleico Conjugado, isômero cis-9 trans-11 C18:2.

O teor de C16:1 n-9 (ácido hexadecenoico) foi 29% maior ($P<0,05$) no leite de vacas que consumiram concentrado peletizado (médias de 0,80 vs 0,62 g/100 de AG) e o AG C14:1 n-7 tendeu ($P=0,09$) a maiores concentrações (média de 0,61 g/100) no leite de animais que receberam o tratamento contendo monensina, quando comparado àquelas que não receberam o ionóforo (média 0,54 g/100 de AG). O ácido hexadecenoico ocorre em muitas gorduras animais, mas raramente atinge uma alta produção (Reginato-d'Arce, 2006). O C14:1 n-7, ácido miristoleico, é pouco encontrado na literatura.

Nos tratamentos avaliados, os teores de C18:0 (ácido esteárico) diminuiu 18,5% ($P<0,05$) no leite das vacas recebendo ração concentrada peletizada, no entanto, apesar de não ter sido observado significância para adição de monensina, o ionóforo reduziu em 7% as concentrações do C18:0 no leite. Santos (2010), que trabalhou com animais em pastejo suplementados com grãos de girassol moídos ou peletizados, também verificou significativas diminuições nas concentrações de C18:0 no leite de vacas que foram tratadas com as dietas peletizadas. Sendo este AG produto final na bio-hidrogenação ruminal, é de interesse que o C18:0 esteja presente em menores quantidades no leite, pois menor terá sido a extensão da bio-hidrogenação, assim, mais compostos intermediários como o CLA e o C18:1 trans-11, serão formados no rúmen e, posteriormente, transferidos ao leite.

A monensina e a peletização da ração concentrada foram eficazes em aumentar ($P<0,01$) os teores de C18:1 trans-9 (ácido elaídico) no leite. Este AG, juntamente com o ácido vacênico (C18:1 trans-11), são um dos intermediários formados a partir da isomerização do ácido linoleico (C18:2) pela bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens* (Padovese & Mancini-Filho, 2002). A concentração do C18:2 n-6 foi maior ($P<0,05$) no leite dos animais que consumiram os concentrados que foram peletizados, com média de 5,84 contra 4,62 g/100 de AG, um incremento de 26,5%. Podendo ser explicado pelo fato da peletização ter preservado a bio-hidrogenação, e dessa forma, sendo possível verificar maiores quantidades deste AG no leite.

Os teores de C18:3 não foram modificados pela dieta, alcançando uma média total de 1,05 g/100 de AG da gordura do leite. Assim como na linhaça, as pastagens também são ricas em ácido linolênico (C18:3). Dhiman et al. (1999) reportaram que o aumento de consumo de forragem pelos animais, aumentou a proporção do C18:3 no leite. O ácido linolênico compõe os AG da série ômega-3, que na saúde humana, estão

associados com reduções na incidência de câncer, doenças cardiovasculares, hipertensão, artrite, entre outras (Petit, 2010).

Como observado na Tabela 7, os teores de CLA (C18:2 cis-9 trans-11) foram maiores ($P < 0,01$) no leite dos animais que consumiram tanto a ração peletizada quando aquelas com adição de monensina sódica, mas o maior valor obtido foi no leite de vacas recebendo ração peletizada com adição de monensina, com 2,29 g de CLA/100 g de AG. Sendo o CLA um AG reportado como benéfico à saúde humana, é de suma importância e interesse que suas concentrações sejam naturalmente aumentadas no leite.

Apesar dos valores parecerem insignificantes, o aumento na concentração de CLA foi cerca de 47% quando houve adição de monensina. Mas quando comparados os tratamentos peletizados ou não, independente de conter monensina, o aumento foi bastante superior, quase 70% mais CLA com fornecimento do concentrado peletizado. Estes resultados estão de acordo com a literatura, que também reportaram maiores teores de CLA em dietas tratadas termicamente e/ou com adição de monensina (Van Nevel & Demeyer, 1995; Fellner et al., 1997, Peterson et al., 2002; Gómez-Cortés et al., 2009). Sugerindo assim, que a peletização do concentrado contribuiu para uma lenta liberação do óleo da linhaça no rúmen, minimizando o impacto causado pelas bactérias ruminais, levando a uma parcial bio-hidrogenação dos AGI, como em pesquisa realizada por Neves et al. (2009), que além de verificarem aumento nos teores de CLA, também reportaram maiores concentrações de transvacênico no leite dos animais alimentados com dieta extrusada.

Da mesma forma, Santos (2010) ao avaliar o leite de vacas mantidas em pastagem e que receberam ração concentrada peletizada, também verificou acentuados aumentos de CLA no leite dos animais que consumiram ração peletizada, esses aumentos chegaram a ser duas vezes maiores aos valores observados para o leite produzido por vacas que consumiram ração sem peletização.

Na Tabela 8, estão contidos os somatórios e as razões dos AG agrupados. Não foi verificado efeito da adição da monensina sódica em nenhum dos componentes avaliados. A peletização teve efeito para todos os grupamentos de AG, exceto para o ômega-3.

Tabela 8. Somatório e razões de ácidos graxos (g/100g) agrupados do leite de vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica

Ácido Graxo ¹	Não peletizadas ²		Peletizadas		EP ³	Probabilidade ⁴		
	SM	CM	SM	CM		P	M	I
AGPI	7,09	7,52	8,17	10,13	0,71	0,03	0,13	0,31
AGMI	39,13	36,21	43,96	43,13	2,35	0,03	0,45	0,67
AGS	53,90	56,36	47,89	46,75	2,38	<0,01	0,78	0,47
Ômega-6	4,76	4,94	5,58	6,50	0,50	0,04	0,31	0,48
Ômega-3	1,08	1,05	0,97	1,08	0,17	0,82	0,81	0,70
AGPI/AGS	0,13	0,13	0,17	0,22	0,02	<0,01	0,22	0,27
Ômega-6/Ômega-3	4,41	4,70	5,75	6,02	0,40	<0,01	0,59	0,74

¹ AGPI = Ácidos graxos poli-insaturados; AGMI = Ácidos graxos monoinsaturados; AGS = Ácidos graxos saturados; Ômega-6 = C18:2 n-6 + C20:3 n-6 + C20:4 n-6; Ômega-3 = C18:2 n-3.

² SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

³ EP= Erro padrão da média.

⁴ P = Efeito peletização; M = Efeito monensina e I = Efeito interação.

Como apresentado nas Tabelas 7 e 8, os efeitos mais satisfatórios foram observados para as rações peletizadas. O processamento térmico da ração concentrada aumentou ($P<0,05$) em 25% a concentração de AGPI no leite. A peletização também aumentou ($P<0,05$) os teores de AGMI, com média de 43,54 contra 37,67 g/100 g AG para a ração concentrada não peletizada, um aumento em mais de 15%. O processamento em que o alimento passa por um tratamento de aquecimento, reduz a extensão da bio-hidrogenação de rúmen (Kennelly, 1996), conseqüentemente, mais AGI foram incorporados ao leite.

A peletização influenciou de forma positiva sobre a inibição da bio-hidrogenação, porque reduziu em 14% os teores de AGS do leite ($P<0,05$), ou seja, houve diminuição nos produtos finais deste processo, conseqüentemente, mais produtos intermediários como CLA (e provavelmente o vacênico) foram formados. A peletização do concentrado também aumentou ($P<0,05$) em 24,5% a concentração do ômega-6 no leite. Não houve alteração quanto aos teores de ômega-3 ($P>0,05$), ressaltando aqui que a linhaça e a forragem são ricas fontes deste AG e estavam presentes em todos os tratamentos avaliados, assim, não era esperado que se obtivesse algum efeito deste componente, o ômega-3, além de detectar sua presença no leite.

A razão AGPI/AGS foi 46% maior ($P<0,05$) com os tratamentos peletizados, confirmando mais uma vez que a peletização favoreceu na transferência de AGPI da ração concentrada para o leite. A razão ômega-6/ômega-3 foi 29% maior ($P<0,05$) no leite dos animais recebendo os tratamentos peletizados, cuja média (5,88 g/100 g de AG) está acima do recomendado por Sim & Sunwoo (2002), mencionaram que essa

ração deve ser menor do que 4:1, no entanto, a AFSSA (*Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments*, 2003) recomenda que em adultos esta relação se mantenha em pelo menos 5:1. A consequência de uma alta proporção ômega-6/ômega-3 na dieta é um desbalanço na relação destes AG nos tecidos e sangue, causando efeitos adversos, que no final podem desencadear em doenças como o câncer, Alzheimer, doenças cardiovasculares, obesidade, osteoporose, etc. Em suma, o ômega-6 aumenta os processos inflamatórios, enquanto que o ômega-3 diminui (Petit, 2010).

Os resultados das análises da textura da manteiga estão apresentados na Tabela 9. A adesividade tendeu a diminuir ($P=0,06$) na manteiga produzida com o leite dos animais que consumiram ração concentrada peletizada, com média de -8.189 g contra -9.706 g no tratamento não peletizado, entretanto, não foram verificados efeitos para firmeza. A peletização da ração concentrada diminuiu em mais de 15% a adesividade nas amostras de manteiga, sugerindo que a peletização foi eficaz em garantir uma manteiga mais macia. Em pesquisa realizada por Bobe et al. (2003), as manteigas cujas concentrações em AGS foram menores e maiores para AGMI, apresentaram melhor espalhabilidade, e índices de firmeza e adesividade menores, ou seja, uma manteiga mais macia do ponto de vista de consistência, indicando também que o tipo de AG influencia na textura.

Tabela 9. Textura da manteiga do leite produzido por vacas mantidas em pastagem e suplementadas com ração concentrada peletizada ou não, com ou sem adição de monensina sódica

Textura ¹	Não peletizadas ²		Peletizadas		EP ³	Probabilidade ⁴		
	SM	CM	SM	CM		P	M	I
Firmeza (g)	39.787	38.242	39.235	38.294	3.342	0,94	0,72	0,93
Adesividade (g)	-9.777	-9.636	-8.479	-7.898	709,0	0,06	0,62	0,76

¹ Valores em gramas.

² SM = Sem monensina; CM = Com monensina.

³ EP= Erro padrão da média.

⁴ P = Efeito peletização; M = Efeito monensina e I = Efeito interação.

As vacas que consumiram os concentrados processados termicamente, produziram leite com mais de 25% em AGPI, mais de 15% em AGMI, e o processamento ainda favoreceu na redução de 14% dos AGS (Tabela 8). Tendo em vista que o perfil de AG da manteiga é semelhante ao perfil de AG do leite (Bobe et al., 2003; Silva-Kazama, 2010; Hurtaud et al., 2010), pode-se inferir que a peletização do concentrado resultou em melhoria no perfil de AG do leite, e conseqüentemente uma manteiga com textura adequada.

Não houve efeito dos tratamentos para a firmeza da manteiga, no entanto, Gonzalez et al. (2003) mencionaram que as propriedades de textura da manteiga podem ser alteradas em função da dieta dos animais. Estes autores avaliaram a textura da manteiga produzida com leite de animais que consumiram dietas enriquecidas com ácido oleico ou linoleico, e obtiveram no tratamento com o oleico uma manteiga com menor grau de firmeza, o que indica um produto mais macio em comparação com os demais tratamentos avaliados.

A adição da monensina na dieta não influenciou sobre a textura da manteiga ($P>0,05$), no entanto, o ionóforo diminuiu em 3,1% a firmeza e em 4% na adesividade da manteiga. As análises de textura na manteiga são realizadas como uma forma de se determinar uma das diversas impressões sensoriais do alimento na boca (Nunes, 2008). Quanto menor a temperatura, maior será o grau de firmeza e adesividade (Bobe et al., 2003; Rodrigues et al., 2004), o que indica uma manteiga mais macia. Dentre os produtos lácteos, a manteiga é a que apresenta a melhor indicação das mudanças que ocorrem no perfil dos AG do leite (Hurtaud et al., 2010).

Conclusões

A peletização da ração concentrada foi eficaz em alterar o perfil de AG do leite, através da incorporação dos AG desejáveis, melhorando assim o valor nutritivo do leite.

Referências bibliográficas

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY - **AOAC**. Official methods of analysis. 15.ed. Arlington, 1990. 1117p.

AFSSA - Agence Française de Sécurité Sanitaire des Aliments. [2003]. **Acides gras de la famille oméga 3 et système cardiovasculaire : intérêt nutritionnel et allégations**. Disponível em: <<http://www.anses.fr/Documents/NUT-Ra-omega3.pdf>> Acesso em: 09/10/2011.

ASHES, J.R.; GULATI, S.K.; SCOTT, T.W. New approaches to changing milk composition: potential to alter the content and composition of milk fat through nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.9, p.2204-2212, 1997.

- BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B.A. et al. [1999]. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**. 15 p. 1999. Disponível em: <<http://www.asas.org/symposia/9899proc/0937.pdf>> Acesso em: 31/08/2010.
- BAUMAN, D.E.; GRIINARI, J.M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, v.70, n.1, p.15-29, 2001.
- BELL, J.A.; GRIINARI, J.M.; KENNELLY, J.J. Effect of safflower oil, flaxseed oil, monensin, and vitamin E on concentration of conjugated linoleic acid in bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.2, p.733-748, 2006.
- BERGEN, W.G.; BATES, D.B. ionophores: their effect on production efficiency and mode of action. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p. 1465-1483, 1984.
- BERNER, L.A. Defining the role of milk fat in balanced diets. In: KINSELLA, J.E. (Ed.) **Advances in Food Nutrition and Research**, v.37, 1993. p.131-257.
- BOBE, G; HAMMOND, E.G.; FREEMAN, A.E. et al. Texture of Butter from Cows with Different Milk Fatty Acid Compositions. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.10, p.3122 - 3127, 2003.
- BROWN, D.L.; HOGUE, D.E. Effects of feeding monensin sodium to lactating goats: milk composition and ruminal volatile fatty acids. **Journal of Dairy Science**, v.68, n.5, p.1141-1147, 1985.
- BODENMÜLLER FILHO, A.; DAMASCENO, J.C.; PREVIDELLI, I.T.S. et al. Tipologia de sistemas de produção baseada nas características do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1832-1839, 2010.
- CAMPOS NETO, O.; RAMOS, A.A.; ESCOBAR, M.J. et al. Avaliação da monensina sódica em vacas leiteiras. **Scientia Agricola**, v.52, n.2, p.268-273, 1995.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; MANSBRIDGE, R. M. et al. Ruminant milk fat plasticity: nutritional control of saturated, polyunsaturated, trans and conjugated fatty acids. **Annales de Zootechnie**, v.49, n.3, p.181-205, 2000.
- CONTI, R.M.C.; SALLES, M.S.V.; SCHALCH, E. Efeitos da administração de monensina por meio de cápsulas de liberação controlada no desempenho de vacas Holandesas no início da lactação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.5, p.890-895, 2008.
- CORRÊA, L.A.; SANTOS, P.M. [2003]. Produção de carne em pastagens adubadas. In: **Criação de bovinos de borte na região Sudeste**. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/BovinoCorte/BovinoCorteRegiaoSudeste/index.htm> Acesso em: 10/01/2012.
- DA SILVA, D.C.; SANTOS, G.T.; BRANCO, A.F. et al. Production performance and milk composition of dairy cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.6, p.2928-2936, 2007.

- DHIMAN, T.R.; ANAND, G.R.; SATTER, L.D. et al. Conjugated linoleic acid content of milk from cows fed different diets. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.10, p.2146-2156, 1999.
- FELLNER, V.; SAUER, F.D.; KRAMER, J.K.G. Effect of nigericin, monensin, and tetronasin on biohydrogenation in continuous flow-through ruminal fermenters. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.5, p.921-928, 1997.
- GÓMEZ-CORTÉS, P.; BACH, A.; LUNA, P. et al. Effects of extruded linseed supplementation on n-3 fatty acids and conjugated linoleic acid in milk and cheese from ewes. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.9, p.4122-4134, 2009.
- GONZALEZ, S.; DUNCAN, S.E.; O'KEEFE, S.F. et al. Oxidation and textural characteristics of butter and ice cream with modified fatty acid profiles. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.1, p.70-77, 2003.
- GRUMMER, R.R. Effect of feed on the composition of milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.9, p. 3244-3257, 1991.
- HEYDARI, K.H.; DABIRI, N.; FAYAZI, J. et al. Effect of ionophores monensin and lasalocid on performance and carcass characteristics in fattening arabi lambs. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.7, n.1, p.81-84, 2008.
- HURTAUD.C. FAUCON, F.; COUVREUR, S. et al. Linear relationship between increasing amounts of extruded linseed in dairy cow diet and milk fatty acid composition and butter properties. **Journal of Dairy Science**, v.93, n.04, p. 1429-1443, 2010
- IP, C.; BANNI, S.; ANGIONI, E. et al. Conjugated linoleic acid-enriched butter fat alters mammary gland morphogenesis and reduces cancer risk in rats. **Journal of Nutrition**, v.129, n.12, 2135-2142, 1999.
- ISO-INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Animal and vegetable fats and oils – **Preparation of methyl esters of fatty acids**. Method 5509, p.1-6, 1978.
- INTERNATIONAL DAIRY FEDERATION – IDF. The IDF group of experts on mastitis. Laboratory methods for use in mastitis word. **International Dairy Fed**, v.132, p.3-27, 1981.
- ÍTAVO, L.C.V.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M. et al. Exigências de energia para vacas gestantes e em lactação. In: SANTOS, G.T.; MASSUDA, E.M.; SILVA KAZAMA, D.C.; JOBIM, C.C.; BRANCO, A.F. (Ed.) **Bovinocultura Leiteira – Bases zootécnicas, fisiológicas e de produção**. Maringá-PR: EDUEM, 2010. p. 263-289.
- ÍTAVO, L.C.V.; SANTOS, G.T.; TOLEDO, V.A.A. et al. Milk quality and subclinical mastitis detection through somatic cells counting. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.1065-1068, 2001.

- JERSZURKI, D.; ALMEIDA, R. Adequação da nutrição protéica visando à excreção mínima de resíduos no meio ambiente. In: **IV Sul-Leite**. Simpósio Sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2010, p. 9-25.
- JONKER, J.S.; KOHN, R.A.; ERDMAN, R.A. Using milk urea nitrogen to predict nitrogen excretion and utilization efficiency in lactating dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.10, p.2681-2692, 1998.
- KENNELLY, J.J. The fatty acid composition of milk fat as influenced by feeding oilseeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.60, n.3, p.137-152, 1996.
- KHANAL, R.C.; DHIMAN, T.R.. Biosynthesis of conjugated linoleic acid (CLA): A review. **Pakistan Journal of Nutrition**, v.3, n.2, p.72-81, 2004.
- MAIA, M.R.G.; CHAUDHARY, L.C.; BESTWICK, C.S. et al. Toxicity of unsaturated fatty acids to the biohydrogenating ruminal bacterium, *Butyrivibrio fibrisolvens*. **BMC Microbiology**, v.10, p.52, 2010.
- McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON; J.I.D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v.84 (E. Suppl.), p.E194-E203, 2001.
- MURPHY, J. J.; CONNOLLY, J. F.; McNEILL, G. P. Effects on milk fat composition and cow performance of feeding concentrates containing full fat rapessed and maize distillers grains on grass-silage based diets. **Livestock Production Science**, v. 44, n.1, p.1-11, 1995.
- NEVES, C. A.; SANTOS, G. T.; MATSUSHITA, M. et al. Intake, whole tract digestibility, milk production, and milk composition of Holstein cows fed extruded soybeans treated with or without lignosulfonate. **Animal Feed Science and Technology**, v.134, n.1, p.32-44, 2007.
- NEVES, C. A.; DOS SANTOS, W.B.R.; SANTOS, G.T.D. 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, n.1, p.83-92, 2009.
- NOAKES, M.; NESTEL, P.J.; CLIFTON, P.M. Modifying the fatty acid profile of dairy products through feedlot technology lowers plasma cholesterol of humans consuming the products. **Journal of Clinical Nutrition**, v.63, n.1, p.42-46, 1996.
- NUNES, G.F.M. **Avaliação da modificação da composição e textura de um produto obtido por transesterificação enzimática da gordura de leite com óleo de soja**. 2008. 126f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Escola de Engenharia de Lorena / Universidade de São Paulo, Lorena.

- PADOVESE, R.; MANCINI-FILHO, J. Ácidos graxos trans. In: CURI, R.; POMPEIA, C.; MIYASAKA, C.K.; PROCÓPIO, J. (Ed.). **Entendendo a Gordura & os ácidos graxos**. 1.ed. São Paulo: Manole. 2002. p.509-521.
- PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, A.D. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.6, p.1753-1771, 1993.
- PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. Conjugated linoleic acid and the control of cancer and obesity. **Toxicological Science**, v.52, (Suppl.1), p.107-110, 1999.
- PARK, Y.W. Overview of bioactive components in milk and dairy products. In: PARK, Y.W. (Ed.) **Bioactive components in milk and dairy products**. Wiley-Blackwell, Oxford, UK, 2009. p. 3-14.
- PARODI, P.W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.6, p.1339-1349, 1999.
- PETERSON, D.G.; KELSEY, J.A.; BAUMAN, D.E. Analysis of variation in *cis*-9, *trans*-11 conjugated linoleic acid (cla) in milk fat of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.9, p. 2164-2172, 2002.
- PETIT, H.V. Milk fatty acids and human health (os ácidos graxos do leite e a saúde humana). In: **IV Sul-Leite**. Simpósio Sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2010, p.97-109.
- PHIPPS, R.H.; WILKINSON, J.I.D.; JONKER, L.J. et al. Effect of monensin on milk production of holstein-friesian dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.12, p.2789-2794, 2000.
- REGINATO-D'ARCE, M.A.B. Química básica dos lipídeos. In: OETTERER.M.; REGINATO-D'ARCE, M.A.B.; SPOTO, M.H.F. (Ed.) **Fundamentos de ciência e tecnologia de alimentos**. Barueri, SP: Manole, 2006. p.196-242.
- RIBAS, N.P.; HARTMANN, W.; MONARDES, H.G. et al. Sólidos totais do leite em amostras de tanque nos estados do Paraná, Santa Catarina e São Paulo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.2343-2350, 2004.
- RODRIGUES, J.N.; MANCINI-FILHO, J.; TORRES, R.P. et al. Caracterização físico-química de creme vegetal enriquecido com ésteres de fitosteróis. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v.40, n.4, p.505-520. 2004.
- RUIZ, R.; ALBRECHT, G.L.; TEDESCHI, L.O. et al. Effect of monensin on the performance and nitrogen utilization of lactating dairy cows consuming fresh forage, **Journal of Dairy Science**, v.84, n.7, p.1717-1727, 2001.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied and Environmental Microbiology**, v.55, n.1, p.1-6, 1989.

- SANTOS, J.E.P. Feeding for milk composition. [2002]. **Proceedings of VI International Congress on Bovine Medicine (ANEMBE)**. 19 p. 2002. Disponível em: <<http://www.nupel.uem.br/pos-ppz/eduardo-feeding.pdf>> Acesso em: 05/12/2010.
- SANTOS, F.A.P.; GALLO, M.P.C.; CHAGAS, L.J. et al. Qualidade do leite produzido em sistemas de produção á base de pastagens. In: **IV Sul-Leite**. Simpósio Sobre Sustentabilidade da Pecuária Leiteira na Região Sul do Brasil. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 35-71, 2010.
- SANTOS, W.B.R. **Qualidade do leite de vacas sob pastejo, suplementadas com concentrados contendo grãos de girassol processados física ou quimicamente**. 2010. 108f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SAS – STATISTIC ANALYSIS SYSTEM. 2003. **User's Guide**. SAS Institute In., Cary, NC, USA. 2003.
- SAUER, F.D.; FELLNER, V.; KINSMAN, R. et al. Methane output and lactation response in holstein cattle with monensin or unsaturated fat added to the diet. **Journal of Animal Science**, v.76, n.3, p.906-914, 1998.
- SCOLLAN, N.D.; CHOI, N.J.; KURT, E. et al. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, n.1, p.115-124, 2001.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análises de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA-KAZAMA, D.C.; SANTOS, G.T.; PINTRO, P.T.M. et al. Effect of storage on fatty acid profile of butter from cows fed whole or ground flaxseed with or without monensin. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.10, p. 2297-2303, 2010.
- SIM, J.; SUNWOO, H. Designer eggs: nutritional and functional significance. In: WATSON, R.R. (Ed.) **Eggs and health promotion**. Iowa, 2002. p.9-36.
- SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2463- 2472, 1992.
- VAN DER WERF, J.H.J.; JONKER, L.J.; OLDENBROEK, J.K. Effect of monensin on milk production by Holstein and Jersey cows. **Journal of Dairy Science**, v.81, n.2, p.427-433, 1998.
- VAN NEVEL, C.; DEMEYER, D.I. Lipolysis and biohydrogenation of soybean oil in the rumen in vitro: inhibition by antimicrobials. **Journal of Dairy Science**, v.78, n.12, p.2797-2806, 1995.

- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science**, v.74, n.12, p.3583-3597, 1991.
- VOLTOLINI, T.V.; SANTOS, G.T.; ZAMBOM, M.A. et al. Influência dos estádios de lactação sobre a contagem de células somáticas do leite de vacas da raça holandesa e identificação de patógenos causadores de mastite no rebanho. **Acta Scientiarum**, v.23, n.4, p.961-966, 2001.
- WARD, A.T.; WITTENBERG, K.M.; PRZYBYISKI, R. Bovine milk fatty profile produced by feeding diets containing solin, flax and canola. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.5, p.1191-1196, 2002.

V - CONSIDERAÇÕES FINAIS

É possível alterar a composição da gordura do leite através da dieta de vacas em lactação. Embora a peletização da ração, assim como a adição de monensina sódica não alteraram a produção de leite e sua composição, os teores em ácidos graxos foram modificados. A composição em ácidos graxos do leite foi mais influenciada pelo processamento térmico do que pela adição ou não de monensina.

Mais do que a monensina, a peletização foi eficaz em aumentar os teores de CLA no leite, beneficiou no aumento dos teores de AGPI e AGMI, e na redução dos AGS do leite, porém a monensina adicionada à ração não foi suficiente para causar tais acréscimos. A textura da manteiga não foi alterada. Os parâmetros sanguíneos e o consumo não foram modificados em função dos tratamentos, o mesmo ocorreu com as digestibilidades dos nutrientes. Com os resultados desta pesquisa, conclui-se que é possível produzir um leite enriquecido com os ácidos graxos desejáveis.

O consumo de monensina sódica foi abaixo dos reportados pela maioria das pesquisas, sendo assim, níveis mais altos deste ionóforo na dieta de vacas em lactação devem ser testados afim de verificar seus efeitos sobre a produção, composição e perfil de ácidos graxos no leite, principalmente no que se diz respeito à transferência de compostos que são considerados benéficos à saúde humana.