

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

***CARACTERIZAÇÃO DO LEITE E DO QUEIJO DE OVELHAS DA
RAÇA BERGAMÁCIA SUPLEMENTADAS COM ÓLEO OU FARELO
DE LINHAÇA (*Linum usitassimum* L.)***

MARIA FERNANDA CORREIA DA SILVA

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Agosto – 2014

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA
CÂMPUS DE BOTUCATU

***CARACTERIZAÇÃO DO LEITE E DO QUEIJO DE OVELHAS DA
RAÇA BERGAMÁCIA SUPLEMENTADAS COM ÓLEO OU FARELO
DE LINHAÇA (*Linum usitatissimum* L.)***

MARIA FERNANDA CORREIA DA SILVA

Zootecnista

Orientador: Heraldo César Gonçalves

Coorientador: Pricila Veiga dos Santos

Dissertação apresentada ao Programa
de Pós-graduação em Zootecnia como
parte das exigências para obtenção do
título de Mestre.

BOTUCATU - SP
Agosto – 2014

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA SEÇÃO TÉCNICA DE AQUISIÇÃO E TRATAMENTO DA INFORMAÇÃO - SERVIÇO TÉCNICO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - UNESP - FCA - LAGEADO - BOTUCATU (SP)

S586c Silva, Maria Fernanda Correia da, 1986-
Caracterização do leite e do queijo de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo ou farelo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.) / Maria Fernanda Correia da Silva. - Botucatu : [s.n.], 2014
vii, 61 f. : grafs., tabs.

Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Botucatu, 2014
Orientador: Heraldo César Gonçalves
Coorientador: Pricila Veiga dos Santos
Inclui bibliografia

1. Ácidos graxos Omega-3. 2. Leite. 3. Ovino - Alimentação e rações. 4. Queijo - Avaliação sensorial. I. Gonçalves, Heraldo César. II. Santos, Pricila Veiga. III. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (Campus de Botucatu). Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia. IV. Título.

DEDICO

Aos meus queridos e amados pais, *Maria Cláudia* e *Luiz Antônio*, pelo amor verdadeiro e puro, por todo incentivo e apoio aos meus sonhos, e principalmente por entenderem minha ausência durante os anos de graduação e mestrado.

Ao meu amado *Douglas*, pelo amor, paciência e principalmente por tudo o que passamos e ainda passaremos juntos.

AGRADECIMENTOS

A Deus, o Senhor e Criador de todas as coisas e a Jesus Cristo, meu Redentor e Salvador, por me darem forças e fé para continuar firme em seus passos e não desistir de lutar por meus objetivos.

Ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia e ao Departamento de Produção Animal – FMVZ/UNESP - Botucatu pela oportunidade da realização do mestrado.

Ao professor, Dr. Edson Ramos de Siqueira, por toda orientação durante o mestrado, por ter aceitado o desafio de me conduzir em mais uma etapa de minha vida, pelos conselhos e ensinamentos.

À professora, Dra. Simone Fernandes, por todo empenho, dedicação, amizade e preocupação, sempre prestativa e se esforçando para que tudo desse certo.

À professora, Dra. Pricila Veiga dos Santos, pela coorientação, ensinamentos e conversas de incentivo.

Ao professor, Dr. Heraldo César Gonçalves, pela orientação na finalização do mestrado e auxílio nas análises estatísticas.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), pela concessão do financiamento do projeto de pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

As professoras Dra. Sarita Bonagurio Gallo e Dra. Giuseppina Pace Pereira Lima, pela participação na banca com valiosas contribuições e sugestões.

Ao professor Dr. Dante Pazzanese Duarte Lanna da Esalq/USP-Piracicaba, por ter disponibilizado o laboratório para as análises de perfil de ácidos graxos e aos funcionários Daniel e Maria Antônia pelo auxílio na realização.

Ao zootecnista André Michel de Castilhos, por toda colaboração e disponibilidade durante o experimento.

Ao zootecnista e amigo Maurício Furlan Martins, por nossa amizade desde a graduação e também por todo auxílio na análise estatística dos queijos.

À zootecnista Carolina Toledo Santos, pela realização da análise de textura dos queijos e por sempre se mostrar muito solícita em me auxiliar com materiais para as análises.

Aos funcionários do laboratório geral de análises de alimentos da TPOA, Cecília, Nilton, Alexandra e principalmente ao João, por toda colaboração, ensinamento e auxílio durante a realização das análises nos queijos.

Ao funcionário da supervisão das fazendas, Edvaldo, por toda docilidade, amabilidade, dedicação, conversas, caronas e empenho para realização do experimento, mesmo quando distante.

Ao meu querido e amado Douglas, por todo amor, carinho e paciência em ouvir minhas lamentações e por me acalmar nos momentos de desespero; pelo empenho, dedicação e auxílio durante todo experimento, seja no cuidado com os animais ou no laboratório. Por estar sempre ao meu lado, me incentivando e fazendo dos momentos difíceis algo prazeroso e de extrema importância. Tudo teria sido muito mais penoso sem você. Essa conquista também é sua!

À minha amada família, por nossos raros e bons momentos juntos!

Aos meus pais, por todo amor e preocupação, pelos ensinamentos e incentivo e por nunca me negarem apoio. A base do meu ser. Amo-os incondicionalmente.

À minha amada avó Martha, por sua preocupação e amor, sempre me ligando para saber se estava tudo bem ou precisando de alguma coisa, e ao querido avô Omar (*in memoriam*), aos senhores o meu eterno amor e gratidão.

Aos meus amados avós Salvador e Clarinda, sua simplicidade e amor me inspiram.

Aos meus queridos irmãos, Amanda, João Marcello e Júnior, por todos os momentos de alegria, descontração e risadas, sem vocês minha vida seria mais triste.

Ao meu padrasto Fernando e a “boadrasta” Andrea, por todo carinho, amor e apoio.

À Leni e Carlos Carrega (*in memoriam*), meus sogros que me acolheram como filha. Sou grata por todo apoio e almoços de domingo.

Às minhas companheiras de república, Adobe, Chloé e Márcia pela amizade, risadas, conversas e compreensão nos momentos de ausência, estresse e correria. E em especial a Carol, por tudo isso e pelo auxílio nas análises do queijo.

Aos meus amigos de pós-graduação: Aline, Ariane, Guilherme e Natália, por toda colaboração e empenho, por nossos momentos de trabalho árduo, conversas sérias e descontraídas e muitas risadas.

Às iniciantes científicas, Caroline e Laura, pois sempre que possível colaboraram com tudo.

Aos amigos da Igreja Presbiteriana Calvário, por todas as orações.

À Milka, por suportar meus momentos de ausência, e ainda assim me receber com imensa alegria. Seu amor canino, sem pedir nada em troca, me constrange.

E as ovelhas, animais tão dóceis, que sempre me ensinam alguma lição.

SUMÁRIO

	Página
CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS	1
1. Introdução	2
2. Revisão Bibliográfica	3
2.1. Ovinocultura Leiteira	3
2.2. Leite Ovino	5
2.3. Queijo Ovino	8
2.4. Linhaça	10
2.5. Ácidos Graxos Poli-insaturados	12
Referências Bibliográficas	15
CAPÍTULO II - PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE DE OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA SUPLEMENTADAS COM ÓLEO E FARELO DE LINHAÇA	20
Resumo	21
Abstract	22
Introdução	23
Material e Métodos	24
Resultados e Discussão	29
Conclusão	39
Referências Bibliográficas	40
CAPÍTULO III – PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E ACEITAÇÃO DO QUEIJO TIPO MINAS CURADO ELABORADO COM LEITE DE OVELHAS ALIMENTADAS COM ÓLEO OU FARELO DE LINHAÇA	43
Resumo	44
Abstract	45
Introdução	46
Material e Métodos	47
Resultados e Discussão	53
Conclusão	57
Referências Bibliográficas	58
CAPÍTULO IV - IMPLICAÇÕES	60

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO II

Página

Tabela 1. Ingredientes, nutrientes das dietas experimentais e perfil de ácidos graxos das dietas e dos ingredientes farelo e óleo de linhaça.....	25
Tabela 2. Consumo médio de concentrado, silagem de milho e valores nutricionais estimados das dietas para ovelhas em lactação	26
Tabela 3. Produção e composição do leite de ovelhas Bergamácia suplementadas com concentrado controle (CT), óleo de linhaça (OL) e farelo de linhaça (FL)	29
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas Bergamácia suplementadas com concentrado controle (CT), óleo de linhaça (OL) e farelo de linhaça (FL) (em % de ácidos graxos)	32
Tabela 5. Valores médios observados em função da interação tratamentos*estádio da lactação sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia média, cadeia longa, cadeia ímpar, saturados, monoinsaturados, insaturados totais e índice de aterogenicidade, na gordura do leite (em % de ácidos graxos)	33
Tabela 6. Valores médios em função da interação tratamentos*estádio da lactação sobre as concentrações de C4:0, C16:0, C18:1c9, C18:3ω3, cis9,trans11CLA, C20:5, na gordura do leite (em % de ácidos graxos)	37

CAPÍTULO III

Tabela 1. Proporção dos ingredientes, nutrientes e perfil de ácidos das dietas dos tratamentos para ovelhas em lactação	48
Tabela 2. Parâmetros físico-químicos do leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça, utilizados para elaboração dos queijos curados.....	49
Tabela 3. Rendimento econômico e técnico na fabricação de queijos curados elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça	53
Tabela 4. Composição físico-química dos queijos curados elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça	54
Tabela 5. Perfil de textura dos queijos curados elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça	54
Tabela 6. Perfil de ácidos graxos dos queijos curados elaborados com leite de ovelha e índice de aterogenicidade	55
Tabela 7. Médias de aceitação atribuídas pelos provadores para os queijos curados elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça	56

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO II	Página
Figura 1. Porcentagem de proteína, lactose e sólidos totais em função do estágio de lactação.....	30
Figura 2. Porcentagem de gordura em função do estágio de lactação para os tratamentos experimentais CT (linha contínua), OL (linha pontilhada) e FL (linha tracejada).....	31
Figura 3. Porcentagem de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e insaturados totais (AGI totais), em função do estágio de lactação, para os tratamentos experimentais CT (linha contínua), OL (linha pontilhada) e FL (linha tracejada).....	36

LISTA DE ABREVIATURAS

μ L – Microlitro
AG – Ácido graxo
AGCC - Ácido graxo de cadeia curta
AGCM – Ácido graxo de cadeia média
AGCL – Ácido graxo de cadeia longa
Aw – Atividade de água
CEUA - Comissão de Ética e Experimentação Animal
CLA – Ácido Linoleico Conjugado
CT – Tratamento controle
CV – Coeficiente de Variação
cv.- Cultivar
DHA – Ácido docosaenoico
EE – Extrato Etéreo
EM – Energia Metabolizável
EPA – Ácido eicosapentaenoico
EPM – Erro Padrão da Média
EST – Extrato Seco Total
FDNef – Fibra em Detergente Neutro efetiva
FL – Tratamento farelo de linhaça
g – Grama
GES - Gordura no Extrato Seco
h - Hora
IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
kcal – Quilocaloria
kg – Quilograma
L - Litro
LCG – Leite Corrigido para 6,5% de Gordura
LCGP – Leite Corrigido para 6,5% de Gordura e 5,8% de Proteína
 m^2 - Metro quadrado
Mcal – Megacaloria
mg – Miligrama
mL – Mililitro
mm - Milímetro
MS – Matéria Seca
MUFA – Ácido graxo monoinsaturado
NDT – Nutrientes Digestíveis Totais
NRC – National Research Council
OL – Tratamento óleo de linhaça
PB – Proteína Bruta
PM – Proteína Metabolizável
ppm – Parte por milhão
PUFA – Ácido graxo poli-insaturado
 R^2 - Coeficiente de Determinação
s – segundo
ST – Sólidos Totais

CAPÍTULO I

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

1. INTRODUÇÃO

A disponibilidade de alimentos que melhoram ou influenciam as funções orgânicas dos seres humanos de forma adicional aos seus valores nutricionais, tem sido incrementada por meio de diferentes práticas nutricionais tanto humana como nos animais de produção.

Dentre estas práticas, destaca-se a obtenção de produtos definidos como alimentos funcionais, que apresentam boa aceitação pelos consumidores e, agregam valores, despertando o interesse da indústria alimentícia por pesquisas, desenvolvimento e divulgação de novos produtos.

Apesar da grande demanda por produtos deste gênero, são escassas as informações disponíveis aos órgãos governamentais, comerciantes e consumidores a respeito da qualidade nutricional destes produtos, tornando-se necessário gerar conhecimentos aplicáveis ao ambiente produtivo, devido às excelentes perspectivas de mercado no Brasil.

A procura por alimentos funcionais tem aumentado por parte dos consumidores e a oferta do produto, com qualidade devidamente avaliada e comprovada, possibilitará maior interesse por seu consumo, favorecendo ao produtor estabelecer diretrizes de incremento à produção, tornando o produto valorizado e mais atrativo ao mercado consumidor.

Embora a carne ovina seja o principal enfoque dos produtores e pesquisadores da área de produção de ovinos, há crescente interesse pela área de produção de leite, principalmente pelo valor agregado que seus derivados possuem no mercado.

Devido à alta concentração de sólidos totais, gordura e caseína, o leite ovino possui características desejáveis para a indústria de queijos e iogurtes, contribuindo para o aumento da receita do produtor, podendo viabilizar o desenvolvimento dessa atividade em pequenas e médias propriedades rurais.

A linhaça é rica em ácidos graxos poli-insaturados (ômega-3), vitaminas, caroteno e minerais; seu fornecimento na dieta animal pode elevar a qualidade nutricional do leite, pois tanto o leite como seus derivados, oriundos de animais alimentados com linhaça, poderão apresentar maiores concentrações de ácidos graxos poli-insaturados, que propiciam benefícios à saúde humana.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Ovinocultura leiteira

A ovinocultura é responsável por fornecer outro produto além da carne e da lã, tradicionalmente conhecidos, o leite, produzido em menor escala e volume que o leite bovino, porém de valor nutricional e comercial superiores (PELLEGRINI, 2012a).

Ovelhas leiteiras sempre foram manejadas em diferentes partes do mundo, com o uso de raças nativas adaptadas às condições de cada região. A evolução dos rebanhos de ovinos leiteiros originou-se com a exportação de exemplares de regiões da Alemanha, França, Espanha e leste do Mediterrâneo para diferentes países. As raças chamadas “melhoradoras”, oriundas daquelas regiões, são utilizadas a fim de aumentar a produtividade das raças nativas. Estas usualmente apresentavam dupla aptidão, mas com baixos índices de produtividade, associados às condições de alimentação extensiva e com gramíneas nativas. No caso das ovelhas, a seleção das matrizes priorizou a produção de queijos e iogurte, promovido pelos elevados teores de sólidos totais no leite, sem aumentar a produção (HAENLEIN, 2007).

A produção mundial de leite de ovelha está em torno de 10 milhões de toneladas de leite por ano, sendo que os continentes que mais se destacam na ovinocultura leiteira são o asiático e o europeu (FAOSTAT, 2012).

Em 2012, a Ásia produziu um total de 4,7 milhões de toneladas de leite de ovelha, sendo que a China foi a responsável por 33% deste total, produzindo 1,6 milhões de toneladas de leite, seguida por países do Oriente Médio, como Turquia, Irã e Síria. Já a Europa, destacando-se França, Itália, Espanha e Grécia, no mesmo período, produziu um total de 3 milhões de toneladas de leite de ovelha, totalizando um terço da produção mundial (FAOSTAT, 2012).

A tradição desses países na ovinocultura de leite é mundialmente reconhecida, principalmente pela fabricação de queijos de ovelha, fazendo com que a maior parte desse leite seja destinada a indústria de queijos finos.

A ovinocultura leiteira em nosso país é uma atividade recente. Os primeiros ovinos com aptidão leiteira foram trazidos ao Brasil em 1992. A raça introduzida foi a Lacaune, proveniente da França, e atualmente está bem adaptada às condições de clima e alimentação do sul do Brasil (BRITO et al., 2006). Uma fêmea dessa raça pode produzir até 4 litros de leite por dia, no pico da lactação, que ocorre por volta dos 30-35

dias pós-parto. Durante todo o período de lactação, que é de aproximadamente 150 dias, uma ovelha produz, em média, 1,9 litro por dia (ROHENKOHL et al., 2011).

Contudo, há outras raças, com aptidão leiteira, bem adaptadas às nossas regiões. A raça Bergamácia, originária da Itália, é utilizada para produção de leite na região sudeste. Porém, em outras regiões do Brasil, não é tão utilizada para este fim, conhecendo-se muito pouco a respeito da produção e qualidade de seu leite (STRADIOTTO, 2007).

O rebanho brasileiro apresenta um total de 16.789 milhões de cabeças ovinas, onde a maior parte é destinada às produções de carne e lã, sendo que a produção de leite ovino ainda é incipiente, correspondendo a apenas 0,002% do total de leite produzido no país (ROHENKOHL, 2011; IBGE, 2012).

Nas regiões Sul e Sudeste, mais especificamente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Minas Gerais, existem iniciativas de produção de leite de ovelhas, beneficiado como queijos, ricota, iogurtes, doce de leite e sorvetes, em laticínios com registro nos Sistemas de Inspeção Federal, Estadual e Municipal, e até mesmo em produções artesanais (PENNA, 2011), atendendo um mercado de produtos diferenciados, para consumidores que se preocupam com a qualidade dos alimentos que consomem.

Apesar destas iniciativas, a produção e o processamento industrial de leite de ovelha ainda são muito pequenos no Brasil comparados aos países europeus. Em 2008, houve uma estimativa de que o processamento brasileiro de leite de ovelha seria de, aproximadamente, 509.000 litros por ano, o que corresponde a 526 toneladas. Desse total, 508.000 litros seriam processados na região Sul, no laticínio Bom Gosto/Cedrense (São José do Cedro/SC) e nos laticínios da Cabanha Dedo Verde (Viamão/RS) e da Casa da Ovelha (Bento Gonçalves/RS), sendo que apenas 1.000 litros seriam processados em Minas Gerais pela Cabanha Capim Azul em Sapucaí Mirim (ROHENKOHL, 2011).

Entretanto, a produção de leite em ovinos pode ser vista como uma alternativa sustentável, de baixo investimento inicial e de fácil adoção pela mão de obra familiar, podendo melhorar a qualidade de vida dos pequenos e médios produtores rurais ao se associarem em cooperativas e trabalharem conjuntamente para a obtenção dos registros municipal ou estadual, podendo, desta forma, viabilizar o processamento do leite em suas propriedades e, portanto, investirem no alto valor agregado aos derivados do leite.

No Brasil, a ovinocultura vive um momento de crescente expansão e, seguindo esta tendência, tem-se observado grande interesse pela produção de leite, área carente de pesquisas e desenvolvimento de processos produtivos (ROHENKOHL, 2011).

2.2. Leite Ovino

O rebanho ovino situa-se em 4º lugar entre as espécies produtores de leite do mundo, com uma produção de 10.122.522 toneladas de leite, representando aproximadamente 1,34% do total produzido por todas as espécies domésticas (FAOSTAT, 2012).

Embora, em termos quantitativos, a produção de leite de ovelha seja de importância marginal em comparação ao leite de vaca, é de grande interesse o incremento do consumo de seus derivados, visto que os ovinos são animais amplamente adaptados aos mais diversos climas e disseminados por todo o planeta (CAMPOS, 2011).

Desta forma, o leite vem a ser um produto de importância significativa para a indústria ovina. Em regiões menos favorecidas do mundo, por seu valor nutritivo, é um componente importante no sustento da família. Por outro lado, a produção leiteira, industrialmente organizada, concentra-se nos países mais desenvolvidos do Mediterrâneo e cresce na Austrália e Israel (MAYER; FIECHTER, 2011).

Mundialmente, o leite de ovelha é muito apreciado por suas qualidades gastronômicas, sendo consumido na forma de queijos, iogurtes, sorvetes e uma pequena proporção na forma de leite fluido.

O leite ovino pode ter melhor rendimento na produção de queijo, em comparação com o leite de vaca ou cabra, por apresentar elevado teor de extrato seco devido sua maior proporção de gordura e proteína. Assim, aproximadamente 5,5 litros de leite de ovelha são necessários para produzir 1 kg de queijo, enquanto 11 litros de leite de vaca são requeridos para produzir a mesma quantidade (BRITO et al., 2006; CAVALLI et al., 2008; CAMPOS, 2011).

Portanto, são características de destaque do leite de ovelha seus mais elevados teores em proteínas, cálcio, fósforo e lipídeos de alta qualidade, sendo que os teores de proteína, gordura, umidade, cinzas e acidez são parâmetros de qualidade a serem observados (PARK et al., 2007; STUBBS et al., 2009).

A composição média do leite de ovelha é de 7,6% de gordura, 5,6% de proteína, 19,0% de sólidos totais, 10,3% de sólidos desengordurados, 4,7% de lactose e 4,6% de caseína; podendo ser alterada por fatores como: dieta, raça, características individuais, sazonalidade, nutrição, condições de manipulação, condições ambientais e estágio da lactação. Sendo que o componente de maior amplitude de variação no leite é a gordura, podendo variar entre dois a três pontos percentuais, conforme a dieta estabelecida aos animais (HAENLEIN, 2001; PERES, 2001; ZAMIRI et al, 2001; NUDDA et al., 2002; SILVA, 2003; SEVI et al., 2004; HILALI et al., 2011).

Em ovelhas da raça Bergamácia, Oliveira (2012), encontrou teores médios de gordura de 4,75% para ordenha realizada no período da manhã e 6,97% para a que foi realizada no período da tarde. Por meio desses dados, nota-se que o período do dia também exerce influência direta sobre a quantidade de gordura excretada no leite.

Brito et al. (2006) demonstraram, que ao longo do período de 140 dias avaliados, o teor de gordura apresentou aumento gradativo, com valor de 5,3 % no início da lactação e 7,4 % aos 140 dias, obtendo valor médio de 6,35 %.

Os teores de proteína encontrados na literatura variam de 4,2 a 7,2 % (PENNA, 2011). Kremer et al. (1996) avaliaram o percentual médio de proteína, por um período de 2 anos, e obtiveram valores entre 4,3 a 5,0 %. Ochoa-Cordero et al. (2002), compararam diferentes raças e condições ambientais e observaram valores médios de proteína variáveis de 3,4 a 6,5 %. Ovelhas mestiças Lacaune e mestiças Ile de France x Texel, criadas no Rio Grande do Sul, produziram leite com valor médio de proteína de 4,75 % e 4,97%, respectivamente (PELLEGRINI, 2012).

A lactose é o principal açúcar na síntese do leite e, também, serve como principal fonte de energia para os neonatos e para as bactérias acidoláticas que participam da transformação do leite em seus derivados (BRITO et al., 2006).

Seu teor no leite é pouco influenciado por fatores nutricionais e sofre pouca variação durante a lactação, pois se relaciona com a regulação osmótica na glândula mamária de forma que, quanto maior a produção de lactose, maior será a produção de leite (PERES, 2001).

Os valores de lactose encontrados por Oliveira (2012), corroboram esta afirmação, pois no início da lactação, os valores de lactose no leite de ovelha atingiram 4,97%, diminuindo para 4,48% no final do período, semelhante aos resultados obtidos por Assenat (1991) e Scholz (1997).

O teor de sólidos totais engloba todos os componentes do leite, com exceção da água, sendo sua variação influenciada significativamente pelo teor de gordura do mesmo, componente que apresenta grande amplitude de variação (PERES, 2001).

Ochoa-Cordero et al. (2002) observaram que a porcentagem de sólidos totais, gordura e proteína apresentaram relação inversa à produção de leite; por outro lado, a produção esteve diretamente ligada à quantidade de lactose, elemento solúvel mais abundante do leite, com atividade osmótica maior que os outros constituintes. Esta relação é válida tanto para as raças de alta como de baixa produção de leite, bem como para ovelhas de maior ou menor produção em um rebanho, em qualquer estágio da lactação (BENCINI & PULINA, 1997).

Wendorff (2002) estudou raças europeias e asiáticas, e verificou que teores de extrato seco total variaram entre 15,42 e 20,61%, citando ainda que com o avanço do melhoramento genético dos rebanhos e com a introdução de raças como a Lacaune, a tendência é que o volume de leite produzido seja maior, mas com menor percentual de sólidos totais.

Outra característica fundamental do leite é o aspecto qualitativo e quantitativo dos ácidos graxos, em especial a maior quantidade dos de cadeia curta e média, característica favorável para indivíduos com síndrome de má absorção lipídica, os quais possuem dificuldade em digerir e absorver triacilgliceróis de cadeia longa, e/ou portadores de enfermidades relacionadas à dificuldade de digestão e absorção de nutrientes (MORA-GUTIERREZ, 2007), porém relacionados com o desenvolvimento de doenças cardiovasculares.

A composição de ácidos graxos no leite de ovelha demonstra que em torno de 28% destes são insaturados e que o conteúdo de colesterol é próximo a 290mg/100g de gordura láctea (PARK et. al., 2007). O leite de ovelha e de cabra possuem grandes quantidades de triglicerídeos de cadeia média, compostos por ácidos graxos com 6 a 8 carbonos na cadeia. Os principais são o caproico (C6:0), caprílico (C8:0) e cáprico (C10:0) (SANZ SAMPELAYO et al., 2007), os quais são os responsáveis pelo sabor e odor característicos desses leites.

Em estudo comparando o perfil de ácidos graxos do leite bovino, caprino e ovino, Pellegrini et al. (2012b), constataram que o leite ovino apresentou maiores teores de ácidos graxos saturados e poli-insaturados, sendo os ácidos graxos, linolênico e linoleico conjugado (CLA), os maiores representantes com teores de 1,37% e 1,69%,

respectivamente. Porém, não diferiu do leite caprino em relação ao teor de ácidos graxos saturados.

Assim, a produção do leite ovino é importante para o mercado lácteo no que diz respeito, principalmente, à produção de queijo e outros derivados (PEETERS et al., 1992). Por esta razão, a avaliação da qualidade do leite deve ser feita no sentido da sua capacidade em ser transformado em queijos e derivados, haja vista a importância da composição no rendimento dos produtos (BENCINI & PULINA, 1997).

2.3. Queijo Ovino

Desde a antiguidade o leite de ovelha tem sido utilizado para a fabricação de queijos com aromas e sabores especiais, que ao longo do tempo ficaram famosos e atingiram elevado valor comercial no mundo inteiro, como o Roquefort na França, o Feta na Grécia, a Ricotta e o Pecorino na Itália e o Manchego na Espanha (EMEDIATO et al., 2009).

Portanto, a produção de queijos mostra-se, em todo o mundo, como a principal forma de transformação do leite de ovelha, sendo realizada desde os primórdios da domesticação dessa espécie e evoluindo da produção artesanal e caseira para a definição de diferentes tipos de queijos que hoje alcançam mercados internacionais, com denominação de origem protegida e apreciados pelas mais diversas sociedades (PENNA, 2011).

Porém, os queijos produzidos no Brasil, em sua grande maioria, são de leite de vaca, com pequena porcentagem de queijos de leite de búfala, cabra e ovelha. Para a produção de queijos de leite de ovelha falta incentivo para o desenvolvimento de raças especializadas em produção de leite (NARDES, 2002).

Entretanto, na região Sul há um queijo fabricado a partir do leite de ovelhas Lacaune, denominado Fascal, sendo considerado o primeiro queijo de leite de ovelha desenvolvido no país. É elaborado com leite cru e culturas iniciadoras comerciais e, posteriormente, submetido a período mínimo de maturação de 90 dias. Esta maturação atende à legislação brasileira, que prevê a comercialização de queijos elaborados com leite cru apenas após maturação mínima de 60 dias (NESPOLO, 2009).

Segundo Haenlein (2000), citado por Penna (2011), a principal razão para se criar ovelhas produtoras de leite está relacionada com o retorno financeiro da atividade. O custo de produção de 1 kg de queijo de ovelha é estimado em US\$8,00, comparado a

US\$5,00 para queijo de cabra e US\$3,00 para o mesmo queijo feito com leite de vaca. Contudo, o retorno econômico com a produção de leite de ovelha é quase o dobro do retorno com a produção de lã e carne.

O rendimento industrial do leite está associado, principalmente, à fração de caseína (MARNET et al., 2000). A quantidade de queijo que se consegue produzir com o leite constitui-se de grande importância para a indústria queijeira. A expressão do rendimento em queijo é importante em razão dos aspectos econômicos, do controle de processamento e na avaliação dos resultados dos experimentos de fabricação.

A resposta do leite de ovelha à fabricação de queijos também é diferente, sendo mais sensível ao coarcho, coagulando mais rápido, além de produzir um coágulo mais firme e com melhor rendimento de fabricação por unidade de leite em relação ao leite das demais espécies. O rendimento industrial varia em torno de 18 a 25%, ou seja, são necessários aproximadamente 4,5 kg de leite de ovelha para a produção de 1 kg de queijo (PENNA, 2011).

O maior conteúdo e variedade de frações de caseína, que representam 80% do total de proteínas, favorecem o rendimento, pois reduzem o tempo de coagulação da massa e aumentam a firmeza do coágulo, quando comparado à produção de queijo com leite de vaca (WENDORFF, 2002; BERGER, 2005).

A qualidade do leite está diretamente relacionada ao seu rendimento industrial (PENNA, 2011). A quantidade e a qualidade do queijo obtido por litro de leite dependem, principalmente, das propriedades de coagulação, isto é, do tempo de coagulação, da taxa de formação do coágulo e da consistência dele. Essas propriedades são afetadas pela composição do leite, pela contagem de células somáticas e pelo próprio processamento industrial. Portanto, qualquer fator que afete a composição, também afetará a produção e a qualidade dos derivados lácteos (BENCINI, 2001).

Há diferentes tipos de queijos elaborados com leite de ovelha, que podem ser classificados em relação ao seu teor de umidade. Uma classificação proposta por Scholz (1995) divide-os em:

Queijos frescos: com massa fina e delicada, sabor suave, levemente ácido e assemelhando-se ao sabor típico do leite de ovelha; *Queijos brandos*: com teor de umidade relativamente alto (55 a 65%), sendo maturados ou não, acidez um pouco mais acentuada e com a textura da massa central lembrando o requeijão e *Queijos maturados por fungos*.

A composição centesimal dos queijos depende principalmente do seu tipo, pois fatores como prensagem e período de maturação têm forte influência sobre a matéria seca dos mesmos. Também contribuem para alterar outros parâmetros da composição centesimal: a raça, a alimentação e o estágio de lactação das ovelhas, além da origem do queijo (NESPOLO et al., 2009).

Ademais, os leites de pequenos ruminantes raramente são padronizados para a fabricação de queijos, havendo grande variação nos conteúdos de gordura e proteínas desses derivados (RAYNAL-LJUTOVAC et al. 2008).

Gajo et al. (2012), em estudo realizado em queijo similar ao minas padrão produzido com leite de ovelha, obtiveram teores médios de 20,69% de gordura, 24,32% de proteína, 51,81% extrato seco total e 49,81% umidade para o queijo produzido com coalho bovino após 20 dias de maturação.

Pellegrini et al. (2012c) avaliaram a composição centesimal dos queijos Pecorino Frescal, Labneh e Feta, elaborados com leite de ovelha e comercializados no Estado do Rio Grande do Sul, e obtiveram resultados de 24,6, 19,45 e 15,99% de proteína, 35,83, 27,31 e 18,81% de gordura, 33,62, 44,93 e 38,33% de umidade e 4,15, 5,12 e 1,04% de cinzas, respectivamente.

Emediato et al. (2009) em estudo sobre a composição do queijo prato elaborado com leite de ovelhas Bergamácia, obtiveram valores médios de 24,64, 19,47, 44,52 e 5,25% para proteína, gordura, umidade e cinzas, respectivamente.

O queijo Fascal, fabricado com leite cru de ovelhas Lacaune puras e mestiças e maturado por 90 dias, apresentou a seguinte composição: 32,14, 24,55 e 37,27% para umidade, proteína e gordura, respectivamente (NESPOLO, 2009).

2.4. Linhaça

Ácidos graxos benéficos para a saúde humana, como o α -linolênico (C18:3n-3) e o ácido linoleico conjugado (CLA), podem ter suas concentrações aumentadas no leite, a partir da alimentação dos animais com sementes ricas em ácido linolênico (C18:3) e linoleico (C18:2) (PENNA, 2011).

A linhaça (*Linum usitatissimum* L.) é uma oleaginosa, rica em proteínas, lipídeos e fibras dietéticas, sendo reconhecidamente uma das maiores fontes de ácidos graxos essenciais da série ômega-3 (ω -3) e ômega-6 (ω -6), possuindo ainda lignanas e compostos fenólicos, conhecidos por exercerem atividade antioxidante (SAAD, 2006).

A semente de linhaça apresenta em sua composição cerca de 30 a 40% de lipídeos totais, dos quais aproximadamente 57% são representados pelo ácido α -linolênico; 20 a 28% por proteínas, bastante equilibradas em aminoácidos valina, leucina e isoleucina; 20 a 28% por fibra dietética total; 35% pelos carboidratos totais, dos quais 1 a 2% estão na forma disponível; 4 a 8% de umidade e 3 a 4 % de cinzas, além de vitaminas A, B, D e E, e minerais como potássio, fósforo, magnésio, cálcio e enxofre (SALES et al., 2008).

A ingestão de linhaça ou de produtos que a contenham, proporciona níveis adequados de ácidos graxos poli-insaturados, atuando na prevenção e modulação de doenças autoimunes e cardíacas, pois auxilia na redução da pressão sanguínea e dos níveis de triglicerídeos e colesterol; de cânceres de mama, próstata e cólon; atenua os sintomas da menopausa e atua como coadjuvante no tratamento de doenças hiperimunes como artrite reumatoide, psoríase e esclerose múltipla (TRUCOM, 2001; CALDERELLI et al., 2008).

Segundo Palmquist & Mattos (2006), a maioria dos lipídeos dos vegetais é altamente insaturada e quase todas as sementes oleaginosas têm predominância de ácido linoleico (C18:2); porém, o óleo de linhaça é exceção, apresentando alto teor de ácido graxo linolênico (C18:3).

O conteúdo de ácidos graxos do leite de ovelha é representado por 65% de ácidos graxos saturados, como o ácido láurico (C12:0), mirístico (C14:0), e palmítico (C16:0), sendo este último seu principal representante. Estes ácidos graxos apresentam propriedades hipercolesterolêmicas, e devido aos problemas de saúde associados a sua ingestão, como aumento do risco de doenças cardíacas, o consumo de produtos derivados do leite ovino pode ser comprometido entre os consumidores com maior preocupação com a vida saudável (ZHANG et al., 2006a; BRANCIARI et al., 2012).

Diante destes fatos e da necessidade de atender a crescente demanda por alimentos mais saudáveis, aumentou o interesse nas pesquisas que relacionam o uso de óleos ou sementes, entre eles o de linhaça, na alimentação animal (LUNA et al., 2005; ZHANG et al. 2006a; BRANCIARI et al., 2012).

De acordo com Maia et al. (2006), a utilização de 5% de óleo como fonte lipídica, ao invés de sementes de oleaginosas, aumenta o teor de ácido linoleico conjugado (CLA) no leite, pois o uso desse suplemento propicia o ataque dos microrganismos sobre esta fonte de energia mais efetivamente, favorecendo o processo

de biohidrogenação; nas sementes a fonte de lipídeo está protegida por uma matriz proteica que impede tal processo, reduzindo a formação dos principais precursores do CLA.

O uso de óleo de linhaça como fonte de suplementação lipídica para ovelhas leiteiras da raça Bergamácia foi avaliado por Oliveira (2012). A inclusão de 3% de óleo de linhaça à dieta reduziu os teores de ácidos graxos saturados, aumentou os poli-insaturados e o conteúdo de CLA do leite.

Gómez-Cortés et al. (2009) ao estudarem o efeito da inclusão de 6 e 12% de linhaça extrusada na dieta de ovelhas leiteiras da raça Manchega, concluíram que a suplementação aumentou os níveis dos ácidos graxos α -linolênico (C18:3 n-3), vacênico (*trans*-11 C18:1) e rumênico (*cis*-9 *trans*-11 C18:2), além da diminuição de 15 a 30% dos teores dos ácidos graxos saturados C12:0, C14:0 e C16:0 no leite.

O efeito do fornecimento de linhaça extrusada, sobre a composição centesimal do queijo Pecorino com 60 dias de maturação foi avaliado por Mughetti et al. (2012) que encontraram valores médios de 35,11 e 38,51% de umidade; 24,78 e 22,82% de proteína; 31,10 e 28,65% de gordura; e 6,99 e 6,77% de cinzas, para os queijos elaborados a partir do leite de ovelhas que receberam concentrado contendo 200g/kg de linhaça extrusada e a dieta controle, respectivamente, evidenciando o efeito da alimentação animal sobre a composição do queijo.

2.5. Ácidos graxos poli-insaturados (PUFAs)

A produção de alimentos que apresentem características benéficas à saúde humana tem despertado grande interesse na população contemporânea, impondo aceleradas mudanças ao perfil produtivo de diferentes atividades agropecuárias.

Em relação aos produtos animais e seus derivados, sobretudo os provenientes de ruminantes, estas exigências tem sido atendidas pelo aumento da concentração dos PUFAs, principalmente os ácidos graxos da família ômega-3, como o α -linolênico, EPA e DHA, além do ácido linoleico conjugado (CLA), em função de seus potenciais efeitos anticarcinogênico, preventivo de doenças cardiovasculares e modulador do sistema imunológico (PARODI, 1999).

Desta forma, diferentes alternativas são constantemente testadas com o intuito de elevar a concentração destes ácidos graxos poli-insaturados nos produtos de origem

animal, especialmente, no leite e seus derivados, sendo possível aumentar os teores dos ácidos graxos da família ômega-3 e do CLA no leite, por meio da manipulação da dieta.

Diante disto, numerosos estudos têm sido realizados, utilizando interferências na dieta dos animais para modificar a composição dos ácidos graxos do leite, visando à redução das concentrações de ácidos graxos saturados e aumento dos ácidos graxos poli-insaturados (GÓMEZ-CORTÉS et al., 2009).

O CLA consiste em um conjunto de oito isômeros posicionais e geométricos do ácido linoleico (C18:2), com duplas ligações conjugadas (KELLY et al., 1998), produzidos durante a fermentação ruminal como um primeiro intermediário da biohidrogenação do ácido linoleico pela enzima *ácido linoleico isomerase*, proveniente da bactéria anaeróbica ruminal *Butyrivibrio fibrosolvens*, que isomeriza o ácido linoleico preferencialmente para as formas *cis-9* e *trans-11*, configurações biologicamente ativas do CLA (PARODI, 1997; HARVATINE et al., 2009), e que têm como característica comum a ausência de um radical metil entre as duas duplas ligações da cadeia hidrocarbonada (HASTENPFLUG & WOMMER, 2012).

Diversos isômeros, com diferentes posições e configurações das duplas ligações, têm sido identificados (LUNA et al., 2005). Dentre eles, o isômero C18:2 *cis-9 trans-11* predomina na gordura dos ruminantes (BAUMAN & GRIINARI, 2001) e tem sido relacionado a um potencial efeito anticarcinogênico (PARODI, 1999). O isômero C18:2 *trans-10 cis-12*, por sua vez, possui efeito sobre o metabolismo dos lipídeos, resultando em redução da deposição de gordura no leite (BAUMGARD et al., 2000).

O CLA pode ser formado, ainda, de forma endógena pela dessaturação do ácido vacênico (C18:1 *trans-11*) mediada pela enzima *estearoil-CoA dessaturase* ou Δ -9 *dessaturase*, presente na glândula mamária e tecido adiposo (CORL et al., 2001), sendo esta a principal rota de formação do CLA excretado no leite (GRIINARI et al., 2000).

A concentração total de CLA no leite ovino varia geralmente entre 0,6 a 1,0g/100g do total de ácidos graxos, com cerca de 80% representada pelo isômero C18:2,*cis-9,trans-11* (LUNA et al., 2005). Essa concentração, contudo, pode ser elevada para valores próximos a 3,5g/100g, sobretudo pela inclusão de óleo na dieta dos animais (GÓMEZ-CORTÉS et al., 2008).

De acordo com a Organização Mundial de Saúde (OMS), a faixa de distribuição aceitável para ingestão total de PUFA's (ômega-3 e ômega-6) pode variar entre 6 a 11% do valor energético total (VET) da dieta. Os níveis mínimos de ingestão de ácidos

graxos essenciais, visando à prevenção de deficiências, são estimados com grau convincente em 2,5% do VET para o ácido linoleico e 0,5% do VET para ácido o α -linonênico; sendo que a ingestão adequada de ácidos graxos ômega-3, segundo as recomendações nutricionais do *Institute of Medicine*, são de 1.100 e 1.600mg/dia para adultos do sexo feminino e masculino, respectivamente.

Portanto, promover a produção de leite e derivados lácteos enriquecidos em ácidos graxos específicos, como os da família ômega-3, é de grande interesse devido seus comprovados papéis na prevenção de problemas concernentes à saúde humana.

A pesquisa resultou em dois artigos, que serão submetidos às seguintes revistas: Capítulo II para Small Ruminant Research e Capítulo III para Journal of Food Science and Technology.

No Capítulo II é apresentado o trabalho intitulado “Produção, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo e farelo de linhaça”. O objetivo do trabalho foi avaliar o fornecimento do óleo ou farelo de linhaça na alimentação de ovelhas da raça Bergamácia em lactação sobre a produção, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do leite.

No Capítulo III é apresentado o trabalho intitulado “Parâmetros físico-químicos, perfil de ácidos graxos e aceitação do queijo curado elaborado com leite de ovelhas suplementadas com óleo ou farelo de linhaça”. O objetivo do trabalho foi determinar as características do queijo curado elaborado a partir do leite de ovelhas suplementadas com óleo ou farelo de linhaça e avaliar sua aceitação pelos consumidores.

Referências Bibliográficas

- ASSENAT, L. Leche de oveja: composición y propiedades. In: LUQUET, F. M.; KEILLING, J.; WILDER, R. **Leche y productos lácteos: vaca – oveja – cabra**. Zaragoza: Editorial Acribia, 1991. v. 1, p. 277-313.
- BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, Amsterdam, v. 70, n. 1, p. 15-29, 2001.
- BAUMGARD, L. H. et al. Identification of the conjugated linoleic acid isomer that inhibits milk fat synthesis. **American Journal of Physiology Regulatory, Integrative and Comparative Physiology**, Bethesda, v. 278, n. 1, p. 179-184, 2000.
- BENCINI, R.; PULINA, G. The quality of sheep milk: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, Melbourne, v. 37, n. 5, p. 485-504, 1997.
- BENCINI, R. Factors affecting the quality of ewe's milk. In: GREAT LAKES DAIRY SHEEP SYMPOSIUM, 7, 2001, Eau Claire. **Proceedings...** Eau Claire: Wisconsin Sheep Breeders Cooperative, 2001. Disponível em: <<http://babcock.wisc.edu/sites/default/files/sheepgoat/sgQuality.pdf>>. Acesso em: 10 dez. 2012.
- BERGER, Y. M. Sheep's milk and its uses. Madison: Cooperative Extension Publishing, 2005. Disponível em: <<http://www.sheepmilk.biz/sheepmilk.html>>. Acesso em: 10 dez. 2012.
- BRANCIARI, R. et al. Consumer acceptability of ovine cheese from ewes fed extruded linseed-enriched diets. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 106, p. 43-48, 2012. Suplemento.
- BRITO, M. A. et al. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 3, n. 36, p. 942-948, 2006.
- CALDERELLI, V. A. S.; BENASSI, M. T.; MATIOLI, G. Substituição da gordura hidrogenada por óleo de soja na elaboração de pães de linhaça e avaliação da aceitabilidade. **Ciência Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 3, n. 28, p. 668-674, 2008.
- CAMPOS, L. Aspectos benéficos do leite de ovelha e seus derivados. Bento Gonçalves, 2011. Disponível em: <http://www.casadaovelha.com.br/files/pesquisa_tecno_cientifica.pdf>. Acesso em: 3 dez. 2012.
- CAVALLI, S. V. et al. Hydrolysis of caprine and ovine Milk proteins, brought about by aspartic peptidases from *Silybum marianum* flowers. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 106, p. 997-1003, 2008.

CORL, B. A. et al. The role of Δ -9-desaturase in the production of cis-9, trans-11 CLA. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, Stneham, v. 12, n. 11, p. 622-630, 2001.

EMEDIATO, R. M. S. et al. Queijo prato de leite de ovelhas alimentadas com dieta contendo gordura protegida. **Veterinária e Zootecnia**, v. 1, n. 16, p. 228-238, 2009.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 2011. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org.com>>. Acesso em: 31 jan. 2014.

GAJO, A. A. et al. Estudo sensorial de queijo similar ao minas padrão com leite de ovelha utilizando agente coagulante e coalho. **Revista do Instituto de Laticínios “Cândido Tostes”**, Juiz de Fora, v. 67, n. 384, p. 61-65, 2012.

GÓMEZ-CORTÉS, P. et al. Milk production, conjugated linoleic acid content, and in vitro ruminal fermentation in response to high levels of soybean oil in dairy ewe diet. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n. 4, p. 1560-1569, 2008.

GÓMEZ-CORTÉS, 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**, Champaign, v. 92, n. 9, p. 4122-4134, 2009.

GRIINARI, J. M. et al. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ 9-desaturase. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 130, n. 9, p. 2285-2291, 2000.

HAENLEIN, G. F. W. Past, present and future perspectives on small ruminant dairy research. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 84, n. 9, p. 2097-2115, 2001.

HAENLEIN, G. F. W. About the evolution of goat and sheep milk production. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, n. 1-2, p. 3-6, 2007.

HARVATINE, K. J.; BOISCLAIR, Y. R.; BAUMAN, D. E. Recent advances in the regulation of milk fat synthesis. **Animal**, Cambridge, v. 3, p. 40-54, 2009.

HASTENPFLUG, M.; WOMMER, T. P. Ácido linoleico conjugado no leite e carne de ovinos: uma breve revisão. **Revista Agrogeoambiental**, Inconfidentes, v. 4, n. 3, p. 1-6, 2012.

HILALI, M; EL-MAYDA, E; RISCHKOWSKY, B. Characteristics and utilization of sheep and goat milk in the Middle East. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, n. 101, p. 92-101, 2011.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Pesquisa Pecuária Municipal. **Produção da Pecuária Municipal**, Rio de Janeiro, v. 40, p. 1-71, 2012.

INSTITUTE OF MEDICINE (IOM). Dietary fats: total fat and fatty acids. In: Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington, DC: National Academy Press; 2002. p. 422-541.

KELLY, M. L. et al. Dietary fatty acid sources affect conjugated linoleic acid concentrations in milk from lactating dairy cows. **The Journal of Nutrition**, Philadelphia, v. 128, p. 881-885, 1998.

KREMER, R. et al. Machine milk yield and composition of non-dairy Corriedale sheep in Uruguai. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 19, n. 1, p. 9-14, 1996.

LUNA, P. et al. Conjugated linoleic acid in ewe milk fat. **Journal of Dairy Research**, Cambridge, v. 72, n. 4, p. 415-424, 2005.

MAIA, F. J. et al. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos do leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 35, n. 4, p. 1504-1513, 2006.

MARNET, P. G.; NEGRÃO, J. A. The effect of a mixed-management system on the release of oxytocin, prolactin, and cortisol in ewe during suckling and machine milking. **Reproduction Nutrition Development**, v. 40, p. 271-281, 2000.

MAYER, H. K.; FIECHTER, G. Physical and chemical characteristics of sheep and goat milk in Austria, **International Dairy Journal**, Barking, v. 24, n. 2, p. 57-63, 2011.

MORA-GUTIERREZ, A.; Jr FARREL, H. M.; ATTAIE, R., et al. Effects of bovine and caprine Monterey Jack cheeses fortified with milk calcium on bone mineralization in rats. **International Dairy Journal**, Barking, v. 17, p. 255-267, 2007.

MUGHETTI, L. et al. Integration of extruded linseed into dairy sheep diets: Effects on milk composition and quality and sensorial properties of Pecorino cheese. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, n. 178, p. 27-39, 2012.

NARDES, R. E. F. **Caracterização de queijo Zamorano Dop sob condições de maturação acelerada por modificações na temperatura**. 2002. 230 f. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Faculdade de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2002.

NESPOLO, C. R.; TAFFAREL, J. A. S.; BRANDELLI, A. Parâmetros microbiológicos e físico-químicos durante a produção e maturação do queijo Fascal. **Acta Scientiae Veterinariae**, Porto Alegre, v. 37, n. 4, p. 323-328, 2009.

NUDDA, A. et al. The yield and composition of milk in Sarda, Awassi, and Merino sheep milked unilaterally at different frequencies. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 85, n. 11, p. 2879-2884, 2002.

OCHOA-CORDERO, M. A. et al. Milk yield and composition of Rambouillet ewes under intensive management. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 43, n. 3, p. 269-274, 2002.

OLIVEIRA, A. A. **Produção e composição do leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo de linhaça (*Linum usitatissimum* L.)**. 2012. 95 f.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2012.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. **Nutrição de Ruminantes**, Jaboticabal, v. 1, n. 10, p. 287-310, 2006.

PARK, Y. W. et al. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, n. 1-2, p. 88-113, 2007.

PARODI, P.W. Cows' milk fat components as potential anticarcinogenic agent. **The Journal of Nutrition**, Bethesda, v. 127, p. 1055-1060, 1997.

PARODI, P. W. Conjugated linoleic acid and other anticarcinogenic agents of bovine milk fat. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 82, n. 6, p. 1339-1349, 1999.

PEETERS, R. et al. Milk yield and milk composition of Flemish milk sheep, Suffolk and Texel ewes and their crossbreds. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 7, n. 4, p. 279-288, 1992.

PELLEGRINI, L. G. **Caracterização do leite ovino em função do período de lactação**. 2012. 60 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia dos Alimentos)-Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2012.

PELLEGRINI, L. G. et al. Características físico-químicas de leite bovino, caprino e ovino. **Anais: XV Simpósio Paranaense de Ovinocultura...** In: Synergismus scyentifica. Pato Branco, 07(1). 2012a.

PELLEGRINI, L.G. et al. Caracterização físico-química dos queijos Pecorino frescal, Labneh e Feta produzidos com leite ovino. **Anais: XV Simpósio Paranaense de Ovinocultura...** In: Synergismus scyentifica. Pato Branco, 07(1). 2012b.

PENNA, C. F. A. M. **Produção e parâmetros de qualidade de leite e queijos de ovelhas Lacaune, Santa Inês e suas mestiças submetidas a dietas elaboradas com soja ou linhaça**. 2011. 155 f. Tese (Doutorado em Produção Animal)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PERES, J. R. O leite como ferramenta do monitoramento nutricional. In: GONZÁLEZ, F. H. D.; DÜRR, J. W.; FONTANELI, R. S. (Ed.). **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: UFRGS, 2001. p. 29-43.

RAYNAL-LJUTOVAC, K. et al. Composition of goat and sheep milk products: an update. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 79, n. 1, p. 57-72, 2008.

ROHENKOHI, J. E. et al. O agronegócio de leite de ovinos e caprinos. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 39, n. 2, p. 97-114, 2011.

SAAD, S. M. I. Probióticos e prebióticos: o estado da arte. 2006. 16f. – **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, Departamento de Tecnologia Bioquímico-Farmacêutica, Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, 2006.

SANZ SAMPELAYO, M. R. et al. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 68, n. 1, p. 42-63, 2007.

SCHOLZ, W. **Elaboración de quesos de oveja y de cabra**. Zaragoza: Acribia, 1997. 145 p.

SEVI, A.; ALBENZIO, M.; MARINO, R. et al. Effects of lambing season and stage of lactation on ewe milk quality. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 51, n. 3, p. 251-259, 2004.

SILVA, M. G. C. M. **Produção de caprinos**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2003. 56 p.

SOUZA, A. C. K. O. et al. Produção, composição química e características físicas do leite de ovinos da Raça Corriedale. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 11, n. 1, p. 73-77, 2005.

STRADIOTTO, M. M. **Efeito da gordura protegida sobre a composição do leite anestro pós-parto, resposta as infecções parasitárias e desempenho de cordeiros, em ovelhas da raça Bergamácia**. 2007. 90 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

STUBBS, A.; ABUD, G.; BENCINI, R. **Dairy sheep manual: farm management guidelines**. Kingston: RIRDC, 2009. 69 p.

TRUCOM, C. **A importância da linhagem na saúde**. São Paulo: Alaúde, 2001. p. 63-86.

WENDORFF, B. Milk composition and cheese yield. In: **Great lakes dairy sheep symposium**, 2002, Ithaca. Proc ... Ithaca: Cornell University, 2002. p. 104-117.

WORLD HEALTH ORGANIZATION. Interim summary of conclusions and dietary recommendations on total fat & fatty acids. In: Joint FAO/WHO expert consultation on fats and fatty acids in human nutrition. Geneva, p. 1-15, 2008.

ZAMIRI, M. J.; QOTBI, A.; IZADIFARD, J. Effect of daily oxytocin injection on milk yield and lactation length in sheep. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, v. 40, n. 2, p. 179-185, 2001.

ZHANG, R. H.; MUSTAFA, A. F.; ZHAO, X. Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield and on fatty acid composition of milk and cheese. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, n. 127, p. 220-233, 2006a.

CAPÍTULO II
PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS
DO LEITE DE OVELHAS DA RAÇA BERGAMÁCIA SUPLEMENTADAS
COM ÓLEO E FARELO DE LINHAÇA

Produção, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas da raça Bergamácia suplementadas com óleo e farelo de linhaça

Resumo: Avaliaram-se os efeitos da adição de óleo ou farelo de linhaça na dieta de ovelhas em lactação, sobre a produção, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do leite, especialmente sobre o conteúdo de ácido rumênico (CLA) e ômega 3. Foram utilizadas 70 ovelhas distribuídas, 15 dias antes do parto, homogeneamente por idade, ordem de parição, peso e escore de condição corporal em três tratamentos: Controle (CT) – concentrado sem adição de óleo ou farelo de linhaça; Óleo de linhaça (OL) – concentrado com adição de 3% de OL (%MS) e Farelo de linhaça (FL) – concentrado com adição de 15% de FL (%MS). As ovelhas foram confinadas em baias coletivas e consumiram dieta composta por 60% de silagem de milho e 40% de concentrado. Realizou-se a ordenha uma vez ao dia, no período da manhã, com a produção de leite mensurada diariamente. Para análise do perfil de ácidos graxos as amostras de leite foram colhidas a cada 14 dias, a partir do quinto dia de lactação e para composição centesimal a partir do primeiro dia de ordenha. A suplementação lipídica não influenciou a produção e a composição centesimal do leite. Os maiores teores de CLA e do ácido graxo α -linolênico foram observados no leite das ovelhas que consumiram óleo de linhaça, assim como os menores teores de ácidos graxos saturados. Os teores mais elevados de ômega 3 (EPA e DHA) foram obtidos no leite das ovelhas que consumiram farelo de linhaça. Os resultados deste estudo sugerem que a suplementação lipídica com linhaça para ovelhas em lactação melhora a qualidade nutricional do leite, principalmente com a utilização do óleo de linhaça.

Palavras-chave: ácido linoleico conjugado, suplementação lipídica, ômega-3, ovinos.

Production, proximate composition and fatty acid profile of milk Bergamasca ewes supplemented with flaxseed oil and meal

Abstract: The objective in this trial was to determine the effects of feeding diets with linseed oil (OL) or flaxseed meal (FM) on milk production, its components and milk fatty acid profile, especially over the content of rumenic acid (CLA) and Omega 3. Seventy ewes were distributed in three groups: Control (C) - no lipids, Linseed (L) – with addition of 3% of OL (DM basis) and Flaxseed (F) – with addition of 15% of FM (DM basis). Ewe remained confined in collective pens and received diet containing 60% corn silage and 40% concentrate. They are mechanically milked once a day and had their productions controlled. Milk samples for analysis of fatty acid profiles were collected every 14 days from the fifth day of lactation and proximate composition from the first day of milking. The production and proximate composition of milk were not affected by treatments. The highest levels of CLA and α -linolenic fatty acid were observed in the milk of sheep that consumed flaxseed oil, like the lower levels of saturated fatty acids. The highest levels of Omega 3 (EPA and DHA) were obtained from the milk of sheep that consumed flaxseed meal. The results of this study suggest that lipid supplementation with flaxseed to lactating ewes improves the nutritional quality of milk, especially with the use of flaxseed oil.

Keywords: conjugated linoleic acid, fat supplements, ewe, omega-3.

1. Introdução

A proporção de 60% de ácidos graxos saturados presentes na gordura do leite de ovelha tem sido considerada indesejável, do ponto de vista nutricional, para saúde humana, devido seu provável papel no desenvolvimento de doenças cardiovasculares e aumento do colesterol sérico (GÓMEZ-CORTÉS et al., 2009).

Desta forma, é interessante modificar o perfil de ácidos graxos da gordura do leite, tornando-o mais saudável. Uma estratégia seria a redução dos ácidos graxos saturados de cadeia média: láurico (C12:0), mirístico (C14:0) e palmítico (C16:0), relacionados com efeitos hipercolesterolêmicos, e o aumento do teor dos ácidos graxos monoinsaturados e poli-insaturados como o α -linolênico (C18:3 ω 6) e o linoleico conjugado (CLA), benéficos a saúde humana (BHAT & BHAT, 2011).

A literatura relata o uso de óleo ou sementes de linhaça na dieta de ovelhas leiteiras (LUNA et al., 2008; GÓMEZ-CORTÉS et al., 2009; MUGHETTI et al., 2012), capazes de modificar a composição de ácidos graxos do leite e do queijo, por meio da redução dos ácidos graxos saturados, juntamente com aumento no teor dos ácidos graxos mono e poli-insaturados.

No entanto, alterações na composição dos ácidos graxos do leite podem ter efeito sobre as propriedades físicas e de processamento do leite e produtos lácteos, pois a adição de ácidos graxos poli-insaturados na alimentação de ruminantes altera a fermentação ruminal, conduzindo a uma bio-hidrogenação incompleta e a produção dos ácidos graxos C18:1 *trans*-11 e CLA *trans*-10, *cis*-12 inibe a síntese *de novo* de ácidos graxos do leite (BAUMAN & GRIINARI, 2001), reduzindo o teor de gordura do leite de vacas suplementadas com lipídios (PETERSON et al., 2003; LOOR et al., 2005).

Este efeito, porém, não é frequente em ovinos, pois espécies de ruminantes respondem de maneiras diferentes à suplementação lipídica e a glândula mamária dos pequenos ruminantes pode ser menos sensível ao efeito negativo do CLA *trans*-10, *cis*-12 na síntese de gordura do leite (PULINA et al., 2006; REYNOLDS et al., 2006).

Deste modo, objetivou-se avaliar o efeito de fontes de lipídios adicionados à dieta de ovelhas Bergamácia em lactação sobre a produção, composição centesimal e perfil de ácidos graxos da gordura do leite, especialmente sobre o aumento do ácido rumênico (CLA) e dos ácidos graxos ômega-3.

2. Material e Métodos

O projeto foi aprovado pela Comissão de Ética e Experimentação Animal, sob protocolo nº 25/2013 – CEUA da FMVZ – UNESP, Botucatu/SP.

2.1. Animais, instalações e tratamentos

O experimento foi conduzido na Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Campus de Botucatu/SP, no período de agosto a novembro de 2013, nas instalações da Unidade de Pesquisa em Produção de Leite Ovino.

Utilizaram-se 70 ovelhas da raça Bergamácia distribuídas, 15 dias antes do parto, homogeneamente por idade, ordem de parição, peso e escore de condição corporal em três tratamentos: Controle (CT, n=24), Óleo de Linhaça (OL, n=22) e Farelo de Linhaça (FL, n=24).

Durante a gestação, os animais foram mantidos em pastagem de *Panicum maximum* cv. Tanzânia, sendo confinados, 15 dias antes do parto, em baias coletivas de 50 m², que dispunham de comedouro e bebedouro com água potável à vontade. Após o desmame dos cordeiros aos 30 dias de idade, as ovelhas permaneceram em baias coletivas de 25m².

Os tratamentos foram constituídos por três dietas: Controle (CT) = sem adição de óleo ou farelo de linhaça; Óleo de linhaça (OL) = com adição de 30,5 g/kg MS de OL e Farelo de linhaça (FL) = com adição de 152 g/kg MS de FL. As dietas foram formuladas para atender as recomendações do NRC (2007) quanto às exigências de manutenção de uma ovelha adulta, com peso médio de 70 kg e produção de leite de 1,56 litros/dia; com 6,5% de gordura e 5,8% de proteína e calculadas por meio do programa Small Ruminant Nutrition System para fornecer as mesmas quantidades de energia metabolizável (EM), proteína metabolizável (PM) e cálcio (Tabela 1). A alimentação foi fornecida em cochos coletivos, uma vez ao dia, logo após a ordenha, pelo sistema de mistura total, composta por 60% de silagem de milho (*Zea mays*) e 40% de concentrado.

O período de adaptação iniciou-se 15 dias antes do parto quando os animais passaram a consumir cerca de 70% da quantidade diária das dietas experimentais estimada para o período inicial da lactação, o suficiente para atender as exigências nutricionais de ovelhas na fase final de gestação (NRC, 2007). Após o parto, a oferta de

alimento foi calculada em função do peso vivo da ovelha no quarto dia de lactação, com consumo médio da dieta apresentado na Tabela 2.

Tabela 1. Ingredientes, nutrientes das dietas experimentais e perfil de ácidos graxos das dietas e dos ingredientes farelo e óleo de linhaça

	Tratamentos			Farelo de Linhaça	Óleo de Linhaça
	CT ¹	OL ²	FL ³		
Ingredientes (g/kg de MS)					
Silagem de milho	599,8	600,0	598,0		
Milho grão moído	212,0	-	151,1		
Farelo de soja	165,1	184,7	76,9		
Farelo de linhaça	-	-	152,0		
Casca de soja peletizada	-	161,7	-		
Óleo de linhaça	-	30,5	-		
Calcário calcítico	11,0	11,0	9,9		
Sal Mineral ⁴	12,1	12,1	12,1		
Nutrientes (g/kg de MS)					
Matéria Seca	527,0	504,1	544,3	913,8	
Extrato Etéreo	42,8	68,5	49,5	79,8	
NDT ⁵	812,7	837,1	813,0	760,3	
FDN _{ef} ⁶	261,8	241,1	220,3	141,0	
Proteína Metabolizável	108,3	110,0	113,1	159,1	
Energia Metabolizável (Mcal/kg)	2,94	3,03	2,94	2,63	
Cálcio	8,3	8,3	8,2		
Fósforo	4,4	3,9	4,9		
Ácidos Graxos (%)					
C 16:0 (Palmítico)	17,39	13,01	17,10	10,67	6,37
C 18:0 (Esteárico)	2,58	4,00	3,19	4,19	5,09
C 18:1 c9 (Oleico)	24,78	21,62	23,99	20,69	17,63
C 18:2 c9c12 (Linoleico)	45,54	35,36	37,67	17,62	12,88
C 18:3n-3 (α-linolênico)	3,37	20,97	12,34	42,11	54,03
C 18:3n-6 (γ-linolênico)	0,17	0,22	0,20	0,102	0,081
Outros	5,61	4,32	5,07	4,02	3,39

¹ Controle = concentrado sem adição de óleo ou farelo de linhaça.

² Óleo de linhaça = concentrado com adição de 30,5 g de óleo de linhaça /kg de MS.

³ Farelo de linhaça = concentrado com adição de 152 g de farelo de linhaça /kg de MS.

⁴ Composição do Sal Mineral (kg do produto) 180g Ca, 90g P, 10g Mg, 13g S, 93g Na, 145g Cl, 17mg Se, 1000mg Cu, 826mg Fe, 4000mg Zn, 1500mg Mn, 150mg I, 80mg Co, 900mg Fl.

⁵ NDT = Nutrientes Digestíveis Totais.

⁶ FDN_{ef} = Fibra em Detergente Neutro efetiva.

Tabela 2. Consumo médio de concentrado, silagem de milho e valores nutricionais estimados das dietas para ovelhas em lactação

Consumo	% MS		
	CT	OL	FL
Concentrado (g/dia)	732	679	786
Silagem de milho (g/dia)	1115	1017	1183
Matéria Seca (g/dia)	1851	1696	1785
Proteína Metabolizável (g/dia)	210	193	210
Energia Metabolizável (Mcal/dia)	5,22	4,84	4,94
Cálcio (g/dia)	15	14	15
Fósforo (g/dia)	8	7	9
Extrato Etéreo (g/dia)	76	117	82

2.2. Produção de leite

A produção de leite foi mensurada a partir do 31º dia de lactação, um dia após o desmame, por meio de uma ordenha diária, a partir das 6h30, durante 63 dias. As ovelhas foram ordenhadas mecanicamente (Ordenhadeira Westfalia Tipo RO), com taxa de pulsação de 120/min. e nível de vácuo de 36 KPa, em plataforma para 10 animais. O controle leiteiro foi diário, porém utilizou-se a média semanal para a análise dos dados de produção. A produção de leite foi calculada por nove semanas e a fim de não haver interferência na produção, as ovelhas de parto gemelar tiveram o filhote mais leve retirado após 48 horas de vida.

2.3. Análises químicas

Durante o período experimental, amostras da dieta ofertada foram colhidas e congeladas a -20°C, para posterior análise da composição bromatológica no laboratório de Bromatologia do Departamento de Melhoramento e Nutrição Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia (FMVZ) da Universidade Estadual Paulista (UNESP), campus de Botucatu.

As amostras foram secas em estufas com ventilação forçada, à temperatura de 55°C, por 72 horas, e moídas em moinhos tipo Wiley, em peneira com crivos de 1 mm e analisadas quanto aos teores de matéria seca, proteína bruta, extrato etéreo, cinzas, fibra em detergente ácido e lignina (H₂SO₄ 72% p/p), segundo técnicas descritas pelo AOAC (2005). A determinação dos teores de fibra em detergente neutro e as correções para os teores de cinzas e proteína foram conduzidas conforme recomendações de Mertens (2002).

O valor de energia dos alimentos foi estimado segundo Weiss (1999), utilizando-se a equação:

$$\text{NDT} = 0,98 \times (100 - \text{FDNcp} - \text{PB} - \text{Cinzas} - \text{EE} - 1) + 0,93 \times \text{PB} + 2,25 \times \text{EE} + 0,75 \times (\text{FDNcp} - \text{lignina}) \times [1 - (\text{lignina} / \text{FDNcp})0,667] - 7, \text{ em que:}$$

FDNcp = fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; PB = proteína bruta; EE = extrato etéreo.

Para a determinação das análises de composição centesimal e perfil de ácidos graxos as amostras de leite foram colhidas de 11 ovelhas de cada tratamento.

As amostras de leite, referentes à composição centesimal, foram colhidas quinzenalmente, a partir do 31º dia da lactação, acondicionadas em recipientes com conservante 2-bromo-2nitropropano-1-3-diol, e encaminhadas ao Centro de tecnologia para o gerenciamento da pecuária de leite - Clínica do leite – ESALQ/USP, Piracicaba/SP, onde foram analisadas quanto aos teores de proteína, gordura, lactose e sólidos totais, utilizando o equipamento de absorção infravermelha Bentley 2000™ (BENTLEY INSTRUMENTS, Chasca, MI, EUA).

Para avaliação do perfil de ácidos graxos, as amostras de leite foram colhidas a partir do 5º dia da lactação com intervalo entre as colheitas de 14 dias, conservadas a temperatura de -20°C e ao término do experimento foram encaminhadas para o laboratório de Nutrição e Crescimento Animal, Esalq – USP, Piracicaba/SP. No momento da análise, as amostras foram descongeladas e centrifugadas a 9.000 x g por 30 minutos, para separação da gordura. A extração dos lipídios foi feita por meio da mistura de solvente orgânico hexano:isopropanol (3:2), conforme metodologia descrita por Hara e Radim (1978), e a fração lipídica foi esterificada com solução básica de metóxido de sódio, segundo Christie (1982).

As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás (Focus CG-Finnigan), com detector de ionização de chama e coluna capilar (CP-Sil88 Varian 100m x 0,25µm; 0,20µm de espessura do filme). Utilizou-se o hidrogênio como gás de arraste (vazão de 1,8mL min⁻¹). O programa de temperatura do forno iniciou-se com 70°C por 4 min, 175°C (13°C/min) por 27 min, 215°C (4°C/min) por 9 min., aumentando 7°C/min. até atingir 230°C por 5 min., totalizando 65 min. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector de 300°C.

Injetou-se uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado no cromatógrafo e os cromatogramas foram registrados pelo software – Chromquest 4.1 (Thermo Electron,

Italy). Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga e os resultados foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e expressos em percentual de área (%).

Foi calculado o índice de aterogenicidade, como descrito por Chilliard et al. (2003): $(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0) / (\Sigma \text{ ácidos graxos insaturados})$.

2.4. Análise estatística

O experimento foi conduzido no delineamento inteiramente casualizado e as características: produção, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do leite foram analisadas como parcelas subdivididas no tempo, tendo como parcela principal os tratamentos (controle, óleo de linhaça e farelo de linhaça) e como subparcela os períodos de controles, sendo nove para a produção, quatro para composição centesimal e sete para o perfil de ácidos graxos do leite. Quando significativas, as médias de tratamento foram comparadas pelo teste de Tukey. Os efeitos de período de controle, para produção, composição centesimal e perfil de ácidos graxos do leite, quando significativos, foram estudados por meio de regressão polinomial, sendo testados os modelos linear e quadrático. Para todas as variáveis e testes foi adotado o nível de significância de 5%.

As análises dos dados foram processadas por meio do programa SAEG (UFV, 2000).

3. Resultados e Discussão

3.1. Produção e composição centesimal do leite

A produção de leite e os teores de gordura, proteína, lactose e sólidos totais não foram influenciados pelos tratamentos (Tabela 3), apenas pelo estágio da lactação (Figuras 1 e 2).

Tabela 3. Produção e composição do leite de ovelhas Bergamácia suplementadas com concentrado controle (CT), óleo de linhaça (OL) e farelo de linhaça (FL)

	Tratamentos			Média	CV ¹	Efeito ²		
	CT	OL	FL			Trat	Lac	T*L
Produção (g/dia)								
Leite	793	790	807	797	17,09	ns	*	ns
Teor (%)								
Gordura	3,55	3,64	3,81	3,66	26,99	ns	*	*
Proteína	5,33	5,13	5,04	5,17	7,11	ns	*	ns
Lactose	4,76	4,82	4,74	4,77	6,89	ns	*	ns
Sólidos Totais	14,36	14,32	14,31	14,33	7,35	ns	*	ns

*P<0,05; ns = não significativo ¹Coeficiente de variação; ²Trat = efeito de tratamento; Lac = efeito do estágio da lactação; T*L = interação entre tratamento e estágio. ³ LCG = Leite corrigido para gordura; ⁴ LCGP = Leite corrigido para gordura e proteína.

Estes resultados estão de acordo com os relatados por Manso et al. (2011) e Gómez-Cortés et al. (2014) que não verificaram alterações na produção e composição do leite de ovelhas suplementadas, respectivamente, com 3% de óleo de linhaça e 9% de linhaça extrusada. A ausência de efeitos indica que a suplementação lipídica não afetou negativamente os processos ruminais, uma vez que a ingestão de dietas contendo altos teores de ácidos graxos poli-insaturados, como neste trabalho, pode reduzir o consumo e a digestibilidade da dieta, afetando principalmente a digestão dos carboidratos estruturais (MUGHETTI et al. 2012), além de ter efeito inibitório sobre a síntese *de novo* da glândula mamária, acarretando prejuízos à produção e ao teor de gordura do leite.

Em contraste com estes resultados, o uso de 12% de linhaça extrusada na dieta de ovelhas aumentou a produção de leite, sem alteração dos teores de gordura e proteína (GÓMEZ-CORTÉS et al., 2009). Zhang et al. (2006a) obtiveram com ovelhas alimentadas com 7% de sementes de linhaça, aumento da produção de leite e do rendimento em proteína, sem afetar a gordura; e em trabalho posterior, esses mesmos autores verificaram que o uso de 26% de linhaça na dieta de ovelhas aumentou a produção de leite e o teor de gordura, sem alterar a proteína (ZHANG et al., 2006b).

É possível que as disparidades observadas entre os estudos sejam causadas por diferenças no estágio de lactação, porcentagem de inclusão, tipo e composição das fontes de gordura, com graus de disponibilidade e degradabilidade no rúmen desiguais, causando impactos diferentes na fermentação microbiana, além da digestibilidade da fibra e proporção volumoso:concentrado utilizado nas dietas (LUNA et al., 2008; GÓMEZ-CORTES et al., 2009).

A variação de proteína, lactose e sólidos totais do leite, durante a lactação, é apresentada na Figura 1.

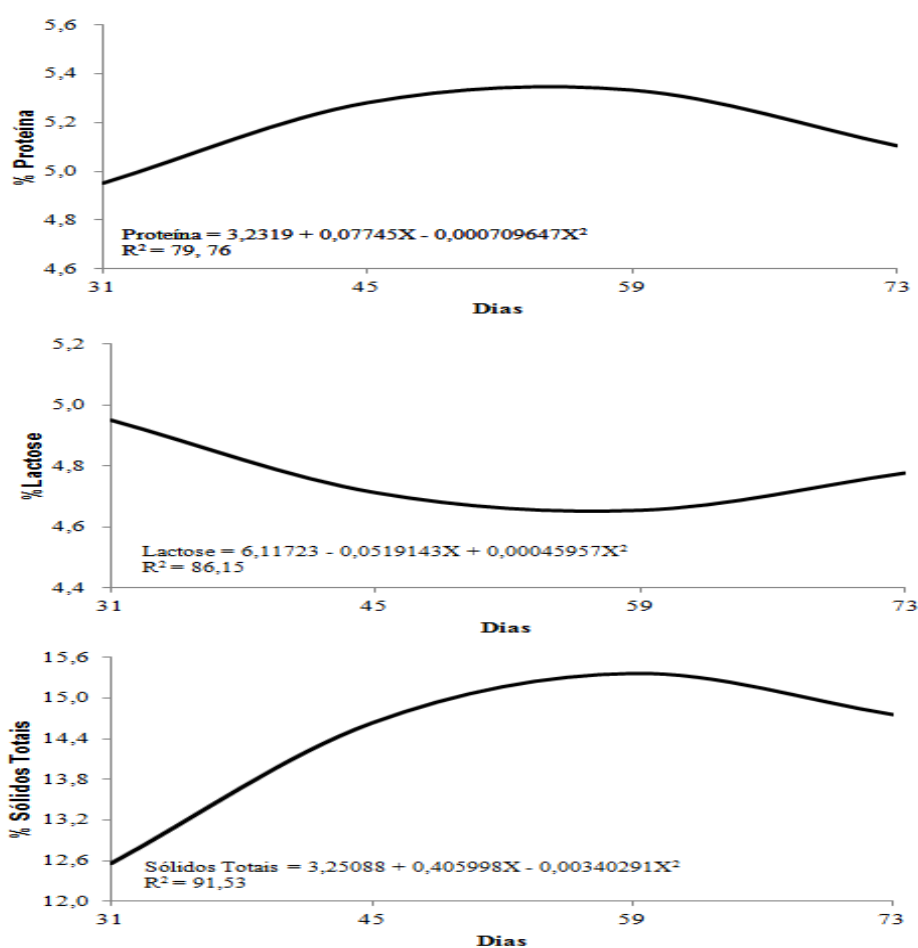


Figura 1. Porcentagem de proteína, lactose e sólidos totais em função do estágio de lactação

Observa-se que nos primeiros dias da lactação houve redução no teor de proteína, o que pode ser relacionado ao efeito de diluição deste componente devido a maior produção de leite neste período (PULINA et al., 2006). O menor teor de sólidos totais no início da lactação foi devido aos menores conteúdos de proteína e gordura do leite no mesmo período. Contudo, como relatado por Brito et al. (2006), as concentrações de proteína e sólidos totais aumentaram progressivamente ao longo da

lactação, com picos, respectivamente, nos dias 55 e 60 da lactação. O maior teor de lactose no início da lactação está associado à regulação da pressão osmótica exercida por este componente, relacionando-o com a produção de leite (BARROS, 2001), de forma que teores mais elevados de lactose determinam maior produção de leite, sendo mais elevada perto do pico de lactação e reduzindo gradativamente conforme há a diminuição da produção de leite, sendo que o menor teor foi observado no dia 56 da lactação.

O teor de gordura foi influenciado pela interação dos tratamentos com os dias de lactação (Tabela 1) e os picos da porcentagem de gordura ocorreram entre os dias 57 e 62 da lactação (Figura 2).

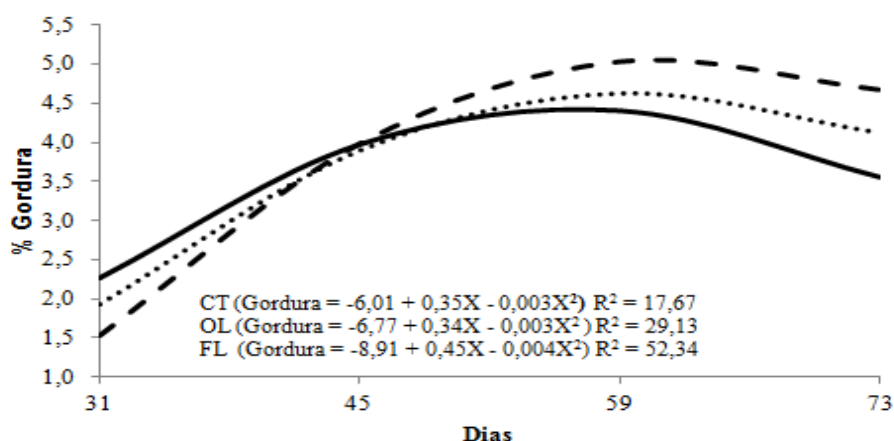


Figura 2. Porcentagem de gordura em função do estágio de lactação para os tratamentos experimentais CT (linha contínua), OL (linha pontilhada) e FL (linha tracejada)

A causa da baixa porcentagem de gordura observada em todos os tratamentos (Figura 2) no 31º dia de lactação, ocorrendo um dia após o desmame, ainda não está completamente elucidada pela literatura. Um dos fatores que podem ter contribuído para isto é o vínculo mãe-filho, pois este vínculo parece ser um forte regulador da secreção de ocitocina (MARNET & MCKUSICK, 2001), e seu efeito permanece até poucos dias após o desmame (MARNET & NEGRÃO, 2000). Outro fator que pode ter levado a redução da gordura, relaciona o ambiente de ordenha como agente estressor, havendo queda na liberação de ocitocina quando ovelhas são ordenhadas em sala de ordenha (MARNET & NEGRÃO, 2000). Como a distribuição da gordura do leite no úbere da ovelha é de apenas 25% na fração cisternal e 75% na fração alveolar, sendo esta fração obtida somente sob efeito da ocitocina, hormônio responsável pelo reflexo de ejeção do leite e importante para remoção da máxima quantidade de gordura (MCKUSICK et al.,

2002), estes dois fatores podem ter influenciado negativamente a ejeção do leite, pois a adrenalina bloqueia a ação da ocitocina sobre os alvéolos (BAROWICZ, 1979), ocorrendo inibição da ejeção do leite e retenção da gordura, pois o leite alveolar não foi obtido.

3.2. Perfil de ácidos graxos do leite

Foram identificados no total, 52 ácidos graxos: 24 saturados e 28 insaturados. A adição de lipídios na dieta alterou a maior parte dos ácidos graxos (AG) do leite, exceto os ácidos graxos láurico (C12:0), linoleico (18:2) e o total de poli-insaturados (PUFA).

A suplementação lipídica com óleo de linhaça reduziu em 14,1% ($P < 0,05$) a concentração total dos ácidos graxos de cadeia curta do leite (AGCC – C6:0 a C10:1) em comparação ao tratamento controle, o que não ocorreu ($P > 0,05$) com a suplementação com farelo de linhaça (Tabela 4).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas Bergamácia suplementadas com concentrado controle (CT), óleo de linhaça (OL) e farelo de linhaça (FL) (em % de ácidos graxos)

Ácido graxo (%)	Tratamento			Média	CV ¹	Efeitos ²		
	CT	OL	FL			Trat	Lac	T*L
C6:0 (Caproico)	2,38a	2,22b	2,47a	2,36	12,07	*	*	ns
C8:0 (Caprílico)	2,58a	2,29b	2,69a	2,52	16,46	*	*	ns
C10:0 (Cáprico)	9,61a	7,43b	9,17a	8,74	16,61	*	*	ns
C10:1 (Caproleico)	0,21a	0,13b	0,19a	0,18	23,56	*	*	ns
C12:0 (Láurico)	4,45	4,24	3,94	4,21	23,72	ns	*	ns
C12:1 (Lauroleico)	0,08a	0,04b	0,07a	0,07	34,29	*	*	ns
C14:0 (Mirístico)	12,96a	9,78b	11,74a	11,49	13,81	*	*	ns
C14:1 (Miristoleico)	0,26a	0,19b	0,24ab	0,23	26,03	*	*	ns
C16:1c9 (Palmitoleico)	0,58a	0,36b	0,45b	0,47	37,15	*	*	ns
C18:0 (Esteárico)	7,14c	11,41a	9,15b	9,23	22,57	*	*	ns
C18:2 c9,c12 (Linoleico)	2,46	2,15	2,03	2,22	38,88	ns	*	ns
C18:3ω6 (γ-linolênico)	0,11b	0,12ab	0,14a	0,12	37,70	*	*	ns
C22:6ω3 (DHA)	0,024b	0,031b	0,045a	0,033	30,60	*	*	ns
Cadeia Curta (C4:0 - C10:1)	17,12a	14,71b	17,08a	16,30	12,78	*	*	ns
Poli-insaturados (PUFA)	3,49	4,42	3,50	3,97	26,62	ns	ns	ns

Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma linha, diferem entre si ($P < 0,05$). ns = não significativo.

¹Coefficiente de variação; ²Trat = efeito de tratamento; Lac = efeito do estágio da lactação; T*L = interação entre tratamento e estágio.

A gordura do leite dos animais suplementados com óleo de linhaça apresentou menores conteúdos de ácidos graxos de cadeia média (AGCM – C12:0 a C16:1), porém essa redução foi mais acentuada com o consumo de óleo de linhaça, pois a suplementação com farelo de linhaça só teve efeito significativo sobre os ácidos graxos de cadeia média a partir do 19º dia da lactação (Tabela 5). Essa diferença deve-se ao fato do óleo de linhaça ter reduzido as concentrações de cinco ácidos graxos de cadeia

média (Tabela 4), enquanto o farelo de linhaça diminuiu apenas dois desses ácidos graxos (C16:0 e C16:1). Esses resultados são desejáveis já que os AGCM elevam o conteúdo de colesterol plasmático total (THOLSTRUP et al., 2004).

Tabela 5. Valores médios observados em função da interação tratamentos*estádio da lactação sobre as concentrações de ácidos graxos de cadeia média, cadeia longa, cadeia ímpar, saturados, monoinsaturados, insaturados totais e índice de aterogenicidade, na gordura do leite (em % de ácidos graxos)

Tratamento	Estádio da lactação (dias)							Média	CV ¹
	5	19	33	47	61	75	89		
Cadeia Média (C12:0 – C16:1)								(%)	
CT	47,48a	45,37a	46,93a	48,53a	48,31a	44,52a	44,40a	46,54	8,77
OL	37,26b	30,90c	28,51c	30,65c	32,24c	33,70b	34,03c	32,47	
FL	44,12a	35,35b	34,21b	37,56b	36,26b	35,17b	37,53b	37,17	
Cadeia Ímpar (C11:0 – C17:0)									
CT	3,05a	3,25a	3,02ab	3,52a	3,97a	3,76a	3,26a	3,40	15,24
OL	2,90a	2,73b	2,56b	2,83b	2,80c	2,74b	2,55b	2,73	
FL	2,92a	3,25a	3,36a	3,35a	3,31b	3,72a	3,20a	3,30	
Cadeia Longa (C18:0 – C22:6)									
CT	34,13b	32,77b	29,19c	28,86c	29,64c	32,45c	34,59b	31,66	11,07
OL	39,76a	42,94a	43,35a	44,50a	46,10a	44,20a	44,14a	43,47	
FL	32,42b	38,95a	36,56b	35,22b	38,20b	38,63b	38,24b	36,89	
Saturados									
CT	66,90a	71,68a	72,59a	71,29a	69,87a	67,72a	67,80a	69,69	5,69
OL	62,78b	65,21b	61,72c	60,54b	61,38c	61,82b	61,59b	62,15	
FL	68,90a	66,48b	67,20b	67,91a	65,98b	62,50b	66,02a	66,43	
Monoinsaturados									
CT	25,10ab	20,72b	19,52c	20,34c	21,42c	22,92c	23,92b	21,99	11,54
OL	26,71a	26,77a	27,68a	29,21a	30,29a	29,32a	29,08a	28,43	
FL	23,34b	24,81a	23,29b	23,85b	25,81b	26,36b	25,82b	24,75	
Insaturados Totais									
CT	28,77ab	24,17b	23,23c	23,89c	24,74c	26,92b	27,40b	25,59	11,45
OL	31,02a	30,32a	32,29a	33,91a	34,90a	33,98a	33,51a	32,85	
FL	26,96b	28,93a	27,73b	27,49b	29,23b	30,93a	29,31b	28,65	
Índice de Aterogenicidade ²									
CT	3,05a	3,77a	3,99a	3,96a	3,72a	3,24a	3,12a	3,55	24,48
OL	2,32b	2,14b	1,84c	1,98c	1,89c	2,01b	2,08b	2,04	
FL	3,26a	2,62b	2,75b	2,95b	2,64b	2,35b	2,66ab	2,75	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si (P<0,05).

¹Coefficiente de variação. ²(C12:0+(4×C14:0)+C16:0)/(Σ ácidos graxos insaturados).

A redução da proporção dos AGCC e dos AGCM, pelo óleo de linhaça, pode ser decorrente da diminuição dos precursores da síntese *de novo*, acetato (C₂) e β-hidroxibutirato (C₄), originados pela fermentação ruminal (CHILLIARD et al., 2003). Outro fator que pode ter ocasionado a queda é o efeito negativo que essa suplementação lipídica exerceu sobre a síntese *de novo* dos ácidos graxos da gordura do leite. Com a maior quantidade de ácidos graxos de cadeia longa fornecidos pela dieta, aumentou-se a

captação destes ácidos graxos pela glândula mamária e, como consequência, houve diminuição na síntese *de novo* provavelmente ocasionada pela bio-hidrogenação incompleta, formando os ácidos C18:1*trans*-11 e C18:2*trans*-10,*cis*-12, que inibem a lipogênese na glândula mamária devido à diminuição da atividade das enzimas acetil-CoA carboxilase e AG sintetase (BAUMAN & GRIINARI, 2001).

Estes resultados encontrados para o leite dos animais alimentados com óleo de linhaça corroboram Gómez-Cortés et al. (2009) e Caroprese et al. (2011) que ao suplementarem ovelhas com sementes de linhaça também encontraram redução nos conteúdos dos AGCC e AGCM ($P < 0,05$).

Os resultados encontrados para a suplementação com farelo de linhaça estão de acordo com os reportados por Luna et al. (2008) que não verificaram diferenças para os AGCC e para o ácido láurico, quando forneceram linhaça associada ao óleo de girassol para ovelhas em lactação. A diminuição desses ácidos graxos só ocorre quando há efeito negativo sobre a fermentação ruminal (CASTRO et al., 2009). Desta forma, pode-se deduzir que a porcentagem de farelo de linhaça incluído na dieta deste experimento não produziu efeito negativo sobre a digestão ruminal, explicando a ausência de resposta sobre esses AG. Vale ressaltar que a forma física em que a linhaça é administrada interfere na sua degradabilidade ruminal, sendo que a forma farelada libera os ácidos graxos no rúmen mais lentamente do que o óleo, reduzindo o risco da bio-hidrogenação pelos microrganismos ruminais (MUGHETTI et al., 2012).

A interação entre os tratamentos e estágio da lactação influenciou também as concentrações dos ácidos graxos de cadeia ímpar, cadeia longa, saturados, monoinsaturados, insaturados totais e o índice de aterogenicidade (Tabela 5).

O grupo dos ácidos graxos de cadeia ímpar (Tabela 5), determinado pelo somatório dos AG C11:0, C13:0, C15:0 e C17:0, foi reduzido no leite das ovelhas suplementadas com óleo de linhaça. Este grupo de AG se origina, de acordo com Vlaeminck et al. (2006), principalmente dos lipídios microbianos sintetizados a partir da utilização do propionato e valerato do rúmen e portanto, sua presença no leite reflete a síntese de AG microbiano somada as células microbianas. Os resultados deste estudo corroboram os obtidos por Gómez-Cortés et al. (2009), que verificaram que a linhaça extrusada reduziu a quantidade dos AG de cadeia ímpar no leite das ovelhas. Este efeito pode estar relacionado à toxidez dos AG insaturados da dieta sobre os microrganismos ruminais, inibindo sua produção de AG.

A concentração dos ácidos graxos de cadeia longa (AGCL), monoinsaturados e insaturados totais foram maiores na gordura do leite dos animais que receberam suplementação lipídica, principalmente após o 19º dia da lactação. Isto se deve às maiores concentrações dos AG esteárico (C18:0), oleico (C18:1*cis*9), γ -linolênico (C18:3 ω 6), α -linolênico (C18:3 ω 3), rumênico (CLA*cis*9,*trans*11), eicosapentaenoico (EPA-C20:5 ω 3) e docosaenoico (DHA-C22:6 ω 3) (Tabelas 4 e 6). O óleo e o farelo de linhaça são ricos em AGCL (Tabela 1) e este perfil alterou a gordura do leite das ovelhas de forma semelhante à sua composição, sendo que o óleo de linhaça proporcionou maior aumento (27,61% de AGCL em comparação ao tratamento CT).

As fontes lipídicas diminuíram o total de ácidos graxos saturados do leite, principalmente o óleo de linhaça que causou uma redução nestes ácidos graxos de 9,16% em relação ao tratamento CT, e também aumentaram o total de ácidos graxos insaturados (Tabela 5). Esse efeito pode ser decorrente do maior fornecimento de lipídios ricos em ácidos graxos poli-insaturados na dieta, em que parte destes escapa do processo de bio-hidrogenação ruminal, sendo absorvidos no intestino delgado, elevando, assim, seus teores no leite. A diminuição no total de ácidos graxos saturados e aumento nos teores dos ácidos graxos de cadeia longa também foram observados por Manso et al. (2011) ao suplementarem ovelhas com 3% de óleo de linhaça.

O índice de aterogenicidade, indicador do risco dietético para doenças cardiovasculares, foi menor quando as ovelhas receberam as suplementações lipídicas, embora o conteúdo de ácidos graxos poli-insaturados não tenha diferido entre os tratamentos. Menores índices de aterogenicidade também foram relatados por Gómez-Cortés et al. (2009) e Caroprese et al. (2011) para o leite de ovelhas suplementadas com sementes de linhaça extrusada e inteira, respectivamente.

Na Figura 3 encontra-se a variação dos ácidos graxos saturados, monoinsaturados e insaturados totais, no decorrer da lactação.

Nota-se aumento gradativo na porcentagem dos ácidos graxos saturados, ocorrendo maior teor no dia 33 da lactação, tendo reduzido conforme o avançar da lactação. A elevação da concentração dos ácidos graxos saturados coincide com o aumento da produção de leite, pois o pico de lactação em ovelhas situa-se entre a terceira e quinta semana de lactação (BENCINI & PULINA, 1997) e, durante este período, é comum os animais apresentarem balanço energético negativo. Portanto, o

aumento observado pode ser decorrente do efeito dos ácidos graxos resultantes da mobilização corpórea sobre o perfil de gordura do leite (EKANÆS et al., 2006).

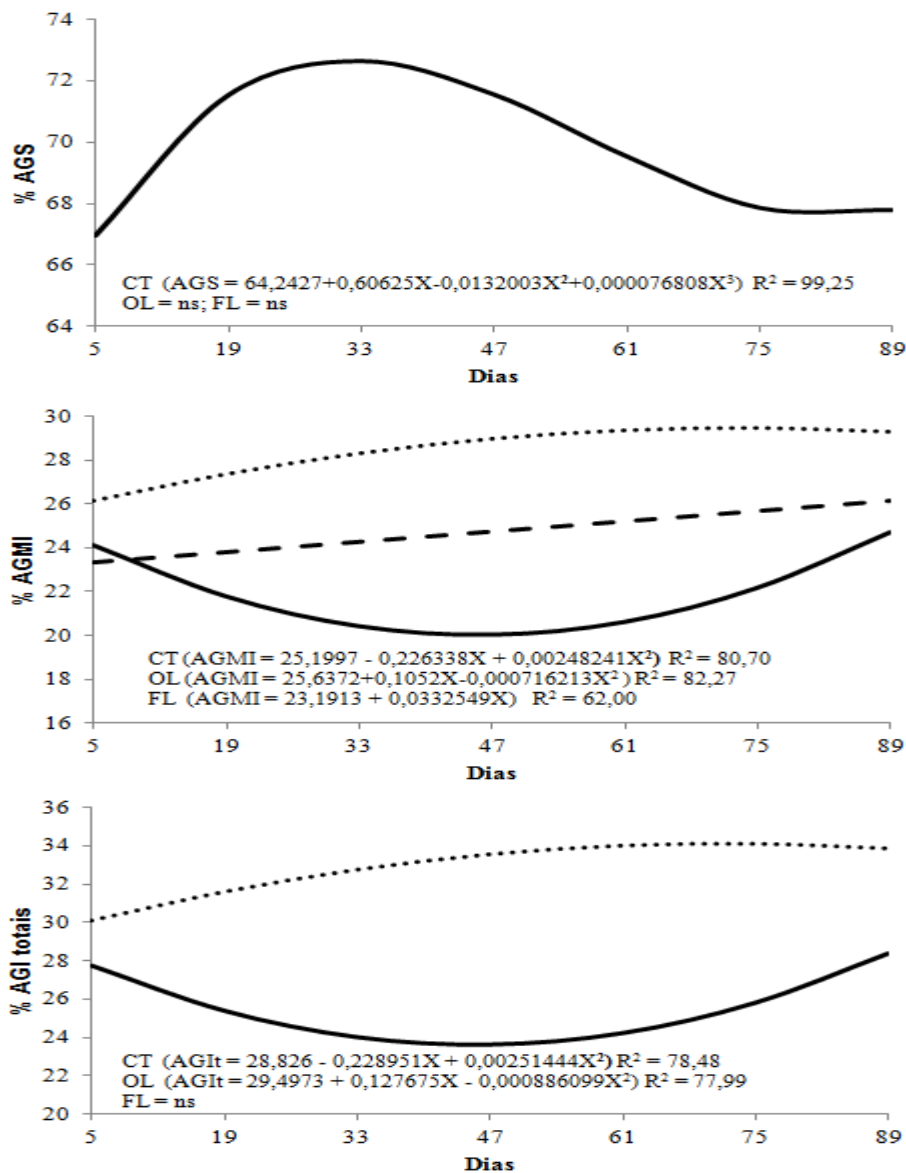


Figura 3. Porcentagem de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI) e insaturados totais (AGI totais), em função do estágio de lactação, para os tratamentos experimentais CT (linha contínua), OL (linha pontilhada) e FL (linha tracejada)

Os tratamentos que receberam suplementação lipídica apresentaram aumento persistente, durante o decorrer dos 3 meses de lactação, nos teores dos ácidos graxos monoinsaturados e insaturados totais, e no tratamento controle, estes ácidos graxos foram reduzidos (Figura 3), evidenciando o efeito da dieta sobre a produção destes ácidos graxos. Gómez-Cortés et al. (2009) também observaram aumento persistente dos ácidos graxos insaturados no leite de ovelhas suplementadas com linhaça extrusada.

Desta forma, pode-se considerar que o leite pertencente ao final do período de lactação seria o ideal para o consumo humano, do ponto de vista nutricional, por conter menor teor de ácidos graxos saturados e maior teor de ácidos graxos insaturados.

Na Tabela 6 encontram-se os resultados referentes às concentrações dos ácidos graxos influenciados pela interação dos tratamentos com o estágio da lactação.

Tabela 6. Valores médios em função da interação tratamentos*estádio da lactação sobre as concentrações de C4:0, C16:0, C18:1c9, C18:3 ω 3, cis9,trans11CLA, C20:5, na gordura do leite (em % de ácidos graxos)

Tratamento	Estádio da lactação (dias)							Média	CV ¹
	5	19	33	47	61	75	89		
C4:0 (Butírico)								(%)	
CT	2,35a	2,34b	2,51b	2,29b	2,20b	2,28a	2,38b	2,34	9,99
OL	2,36a	2,78a	2,81a	2,65a	2,66a	2,53a	2,64a	2,63	
FL	2,62a	2,72a	2,59ab	2,58a	2,45ab	2,29a	2,62ab	2,55	
C16:0 (Palmítico)									
CT	29,84a	28,61a	28,33a	28,49a	28,92a	25,31a	26,43a	27,99	9,99
OL	25,77b	20,89c	19,26c	24,21b	21,39b	22,62b	22,90b	22,08	
FL	29,69a	23,86b	22,07b	21,76b	23,60b	23,46ab	24,15ab	24,43	
C18:1c9 (Oleico)									
CT	18,38a	14,23b	13,26b	13,62c	14,12b	15,21b	17,05b	15,12	14,39
OL	18,10a	18,46a	18,44a	20,11a	20,48a	20,66a	21,15a	19,63	
FL	16,96a	17,68a	16,57a	16,73b	19,00a	18,69a	19,06ab	17,81	
C18:3ω3 (α-linolênico)									
CT	0,16b	0,11b	0,20b	0,10b	0,10c	0,10b	0,08c	0,12	59,04
OL	0,59a	0,62a	0,98a	0,94a	1,10a	1,06a	1,02a	0,90	
FL	0,48ab	0,68a	0,92a	0,66a	0,55b	0,83a	0,55b	0,67	
CLA cis9, trans11 (Rumênico)									
CT	0,85b	0,71a	0,62a	0,52b	0,42b	0,52b	0,57b	0,60	33,43
OL	1,15a	0,74a	0,80a	1,08a	0,96a	0,89a	0,87a	0,93	
FL	0,71b	0,75a	0,63a	0,72b	0,63b	0,69ab	0,78ab	0,70	
C20:5 (EPA)									
CT	0,028a	0,018b	0,013c	0,013b	0,013b	0,012b	0,007b	0,014	47,99
OL	0,022a	0,019b	0,026b	0,024a	0,019ab	0,017b	0,019a	0,021	
FL	0,026a	0,034a	0,038a	0,031a	0,027a	0,028a	0,021a	0,029	

Médias seguidas de letras minúsculas distintas, na mesma coluna, diferem entre si (P<0,05).

¹Coeficiente de variação.

Embora o óleo de linhaça tenha reduzido os AGCC do leite, não houve efeito dessa redução sobre o ácido butírico (C4:0), o que confirma a ideia de que esse AG é sintetizado de forma independente ao malonil-CoA e à enzima acetil-CoA carboxilase, sendo sintetizado a partir da direta incorporação do ácido butírico do rúmen nos lipídios do leite (CHILLIARD et al., 2003; GÓMEZ-CORTÉS et al., 2009).

Os ácidos graxos esteárico (C18:0) e oleico (C18:1cis9) apresentaram maiores concentrações na gordura do leite dos animais que receberam a suplementação lipídica, sendo que o AG esteárico elevou-se no tratamento OL comparado ao FL e ambos foram

superiores ao CT (Tabela 4). O aumento na concentração do AG C18:0 no leite das ovelhas suplementadas pode ser atribuído a maior ingestão deste AG e também devido a maior quantidade de ácidos graxos poli-insaturados, provenientes da dieta, expostos à bio-hidrogenação ruminal. Enquanto o aumento do teor do ácido oleico pode ser devido a combinação da bio-hidrogenação parcial dos ácidos graxos C18:2 e C18:3 com a dessaturação do AG C18:0 pela ação da enzima Δ -9 dessaturase na glândula mamária. Dados semelhantes a estes são relatados na literatura para ovelhas suplementadas com linhaça (LUNA et al., 2008; GÓMEZ-CORTÉS et al., 2009).

A suplementação lipídica elevou a concentração do ácido α -linolênico (C18:3 ω 3), ácido graxo essencial da família ômega 3 e principal precursor dos ácidos graxos EPA e DHA, sendo esse aumento mais pronunciado no leite das ovelhas suplementadas com óleo de linhaça (Tabela 6). Já as concentrações dos ácidos graxos γ -linolênico, ácido graxo da família ômega 6, EPA e DHA, ácidos graxos da família ômega 3, foram superiores para a suplementação com farelo de linhaça (Tabelas 4 e 6). O aumento da proporção desses ácidos graxos na gordura do leite tem importância sobre a saúde humana, pois são ácidos graxos considerados essenciais e estão associados à redução do risco de doenças cardiovasculares e hipertensão (PARODI, 2004).

Como os ácidos graxos poli-insaturados não são sintetizados pelos tecidos dos ruminantes, seus teores no leite dependem da quantidade proveniente da dieta que não sofre totalmente a bio-hidrogenação, podendo assim ser absorvido pelo animal e incorporado à gordura do leite (LUNA et al., 2008). A linhaça é rica em ácidos graxos poli-insaturados, principalmente o ácido α -linolênico, portanto a maior ingestão e absorção desses ácidos graxos pelo trato digestivo refletiram diretamente no conteúdo da gordura do leite. Esses resultados corroboram Mugghetti et al. (2012) que também encontraram maiores conteúdos desses ácidos graxos no leite de ovelhas alimentadas com linhaça extrusada.

A dieta suplementada com óleo de linhaça aumentou significativamente o teor do ácido rumênico (CLA cis9,trans11) principalmente a partir do 47^a dia de lactação, sendo que a suplementação com farelo de linhaça não diferiu do controle durante toda a lactação (Tabela 6). O aumento de CLA no leite das ovelhas alimentadas com óleo de linhaça pode estar relacionado à maior atividade da enzima Δ -9 dessaturase que na glândula mamária converte o ácido vacênico, AG intermediário da bio-hidrogenação do ácido linolênico, ao ácido rumênico, isômero predominante do CLA na glândula

mamária e também ao fato dos ácidos linoleico e linolênico estarem mais disponíveis para serem bio-hidrogenados, formando o CLA durante a fase de isomerização. O fato do farelo de linhaça não ter aumentado o teor de CLA no leite, provavelmente, é devido seus lipídios estarem presos na matriz proteica da semente. O aumento do ácido rumênico por meio da suplementação com linhaça tem sido comprovado pela literatura (LUNA et al., 2008; GÓMEZ-CORTÉS et al., 2009; MUGHETTI et al., 2012) e pode melhorar a imagem dos produtos lácteos junto ao consumidor, por preferirem alimentos com menor teor de gordura, sem aditivos e naturalmente enriquecidos em CLA.

Conclusão

A suplementação lipídica não altera a produção e a composição centesimal do leite, mas o óleo de linhaça aumenta o teor de CLA e de ácido α -linolênico, precursor dos ácidos graxos da família ômega 3.

A suplementação com farelo de linhaça não eleva o teor de CLA, porém aumenta os ácidos graxos ômega 3 (EPA e DHA), assim como seu precursor, o ácido α -linolênico. A suplementação lipídica melhora as características nutricionais do leite e promove menor índice de aterogenicidade, principalmente quando se utiliza o óleo de linhaça.

Referências bibliográficas

- Official Methods of Analysis of AOAC INTERNATIONAL (2005) 18th Ed., AOAC INTERNATIONAL, Gaithersburg, MD, USA, Official Method **2005.08**
- BARROS, L. Transtornos metabólicos que afetam a qualidade do leite. In: GONZÁLEZ, F.H.D.; DURR, J.W.; FONTALENI, R.S. (Ed.) **Uso do leite para monitorar a nutrição e o metabolismo de vacas leiteiras**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2001. 44-57.
- BAROWICZ, T. 1979. Inhibitory effect of adrenaline on oxytocin release in the ewe during the milk-ejection reflex. **Journal of Dairy Research**, 46, 1, 41-46.
- BAUMAN, D. E.; GRIINARI, J. M. 2001. Regulation and nutritional manipulation of milk fat: low-fat milk syndrome. **Livestock Production Science**, 70, 15-29.
- BENCINI, R.; PULINA, G. 1997. The quality of sheep milk: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, 37, 5, 485-504.
- BHAT, Z.F.; BHAT, H., 2011. Milk and dairy products as functional foods: a review. **International Journal of Dairy Science**, 6, 1-12.
- BRITO, M. A.; GONZÁLEZ, F. D.; RIBEIRO, L. A.; CAMPOS, R.; LACERDA, L.; BARBOSA, P. R.; BERGMANN, G. 2006. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. **Ciência Rural**, 3, 36, 942-948.
- CAROPRESE, M., ALBENZIO, M., BRUNO, A., FEDELE, V., SANTILLO, A., SVEVI, A. 2011. Effect of solar radiation and flaxseed supplementation on milk production and fatty acid profile of lactating ewes under high ambient temperature. **Journal of Dairy Science**, 94, 3856-3867.
- CASTRO, T.; MANSO, T; JIMENO, V.; Del ALAMO, M.; MANTECÓN, A.R. 2009. Effects of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. **Small Ruminant Research**, 84, 47-53.
- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A., ROUEL, J.; LAMBERET, G. 2003. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, 86, 1751-1770.
- CHRISTIE, W. W. 1982. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, 23, 1072.
- EKANÆS, M.; KOLSTAD, K.; VOLDEN, H.; HOVE, K. 2006. Changes in body reserves and milk quality throughout lactation in dairy goats. **Small Ruminant Research**, 63, 1-11.
- GÓMEZ-CORTÉS, P.; BACH, A.; LUNA, P.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M. A. 2009. Effects of extruded linseed supplementation on n-3 fatty acids and conjugated

- linoleic acid in milk and cheese from ewes. **Journal of Dairy Science**, 92, 9, 4122-4134.
- GÓMEZ-CORTÉS, P.; GALLARDO, B.; MANTECON, A. R.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTE, M.A.; MANSO, T. 2014. Effects of different sources of fat (calcium soap of palm oil vs. extruded linseed) in lactating ewes' diet on the fatty acid profile of their suckling lambs. **Meat Science**, 96, 1304-1312.
- HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. 1978. **Analytical Biochemistry**, 90, 420-426.
- LOOR, J.J.; FERLAY, A.; OLLIER, A.; DOREAU, M.; CHILLIARD, Y. 2005. Relationship among trans and conjugated fatty acids and bovine milk fat yield due to dietary concentrate and linseed oil. **Journal of Dairy Science**, 88, 726-740.
- LUNA, P.; BACH, A.; JUÁREZ, M.; DE LA FUENTRE, M. A. 2008. Influence of diets rich in flax seed and sunflower oil on the fatty acid composition of ewes' milk fat especially on the level of conjugated linoleic acid, n-3 and n-6 fatty acids. **International Dairy Journal**, 18, 99-107.
- MANSO, T.; BODAS, R.; VIEIRA, C.; MANTECÓN, A. R.; CASTRO, T. 2011. Feeding vegetable oils to lactating ewes modifies the fatty acid profile of suckling lambs. **Animal**, 5, 10, 1659-1667.
- MARNET, P. G.; NEGRÃO, J. A. 2000. The effect of a mixed-manegement system on the release of oxytocin, prolactin, and cortisol in ewe during suckling and machine milking. **Reproduction Nutrition Development**, 40, 271-281.
- MARNET, P. G.; MCKUSICK, B. C. 2001. Regulation of milk ejection and milk ability in small ruminants. **Livestock Production Science**, 70, 125-133.
- MCKUSICK, B.C.; THOMAS, D.L.; BERGER, Y.L.; MARNET, P.G. 2002. Effect of milking interval on alveolar versus cisternal milk accumulation and milk production and composition in dairy ewes. **Journal of Dairy Science**, 85, 2197-2206.
- MERTENS, D.R. 2002. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, 85, 1217-1240.
- MUGHETTI, L.; SINESIO, F.; ACUTI, G.; ANTONINI, C.; MONETA, E.; PEPARAI, M.; TRABALZA-MARINUCCI, M. 2012. Integration of extruded linseed into dairy sheeps diets: Effects on milk composition and quality and sensorial properties of Pecorino cheese. **Animal Feed Science and Technology**, 178, 27-39.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 2007. **Nutrient requirements of sheep**. 6thed. Washington: National Academy Press.
- PARODI, P. W. 2004. Milk fat in human nutrition. **Australian Journal of Dairy Technology**, 59, 3-59.

- PETERSON, D.G.; MATITASHVILI, E.A.; BAUMAN, D.E. 2003. Diet-induced milk fat depression in dairy cows results in increased *trans*-10, *cis*-12 CLA in milk fat and coordinate suppression of mRNA abundance for mammary enzymes involved in milk fat synthesis. **Journal of Nutrition**, 133, 3098-3102.
- PULINA, G.; NUDDA, A. 2004. Milk production. In: PULINA, G. (Ed.) **Dairy sheep nutrition**, CABI Publishing, 1, 11-27.
- PULINA, G.; NUDDA, A.; BATTACONE, G.; CANNAS, A. 2006. Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. **Animal Feed Science and Technology**, 131, 255-291.
- REYNOLDS, C.K.; CANNON V.L.; LOERCH, S.C. 2006. Effects of forage source and supplementation with soybean and marine algal oil on milk fatty acid composition of ewes. **Animal Feed Science and Technology**, 131, 333-357.
- SANZ-SAMPELAYO, M. R.; CHILLIARD, Y.; SCHMIDELY, Ph.; BOZA, J. 2007. Influence of type of diet on the fat constituents of goat and sheep milk. **Small Ruminant Research**, 68, 42-63.
- THOLSTRUP, T.; EHNHOLM, C.; JAUHIAINEN, M.; PETERSEN, M.; HØY, C. E.; LUND, P.; SANDSTRÖM, B. 2004. Effects of medium-chain fatty acids and oleic acid on blood lipids, lipoproteins, glucose, insulin, and lipid transfer protein activities. **American Journal of Clinical Nutrition**, 79, 564-569.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 2000. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG**. Versão 8.0. Viçosa, MG, 142p.
- VLAEMINCK, B.; FIEVEZ, V.; TAMMINGA, S.; DEWHURST, R. J.; van VUUREN, A.; De BRABANDER, D.; DEMEYER, D. 2006. Milk odd- and branched-chain fatty acids in relation to the rumen fermentation pattern. **Journal of Dairy Science**, 89, 3954-3964.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. 1999. IN: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURES, **Proceedings...** Ithaca: Cornell University, 176-185.
- ZHANG, R. H.; MUSTAFA, A. F.; ZHAO, X. 2006a. Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield and on fatty acid composition of milk and cheese. **Animal Feed Science and Technology**, 127, 220–233.
- ZHANG, R.; MUSTAFA, A.F.; ZHAO, X. 2006b. Effects of flaxseed supplementation to lactating ewes on milk composition, cheese yield, and fatty acid composition of milk and cheese. **Small Ruminant Research**, 63, 233-241.

CAPÍTULO III
PARÂMETROS FÍSICO-QUÍMICOS, PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS E
ACEITAÇÃO DO QUEIJO CURADO ELABORADO COM LEITE DE
OVELHAS ALIMENTADAS COM ÓLEO OU FARELO DE LINHAÇA

Parâmetros físico-químicos, perfil de ácidos graxos e aceitação do queijo curado elaborado com leite de ovelhas alimentadas com óleo ou farelo de linhaça

Resumo: O objetivo deste trabalho foi avaliar a aceitação do queijo curado elaborado a partir do leite de ovelhas alimentadas ou não com óleo ou farelo de linhaça. O queijo curado foi produzido a partir do leite proveniente de 70 ovelhas da raça Bergamácia distribuídas em três tratamentos: Controle (n=24): sem adição de óleo ou farelo de linhaça ao concentrado da dieta; Farelo de linhaça (n=24): com adição de 152 g/kg MS de farelo de linhaça ao concentrado e Óleo de linhaça (n=22): com adição de 30,5 g/kg MS de óleo de linhaça ao concentrado. Para fabricação dos queijos curados foram utilizados 90 litros de leite pasteurizado de cada tratamento. O período de maturação foi de 10 dias. Um painel com 60 provadores avaliaram os queijos quanto à aparência, odor, sabor, textura e avaliação global. Todos os queijos apresentaram boa aceitação pelos consumidores. A suplementação lipídica com fontes de linhaça pode ser uma estratégia para melhorar a qualidade nutricional dos lipídios no queijo curado sem afetar sua aceitação.

Palavras-chave: alimentos enriquecidos, análise sensorial, CLA, ômega-3.

Physic-chemical parameters, fatty acid profile, and acceptability of cured cheese from milk of ewes fed with oil or flaxseed meal

Abstract: The aim of this study was to evaluate the effects of adding oil or flaxseed meal in the diet of ewe on the fatty acid profile of the ripened cheese and consumer acceptability. The ripened cheese was produced from the milk of 70 Bergamasca ewes in three treatments: Control (n = 24): no added oil or flaxseed meal to the concentrate diet; Linseed meal (n = 24): addition of 152 g / kg DM bran concentrate and Linseed oil (n = 22): addition of 30.5 g / kg DM of linseed oil to the concentrate. For the manufacture of ripened cheeses 90 liters of pasteurized milk from each treatment were used. The maturation period was 10 days. A consumer panel evaluated the cheese in appearance, odor, flavor, texture and overall acceptability. All cheeses were well acceptance by consumers. Lipid supplementation with flaxseed sources can be a strategy to improve the nutritional quality of lipids in cured without affecting their acceptance cheese.

Keywords: fortified foods, CLA, omega-3, sensory analysis.

1. Introdução

O leite de ovelha é caracterizado por seu elevado teor de gordura, proteína e sólidos totais, tornando-o ideal para produção de queijos. Entretanto, a gordura do leite ovino contém 65% de ácidos graxos saturados, associados a propriedades hipercolesterolêmicas (ZHANG et al., 2006).

Desta forma, a adição de fontes lipídicas ricas em ácidos graxos poli-insaturados, como a linhaça, tem sido utilizada na dieta de ovelhas (BRANCIARI et al., 2012; MUGHETTI et al., 2012) para obtenção de produtos lácteos mais saudáveis, por meio do aumento no conteúdo dos ácidos graxos da família ômega-3 e do ácido linoleico conjugado (CLA – rumênico: C18:2,*cis*-9,*trans*-11).

Outro benefício relacionado aos ácidos graxos provenientes de animais ruminantes é que ao contrário dos ácidos graxos *trans* gerados pela indústria alimentícia, os de origem animal não possuem qualquer ligação com o risco de doenças coronarianas em homens, e apresentam relação inversa entre consumo e doenças cardiovasculares em mulheres (JAKOBSEN et al., 2008).

O desenvolvimento de produtos lácteos naturalmente enriquecidos em nutrientes benéficos a saúde humana, como o ômega-3 e o CLA, é de grande importância, uma vez que tem se observado aumento do interesse dos consumidores por este tipo de alimento (SIRÓ et al., 2008).

No entanto, a produção destes alimentos pode gerar maiores custos ao produtor, elevando o preço final dos produtos lácteos enriquecidos. Para não haver prejuízos, estes produtos devem apresentar qualidades iguais ou superiores aos produtos tradicionais e serem bem aceitos pelo mercado consumidor.

Poucos estudos investigaram a aceitação de queijos de ovelhas suplementadas com linhaça, porém experimentos sobre a modificação da composição da gordura indicam que o aumento da concentração de ácidos graxos insaturados promove os processos indesejáveis da lipólise e oxidação, levando à degradação da gordura e a alterações inaceitáveis no sabor dos produtos lácteos (CAMPBELL et al., 2003).

Assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da suplementação de fontes de linhaça na dieta de ovelhas sobre a aceitação dos queijos curados.

2. Material e Métodos

2.1. Animais e tratamentos

O projeto de pesquisa foi conduzido nas instalações da Unidade de Pesquisa em Produção de Leite Ovino da UNESP - FMVZ, Botucatu/SP e aprovado pela CEUA, sob protocolo nº 25/2013. O período experimental teve a duração de 14 semanas, de setembro a novembro de 2013.

O queijo curado foi produzido a partir do leite proveniente de 70 ovelhas da raça Bergamácia distribuídas, 15 dias antes do parto, homogeneamente por idade, ordem de parição, peso e escore de condição corporal em três tratamentos: Controle (n=24): sem adição de óleo ou farelo de linhaça ao concentrado da dieta; Farelo de linhaça (n=24): com adição de 152 g/kg MS de farelo de linhaça ao concentrado e Óleo de linhaça (n=22): com adição de 30,5 g/kg MS de óleo de linhaça ao concentrado. As dietas foram formuladas para atender os requerimentos do NRC (2007) e calculadas para fornecerem as mesmas quantidades de energia e proteína metabolizável (Tabela 1).

A alimentação foi fornecida em cochos coletivos, uma vez ao dia, logo após a ordenha mecânica, pelo sistema de mistura total, composta por 60% de silagem de milho (*Zea mays*) e 40% de concentrado.

A partir do 31º dia da lactação, um dia após o desmame, as ovelhas foram ordenhadas mecanicamente uma vez ao dia, às 6h30min, com a produção de leite mensurada diariamente durante 63 dias.

Tabela 1. Proporção dos ingredientes, nutrientes e perfil de ácidos das dietas dos tratamentos para ovelhas em lactação

	Tratamentos		
	Controle	Farelo	Óleo
Ingredientes (g/kg de MS)			
Silagem de Milho	599,8	598,0	600
Milho grão moído	212,0	151,1	
Farelo de soja	165,1	76,9	184,7
Farelo de linhaça		152,0	
Casca de Soja Peletizada			161,7
Óleo de linhaça			30,5
Calcário calcítico	11,0	9,9	11
Sal Mineral ¹	12,1	12,1	12,1
Nutrientes (g/kg de MS)			
Matéria Seca	527,0	544,3	504,1
Extrato Etéreo	42,8	49,5	68,5
FDN _{ef} ²	261,8	220,3	241,1
Cálcio	8,3	8,2	8,3
Fósforo	4,4	4,9	3,9
Proteína Metabolizável	108,3	113,1	110
Energia Metabolizável (Mcal/kg)	2,94	2,94	3,03
Ácidos Graxos (%)			
C 16:0 (Palmítico)	17,39	17,10	13,01
C 18:0 (Esteárico)	2,58	3,19	4,00
C 18:1 c9 (Oleico)	24,78	23,99	21,62
C 18:2 c9c12 (Linoleico)	45,54	37,67	35,36
C 18:3n-3 (α -Linolênico)	3,37	12,34	20,97
Outros	5,61	5,07	4,32

¹ Composição do Sal Mineral (kg do produto) 180g Ca, 90g P, 10g Mg, 13g S, 93g Na, 145g Cl, 17mg Se, 1000mg Cu, 826mg Fe, 4000mg Zn, 1500mg Mn, 150mg I, 80mg Co, 900mg Fl. ² FDN_{ef}: Fibra em Detergente Neutro efetiva.

2.2. Produção dos queijos

Os queijos foram processados no laboratório do Departamento de Economia, Sociologia e Tecnologia Agroindustrial (DEST) – FCA/UNESP, Botucatu-SP com o leite do final do período experimental, das 10^a e 11^a semanas. Foram utilizados 45 litros de leite para cada tratamento, com o processamento de elaboração realizado em duplicata, totalizando 90 litros de leite por tratamento. A composição físico-química do leite utilizado para elaboração dos queijos é apresentada na Tabela 2.

Tabela 2. Parâmetros físico-químicos dos leites de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça, utilizados para elaboração dos queijos curados

Parâmetros	Tratamentos			Média	EPM ¹	P<0,05
	Controle	Farelo	Óleo			
Gordura (%)	4,65	4,73	4,69	4,69	0,12	ns
Proteína (%)	5,09	5,12	5,07	5,09	0,08	ns
Lactose (%)	4,58	4,57	4,84	4,67	0,09	ns
Sólidos Totais (%)	14,89	15,20	14,92	15,02	0,18	ns
pH	6,38	6,42	6,51	6,44	0,03	ns
Densidade (g/mL)	1,035	1,033	1,035	1,034	0,00	ns

¹EPM: Erro Padrão da Média. ns: não significativo

O leite de cada tratamento foi filtrado e pasteurizado individualmente no pasteurizador Technogel (Mixtronic 60), pelo método lento de pasteurização, caracterizado pelo aquecimento a 65°C durante 30 minutos, seguido de resfriamento rápido a 4°C sendo imediatamente colocado em cubas de aço inox com capacidade para 50 litros, aquecido em banho-maria e mantido à temperatura de 35°C.

Para produção dos queijos acrescentou-se 1% de cultura lática mesófila (iogurte natural integral, marca Nestlé), 0,05% de cloreto de cálcio (225ppm) e 0,07% de coalho comercial (marca Estrela) diluído em 100 mL de água destilada. Estes ingredientes foram misturados e deixados em repouso até a coagulação da massa, em torno de 45 minutos, conforme metodologia descrita por Bonassi (1999).

A massa formada foi cortada verticalmente e horizontalmente com auxílio de uma lâmina de aço inox, seguida de repouso (5 min). Efetuou-se a agitação da massa, lentamente, alternando 3 minutos de agitação e 3 minutos de repouso durante 60 minutos. Retirou-se todo o soro e pressionou-se levemente a massa, durante 10 minutos, para remoção do soro residual. Em seguida, realizou-se a enformagem dos queijos e a primeira prensagem, durante 30 minutos, com 15 kg de pressão/kg de queijo. Após a primeira prensagem, fez-se a primeira viragem dos queijos e a segunda prensagem por um período de 15 horas. A seguir, realizou-se a segunda viragem dos queijos e a terceira prensagem durante 40 minutos.

Os queijos foram pesados, salgados por salga a seco (1,5% de sal), mantidos em geladeira por 24 horas para secagem, sendo revestidos com uma fina camada de óleo de soja e maturados por 10 dias em incubadora BOD ($\pm 12^{\circ}\text{C}$) e ($\pm 85\%\text{UR}$).

Durante o período de maturação os queijos foram virados diariamente para evitar o ressecamento desequilibrado.

2.3. Determinação do rendimento em queijo

O rendimento obtido na fabricação dos queijos de cada tratamento foi avaliado após 24 horas de fabricação com o objetivo de reduzir a interferência do soro residual na pesagem dos mesmos. Foram estimados o rendimento econômico e o rendimento técnico.

- a) Rendimento econômico em litros de leite necessários para a elaboração de 1 kg de queijo (L/kg): dividiu-se o volume de leite empregado pela soma da massa dos queijos obtidos.
- b) Rendimento técnico em gramas de sólidos totais de queijo por litro de leite (g ST/L), conforme equação proposta por Saboya et al. (1998):

$$R(g\ ST/L) = P \times ST \times \frac{10}{V}, \text{ em que:}$$

R= rendimento; P= kg de queijos obtidos; ST= porcentagem de extrato seco dos queijos; V= volume de leite utilizado.

2.4. Análises físico-químicas do queijo

No total, seis queijos por tratamento foram amostrados e analisados quanto à composição química, sólidos totais, pH, atividade de água e perfil de ácidos graxos.

A composição química e os sólidos totais foram determinados segundo normas do Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi mensurado por potenciômetro digital utilizando amostra de 10g de queijo, triturada em multiprocessador e, após homogeneização com 50 mL de água destilada a 40°C, determinou-se o pH. Para a determinação da atividade de água (Aw) utilizou-se o aparelho Aqualab CX-2 Decagon.

Todas as análises dos queijos foram realizadas em triplicata e analisadas após 10 dias de maturação.

2.5. Análise de Textura

Para a análise de textura, amostras cilíndricas de 2,0 cm de diâmetro por 3,0 cm de altura foram preparadas após 10 dias de maturação dos queijos. A textura foi avaliada pela análise do perfil de textura (TPA), utilizando texturômetro Brookfield, modelo CT V 1.2 Build 9. O experimento foi realizado em sala com temperatura ambiente (25°C). O teste utilizado foi o de dupla compressão, com cilindro acrílico de 2,5 cm de diâmetro e uma deformação atribuída à amostra de 20%. A distância percorrida pelo cilindro até a amostra foi de 10 mm com uma velocidade de 2 mm s⁻¹.

Submeteu-se a amostra a duas compressões simulando a ação da 1ª e 2ª mordidas. Com a deformação da amostra, pelo software do equipamento, uma curva de força – compressão foi traçada. A partir dessa curva obtiveram-se os parâmetros primários: dureza, elasticidade e coesividade; e secundário: mastigabilidade, que compõem características mecânicas dos queijos (FOX et al., 2000).

2.6. Perfil de ácidos graxos

O perfil de ácidos graxos do queijo foi realizado mediante a extração dos lipídios por meio da mistura de solvente orgânico hexano:isopropanol (3:2), conforme metodologia descrita por Hara e Radim (1978), e a fração lipídica foi esterificada com solução básica de metóxido de sódio, segundo Christie (1982).

As amostras transmetiladas foram analisadas em cromatógrafo a gás (Focus CG-Finnigan), com detector de ionização de chama e coluna capilar (CP-Sil88 Varian, 100m de comprimento x 0,25µm de diâmetro interno x 0,20µm de espessura do filme). Utilizou-se o hidrogênio como gás de arraste (vazão de 1,8mL min⁻¹). O programa de temperatura do forno iniciou-se com 70°C por 4 min, 175°C (13°C/min) por 27 min, 215°C (4°C/min) por 9 min., aumentando 7°C/min. até atingir 230°C por 5 min., totalizando 65 min. A temperatura do vaporizador foi de 250°C e a do detector de 300°C.

Injetou-se uma alíquota de 1 µL do extrato esterificado no cromatógrafo e os cromatogramas foram registrados pelo software – Chromquest 4.1 (Thermo Electron, Italy). Os ácidos graxos foram identificados por comparação dos tempos de retenção dos ésteres metílicos das amostras com padrões de ácidos graxos de manteiga e os resultados foram quantificados por normalização das áreas dos ésteres metílicos e expressos em percentual de área (%).

Foi calculado o índice de aterogenicidade, como descrito por Chilliard et al. (2003): $(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0) / (\Sigma \text{ ácidos graxos insaturados})$.

2.7. Análises Microbiológicas

As análises microbiológicas foram realizadas segundo os Métodos Analíticos Oficiais para Análises Microbiológicas para Controle de Produtos de Origem Animal e Água, conforme exigido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) para *Staphylococcus aureus* coagulase positivo, número mais provável (NMP) de coliformes totais e coliformes termotolerantes e pesquisa de *Salmonella spp.* (BRASIL, 2003) nas

amostras dos queijos utilizados para análise sensorial, a fim de garantir segurança aos provadores que participaram do painel.

2.8. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada para avaliar a aceitação das amostras. Foram utilizadas duas peças de queijos de cada tratamento aos 10 dias de maturação. O teste sensorial foi aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da Faculdade de Medicina UNESP – Botucatu, sob parecer nº 24159313.

O teste foi realizado por 60 provadores, compostos por adultos, com idade entre 18 a 38 anos e de ambos os sexos.

No teste de aceitação, foi utilizada uma escala hedônica estruturada de 9 pontos (1= desgostei muitíssimo, 2= desgostei muito, 3= desgostei moderadamente, 4= desgostei ligeiramente, 5= indiferente, 6= gostei ligeiramente, 7= gostei moderadamente, 8= muito e 9= gostei muitíssimo) (DUTCOSKY, 2011).

As amostras foram servidas em cabines individuais com iluminação artificial de luz fluorescente, dentro de copos descartáveis de cor branca codificados com números de três dígitos e apresentados em todas as combinações possíveis e de forma aleatória entre os provadores, que tiveram a sua disposição um copo de água utilizado para o enxague do palato entre as amostras.

2.9. Análise Estatística

Os resultados da análise sensorial foram analisados pelo Teste de Kruskal-Wallis e ao nível de significância de 5% de probabilidade. Estes dados foram processados pelo programa computacional SAEG – Sistema de Análise Estatística e Genética, versão 9,0 (UFV, 2000).

3. Resultados e Discussão

3.1. *Rendimento em queijo*

Os resultados do rendimento econômico e técnico encontram-se na Tabela 3.

Tabela 3. Rendimento econômico e técnico na fabricação de queijos curados elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça

	Tratamentos			Média
	Controle	Farelo	Óleo	
Rendimento Econômico (L/kg)	7,3	6,7	7,0	7,0
Rendimento Técnico (g ST/L)	67,5	72,1	70,6	70,1

¹EPM: Erro Padrão da Média. ST: sólidos totais. ns: não significativo.

Os valores médios do rendimento econômico para o queijo curado deste estudo podem ser considerados baixos quando comparado aos valores obtidos por Gajo (2010) e por Penna (2011) que utilizaram, respectivamente, 4,4L e 3,8L de leite de ovelha para elaboração de um quilo de queijo tipo minas padrão, sendo que Gajo (2010) relata valores de rendimento técnico de 114,8g ST/L para os queijos elaborados com leite de ovelhas Bergamácia.

Uma vez que o rendimento técnico depende, essencialmente, do teor de sólidos totais do leite, esse rendimento inferior pode ser devido aos menores valores de proteína e gordura obtidos no leite desse experimento em comparação aos relatados por Gajo (2010) e aos comumente citados na literatura. Outro fator que pode ter ocasionado isso está relacionado às etapas de corte, tratamento e prensagem da massa, etapas importantes para a fabricação de queijos, segundo Lucey et al. (2003). Nesse experimento não foi possível padronizar o tamanho dos grãos; a prensagem ocorreu por um período de 16 horas, tempo superior ao dos referidos trabalhos, contribuindo para maior sinérese (saída de soro do grão da coalhada). Estes fatores podem ter afetado a umidade do queijo no momento da pesagem, acarretando menor rendimento.

3.2. Composição físico-química do queijo

Os resultados referentes à composição físico-química dos queijos encontram-se na Tabela 4.

Tabela 4. Composição físico-química dos queijos curados elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça

Parâmetros	Tratamentos			Média
	Controle	Farelo	Óleo	
Umidade (%)	44,7	42,9	44,0	43,9
EST ¹ (%)	55,3	57,1	56,0	56,2
Proteína (%)	24,0	24,0	23,9	23,9
Gordura (%)	22,2	22,9	22,8	22,7
GES ² (%)	40,1	40,2	40,7	40,3
Cinzas (%)	4,0	4,3	4,0	4,1
Aw ³	0,97	0,97	0,97	0,97
pH	5,25	5,17	5,27	5,23

¹Extrato Seco Total. ²Gordura no Extrato Seco. ³Atividade de água.

O teor de gordura no extrato seco (GES) e a umidade são os parâmetros que permitem a classificação do queijo. Segundo Brasil (1996), queijos que contenham GES entre 25,0 e 44,9% e umidade entre 36,0 e 45,9% são classificados como queijos semigordos e de média umidade. Os queijos curados produzidos no presente estudo apresentaram, em média, 40,3% de GES e 43,9% de umidade enquadrando-se nessa classificação.

3.3. Análise do perfil de textura

Na Tabela 5 são apresentados os resultados dos parâmetros de textura, após 10 dias de maturação dos queijos.

Tabela 5. Perfil de textura dos queijos curados elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça

Parâmetros	Tratamentos			Média
	Controle	Farelo	Óleo	
Dureza (N)	17,71	15,24	15,28	16,08
Mastigabilidade (N)	11,17	8,19	9,69	9,68
Coabilidade ⁺	0,71	0,66	0,72	0,70
Elasticidade ⁺	0,84	0,79	0,83	0,82

N: Newton. ⁺Adimensional.

Não foi encontrado um padrão para classificação de queijo semelhante ao deste estudo. Porém, as médias obtidas foram próximas das observadas por Pinho et al. (2004), para o queijo “Terrincho” aos 12 dias de maturação.

3.4. Perfil de ácidos graxos dos queijos

Na Tabela 6 encontram-se os valores referentes à composição de ácidos graxos dos queijos curados.

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos dos queijos curados elaborados com leite de ovelha e índice de aterogenicidade

Ácidos Graxos (%)	Tratamentos			Média
	Controle	Farelo	Óleo	
C6:0 (Caproico)	2,44	2,35	2,01	2,27
C8:0 (Caprílico)	2,68	2,45	1,94	2,36
C10:0 (Cáprico)	9,93	8,48	6,27	8,23
C12:0 (Láurico)	6,02	4,87	3,79	4,89
C14:0 (Mirístico)	7,79	9,36	9,07	8,74
C16:0 (Palmítico)	26,79	24,83	23,04	24,89
C18:0 (Estearico)	8,04	10,81	11,07	9,92
C18:1 ω9 (Oleico)	16,96	18,74	21,06	18,92
C18:2 c9,c12 (Linoleico)	3,44	1,87	2,95	2,80
C18:2c9,t11 (Rumênico)	0,49	0,72	0,79	0,66
C18:3ω6 (γ-linolênico)	0,22	0,20	0,14	0,19
C18:3ω3 (α-linolênico)	0,13	0,58	0,98	0,56
C20:5ω3 (EPA)	0,006	0,022	0,015	0,015
C22:6ω3 (DHA)	0,011	0,033	0,021	0,021
Cadeia Curta (C4 – C10)	17,48	15,77	12,98	15,41
Cadeia Média (C12 – C16)	41,61	39,88	36,95	39,48
Cadeia Longa (> C18)	35,68	39,44	45,54	40,22
Saturados	66,14	65,66	60,37	64,06
Monoinsaturados (MUFA)	24,08	25,69	30,01	26,59
Poli-insaturados (PUFA)	4,19	4,22	5,22	4,54
Insaturados Totais	28,63	29,43	35,11	31,06
Índice de Aterogenicidade ¹ (%)	2,23	2,28	1,79	2,10

¹ $(C12:0 + (4 \times C14:0) + C16:0) / (\Sigma \text{ ácidos graxos insaturados})$

Valores semelhantes a estes foram obtidos por Bodas et al. (2010), Branciari et al. (2012) e Mughetti et al. (2012) ao suplementarem ovelhas, respectivamente, com 3% de óleo de linhaça, 12 e 20% de linhaça extrusada.

3.5. Análise Microbiológica

As análises microbiológicas não detectaram a presença de *Salmonella spp.* Os valores encontrados nas determinações do NMP de coliformes totais, coliformes termotolerantes e contagem de *Staphylococcus aureus* encontram-se dentro dos parâmetros propostos pela Portaria nº 146, anexo II, do MAPA (BRASIL, 1996), permitindo que as amostras fossem utilizadas nas análises sensoriais.

3.6. Análise Sensorial

As médias de aceitação dos queijos curados avaliados após 10 dias de maturação encontram-se na Tabela 7, para os atributos aparência, odor, sabor, textura e aceitação global. Em geral, as amostras apresentaram boa aceitação, com médias variando entre 6 (gostei ligeiramente) e 7 (gostei moderadamente) para todos os atributos avaliados, indicando que a suplementação lipídica com fontes de linhaça foi aceitável e comparável aos queijos fabricados com leite das ovelhas não suplementadas.

Tabela 7. Médias de aceitação atribuídas pelos provadores para os queijos curados elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado controle, farelo de linhaça e óleo de linhaça

Atributos	Tratamentos			Média	P<0,05
	Controle	Farelo	Óleo		
Aparência	7,06ab	6,63b	7,33a	7,01	*
Odor	6,62	6,57	6,80	6,65	ns
Sabor	6,72	6,82	6,97	6,84	ns
Textura	7,02	6,53	7,05	6,87	ns
Aceitação Global	7,05	6,73	7,18	6,99	ns

^{ab} Letras diferentes na mesma linha diferem significativamente pelo teste de Kruskal-Wallis. ns: não significativo.

Dentre os atributos avaliados, apenas a aparência apresentou diferença significativa na aceitação dos queijos ($P<0,05$), com menor aceitação deste atributo para os queijos elaborados com leite de ovelhas suplementadas com farelo de linhaça. Esta menor aceitação pode ser decorrente da menor umidade apresentada por estes queijos, deixando-os com aspecto ligeiramente ressecado, contudo não foi suficiente para causar rejeição entre os provadores.

Médias de aceitação semelhantes a estas foram relatadas por Gómez-Cortés et al. (2009) para queijos Manchego elaborados com leite de ovelhas suplementadas com concentrado contendo linhaça extrusada, que concluíram que a suplementação lipídica não prejudicou as características organolépticas do queijo de ovelha. Entretanto, estes autores não verificaram diferenças significativas para os atributos aparência, aroma, sabor, textura e aceitação global dos queijos avaliados.

Porém, Mugghetti et al. (2012) relataram que queijos Pecorino produzidos a partir do leite de ovelhas suplementadas com linhaça extrusada tiveram menor sabor residual e textura mais granulada que os queijos do tratamento controle. Estas alterações podem ser associadas às mudanças ocorridas no perfil de ácidos graxos destes queijos, pois os

autores observaram redução nos teores dos ácidos cáprico, caprílico e caproico, responsáveis pelo sabor característico do queijo de ovelha o qual se torna mais acentuado com a maturação. Provavelmente a diminuição destes ácidos graxos contribuiu para o menor sabor residual destes queijos.

Embora os queijos dos tratamentos com suplementação lipídica tenham apresentado menores valores destes mesmos ácidos graxos, estas alterações não foram suficientes para causar percepção nos provadores quanto às mudanças de sabor entre os queijos. O período de maturação de 10 dias pode não ter sido suficiente para acentuar o sabor característico do queijo de ovelha.

Os resultados obtidos podem ser considerados satisfatórios, mostrando que o queijo curado produzido com leite ovino é um produto diferenciado e com boa aceitação pelos provadores.

Conclusão

A suplementação lipídica com óleo ou farelo de linhaça não prejudica a aceitação dos queijos curados.

Referências Bibliográficas

- BRANCIARI, R. et al. Consumer acceptability of ovine cheese from ewes fed extruded linseed-enriched diets. **Small Ruminant Research**, Amsterdam, n.106S, p.S43-S48, 2012.
- BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Secretaria da Defesa Agropecuária. Departamento de Inspeção de Produtos de Origem Animal. Portaria nº 146 de 07 de março de 1996. Aprova os Regulamentos técnicos de identidade e qualidade dos produtos lácteos. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 11 mar. 1996.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 62 de 26 de agosto de 2003. Aprova os métodos analíticos oficiais para controle de produtos de origem animal e água. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 18 set. 2003.
- BODAS, R. et al. Comparison of the fatty acid profiles in cheeses from ewes fed diets supplemented with different plant oils. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 58, n. 19, p. 10493-502, 2010.
- BONASSI, I. A. **Elaboração de queijos e de outros produtos lácteos** - Manual Prático para pequena produção rural. Botucatu: ITESP/FUNDUNESP. 1999. 57p.
- CAMPBELL, W.; DRAKE, M. A.; LARICK, D. K. The impact of fortification with conjugated linoleic acid (CLA) in the quality of fluid milk. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 9, p. 1743-1751, 2003.
- CHILLIARD, Y. et al. A review of nutritional and physiological factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 9, p. 1751-1770, 2003.
- CHRISTIE, W. W. A simple procedure for rapid transmethylation of glycerolipids and cholesterol esters. **Journal of Lipid Research**, Bethesda, n. 23, p. 1072, 1982.
- DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos** – 3ª ed. rev. e ampl. Curitiba: Champagnat. 2011. 426p.
- FOX, P. F.; GUINEE, T. P.; COGAN, T. M. et al. **Fundamentals of cheese science**, Gaithersburg, Maryland: Aspen Publishers. 2000. 587p.
- GAJO, A. A. **Caracterização do leite de ovelhas Santa Inês, Bergamácia e mestiças durante o período de lactação e avaliação tecnológica na elaboração de queijo similar ao minas padrão**. 2010. 108p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2010.
- GÓMEZ-CORTÉS, 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**, Champaign, v. 92, n. 9, p. 4122-4134, 2009.

HARA, A.; RADIN, N. S. Lipid extraction of tissues with low-toxicity solvent. **Analytical Biochemistry**, New York, n. 90, p. 420-426, 1978.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4ª ed.-1ª ed. digital. Zenebon, O.; Pascuet, N. S.; Tiglea, P. (coord). São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008. cap. 17, p. 819-877.

JAKOBSEN, M. U. et al. Intake of ruminant trans fatty acids and risk of coronary heart disease. **International Journal of Epidemiology**, Oxford, v. 37, p. 173-182, 2008.

LUCEY, J. A., JOHNSON, M. E., HORNE, D. S. Invited Review: Perspectives on the Basis of the Rheology and Texture Properties of Cheese. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 86, n. 9, p. 2725-2743, 2003.

MUGHETTI, L. et al. Integration of extruded linseed into dairy sheep diets: Effects on milk composition and quality and sensorial properties of Pecorino cheese. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 178, p. 27-39, 2012.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrients requirements of sheep**. 6ª ed. Washington: National Academy Press Inc., 2007.

PENNA, C. F. A. M. **Produção e parâmetros de qualidade de leite e queijos de ovelhas Lacaune, Santa Inês e suas mestiças submetidas a dietas elaboradas com soja ou linhça**. 2011. 155 f. Tese (Doutorado em Produção Animal)-Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2011.

PINHO, O et al. Chemical, physical, and sensorial characteristics of “Terrincho” ewe cheese: changes during ripening and intravarietal comparison. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 87, n. 2, p. 249-257, 2004.

SABOYA, L. V. et al. Efeitos físico-químicos da adição de leite reconstituído na fabricação de queijo Minas frescal. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 18, n. 4, p. 368-376, 1998.

SIRÓ, I et al. Functional food. Product development, marketing and consumer acceptance – a review. **Appetite**, London, v. 51, p. 456-467.

STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS. **SAS/STAT. User’s guide**. Version 9.3 4.ed. v.1. Cary: 2012. 890p.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. 2000. **Sistema de análises estatísticas e genéticas** – SAEG. Versão 8.0. Viçosa, MG, 142p.

ZHANG, R. MUSTAFA, A.F.; ZHAO, X. Effects of feeding oilseeds rich in linoleic and linolenic fatty acids to lactating ewes on cheese yield and on fatty acid composition of milk and cheese. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v. 127, p. 220-233, 2006.

CAPÍTULO IV

IMPLICAÇÕES

Implicações

Embora seja uma atividade recente, a ovinocultura de leite no Brasil tem se expandido e apresenta grande potencial de desenvolvimento, haja vista o crescente número de pesquisas nessa área como na de tecnologia de alimentos, voltadas principalmente para elaboração de produtos lácteos, uma vez que a maior parte desse leite é destinada à fabricação de seus derivados.

O uso de ingredientes na alimentação animal, que contribuam para a produção de um leite mais saudável, é outra vertente que tem crescido, pois os consumidores estão mais exigentes e preocupados com sua saúde.

Por meio deste trabalho, constatou-se que a utilização do óleo e farelo de linhaça é uma alternativa para modificar o perfil de ácidos graxos do leite, o que vem de encontro com as necessidades do mercado consumidor.

Contudo, para se utilizar o óleo de linhaça, ele deve estar acondicionado em tambores escuros para evitar a oxidação e por isso deve ser adicionado ao concentrado diariamente. Em escala produtiva, nos grandes rebanhos, este manejo pode se tornar inviável, devido ao tempo demandado para pesagem e mistura do óleo ao concentrado. Já o farelo de linhaça é uma opção mais fácil, porém não proporciona tantos benefícios ao perfil de ácidos graxos como o uso do óleo.

Como a produção e a composição centesimal do leite não se alteraram neste experimento e o rendimento em queijo não foi prejudicado, o uso da linhaça torna-se uma boa opção para os produtores que queiram agregar valor aos seus produtos, uma vez que o queijo produzido pode ser considerado naturalmente enriquecido em ácidos graxos poli-insaturados, como o CLA e o ômega-3 e foi bem aceito pelos consumidores.

Espera-se que por meio do conhecimento gerado por este trabalho e com a divulgação dos benefícios que os derivados lácteos ovinos podem oferecer a saúde do consumidor, haja o desenvolvimento deste setor ainda pouco explorado pela indústria de laticínios e pelos produtores rurais, aumentando assim seu consumo e a economia que gira em torno desta atividade.