



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FONTES LIPÍDICAS NA ALIMENTAÇÃO DE OVELHAS
PANTANEIRAS SOBRE A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO
LEITE**

RENATA ALVES DAS CHAGAS

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS
Fevereiro de 2019



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA**

**FONTES LIPÍDICAS NA ALIMENTAÇÃO DE OVELHAS PANTANEIRAS
SOBRE A PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE**

RENATA ALVES DAS CHAGAS
Zootecnista

Orientador: Prof. Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior
Coorientadora: Tatiane Fernandes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia – Área de Concentração: Produção Animal, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Zootecnia.

Dourados – MS
Fevereiro de 2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

C433f Chagas, Renata Alves Das

Fontes lipídicas na alimentação de ovelhas Pantaneiras sobre a produção e composição do leite [recurso eletrônico] / Renata Alves Das Chagas. -- 2019.

Arquivo em formato pdf.

Orientador: Fernando Miranda de Vargas Junior.

Coorientadora: Tatiane Fernandes.

Dissertação (Mestrado em Zootecnia)-Universidade Federal da Grande Dourados, 2019.

Disponível no Repositório Institucional da UFGD em:

<https://portal.ufgd.edu.br/setor/biblioteca/repositorio>

1. fontes de gordura. 2. caseína. 3. rendimento. I. Vargas Junior, Fernando Miranda De . II. Fernandes, Tatiane. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

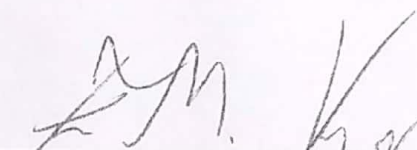
FONTES LIPÍDICAS NA ALIMENTAÇÃO DE OVELHAS PANTANEIRAS SOBRE A
PRODUÇÃO E COMPOSIÇÃO DO LEITE

por

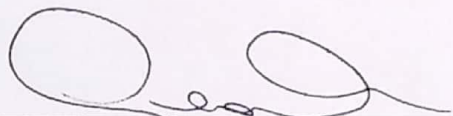
RENATA ALVES DAS CHAGAS

Dissertação apresentada como parte dos requisitos exigidos para obtenção do título
de MESTRE EM ZOOTECNIA

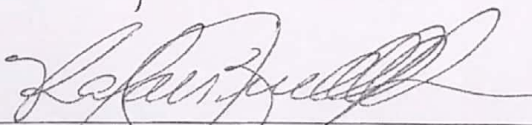
Aprovado em: 21/02/2019



Dr. Fernando Miranda de Vargas Junior
Orientador – UFGD/FCA



Dra. Gladis Ferreira Corrêa
UNIPAMPA/Câmpus Dom Pedrito



Dr. Rafael Henrique de Tonissi e Buschinelli de Goes
UFGD/FCA

DEDICATÓRIA

Aos meus pais, pelo incentivo e apoio de sempre.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por tudo.

Aos meus pais, Luci Leia Alves e Jerri Fonseca, pela paciência, amor, amizade e por serem as pessoas mais extraordinárias do meu mundo.

A minha tia Sandra e meu avô Adão, por serem presentes em minha vida.

Ao meu orientador Professor Dr, Fernando Miranda de Vargas Junior, pela confiança, preocupação, compreensão, dedicação e por ser como um Pai quando era preciso.

A minha co orientadora doutora Tatiane Fernandes por todo apoio, dedicação e paciência, apareceu como um anjo no momento que mais precisei.

Aos funcionários da UFGD, entre terceirizados e técnicos de laboratório, pela ajuda na mão de obra do meu experimento e nas análises laboratoriais.

Aos colegas do grupo Ovinotecnia, pela ajuda braçal no meu experimento. Não se faz nada sozinho!

Aos amigos que conquistei no mestrado, primeiramente a colega Adrielly, pelo acolhimento em sua casa na minha chegada em Dourados. As minhas amigas Agda, Ariadne, Luana, Nayara e Rebeca, pelo companheirismo e por tornarem tudo melhor.

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pelos ensinamentos.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela bolsa concedida em meu primeiro ano de mestrado.

À Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul (FUNDECT) pela bolsa concedida em meu segundo ano de mestrado.

A todas as pessoas que ajudaram de alguma forma durante esta minha trajetória.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	v
LISTA DE ABREVIATURAS.....	vi
Resumo.....	1
Abstract.....	2
Considerações iniciais.....	3
CAPÍTULO I - ESTUDO META-ANALÍTICO SOBRE A INFLUÊNCIA DE SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE EM PEQUENOS RUMINANTES.....	5
1. Introdução.....	9
2. Material e métodos.....	10
2.1. Banco de dados.....	10
2.2. Análise estatística.....	12
3. Resultados.....	12
3.1. Ingestão de matéria seca, produção leiteira e componentes do leite.....	12
3.2. Perfil de ácidos graxos do leite.....	14
4. Discussão.....	19
5. Conclusão.....	22
Referências.....	22
CAPÍTULO II - CARACTERIZAÇÃO DO LEITE DE OVELHAS PANTANEIRAS ALIMENTADAS COM SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA: PRODUÇÃO DE QUEIJO, QUALIDADE E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE.....	27
1. Introdução.....	32
2. Material e métodos.....	33
2.1. Animais, dietas e delineamento experimental.....	33
2.2. Amostragem.....	34
2.3. Análises bromatológicas.....	35
2.4. Digestibilidade.....	35
2.5. Correção de energia do leite e excreção de energia do leite.....	36
2.6. Perfil de ácidos graxos, capacidade oxidante e antioxidante do leite.....	36
2.7. Produção de queijos.....	37
2.8. Análises da composição química e funcionalidade dos queijos.....	37
2.9. Análise estatística.....	39
3. Resultados.....	39
3.1. Consumo, digestibilidade de nutrientes e constituintes do leite.....	39
3.2. Perfil de ácidos graxos, capacidade oxidante e antioxidante do leite.....	40
3.3. Composição físico-química, funcionalidade e análise sensorial dos queijos.....	41

4. Discussão.....	41
4.1. A suplementação lipídica e sua influência no consumo e digestibilidade, produção e composição do leite.....	41
4.2. Perfil de ácidos graxos e estabilidade oxidativa do leite.....	42
4.3. Aspectos qualitativos ligados a composição físico-química, funcionalidade e análise sensorial dos queijos.....	45
5. Conclusão.....	46
Referências.....	46

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

Tabela 1. Breve resumo dos estudos incluídos no banco de dados.....	10
Tabela 2. Médias e variações dos dados de consumo de MS, produção leiteira, composição do leite e rendimento queijeiro dos trabalhos selecionados para o estudo meta-analítico com pequenos ruminantes.....	12
Tabela 3. Médias e variações dos dados de perfil dos ácidos graxos dos trabalhos selecionados para o estudo meta-analítico com pequenos ruminantes.....	14

CAPÍTULO II

Tabela 1. Ingredientes, composição química e perfil de ácidos graxos de concentrados experimentais (CE) (200 g/animal/d), concentrado comercial (CC) fornecido de acordo com a produção de leite (1 kg de CC / 1 kg de produção de leite) e fenos utilizados na alimentação de ovelhas Pantaneiras.....	51
Tabela 2. Peso corporal (PC), consumo e digestibilidade da MS, nutrientes e DT de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas.....	52
Tabela 3. Produção e constituintes do leite (% e g/dia) e ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas.....	53
Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas.....	54
Tabela 5. Grau de oxidação lipídica e capacidade antioxidante do leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas.....	56
Tabela 6. Composição química, capacidade de derretimento (CD), rendimento de queijo (RQ) e coloração de queijos feitos com leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas.....	57
Tabela 7. Análise sensorial de queijos feitos com leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas, em escala de intensidade variando entre 0-10.....	58

LISTA DE ABREVIATURAS

AGI- Ácidos graxos insaturados	MM – Matéria mineral
AGS – Ácidos graxos saturados	MO – Matéria orgânica
AGMI – Ácidos graxos monoinsaturados	MS - Matéria seca
AGPI – Ácidos graxos poli-insaturados	N - Número
Aw – Atividade de água	NDT – Nutrientes digestíveis totais
Con - Controle	NUL – Nitrogênio ureico do leite
C* - Índice de saturação	OMS – Organização Mundial da Saúde
CC – Concentrado comercial	PB – Proteína bruta
CD – Capacidade de derretimento	PCAS – Proporção de caseína na proteína
CE – Concentrado experimental	PL – Produção leiteira
CLA – Ácido linoleico conjugado	PLEC – Produção de leite energeticamente corrigido
CT – Carboidratos totais	PL/CC – Produção de leite (kg) / Consumo de concentrado (kg)
DL – Dias em lactação	RQ – Rendimento queijeiro
Df – Diâmetro final	RTIQPL – Regulamento técnico de identidade e qualidade dos produtos lácteos
Di – Diâmetro inicial	ST – Sólidos totais
DP – Desvio Padrão	TNT – Tecido não tecido
EEL – Excreção de energia do leite	
EPM – Erro padrão da média	
ESD – Extrato seco desengordurado	
EST – Extrato seco total	
FDA – Fibra detergente ácido	
FDAi – Fibra detergente ácido indigestível	
FDN – Fibra detergente neutro	
GES – Gordura no extrato seco	
GNP – Gordura não protegida	
GO – Grão de oleaginosa	
GP – Gordura protegida	
GPP – Gordura protegida de palma	
GPS – Gordura protegida de soja	
GSD – Grão de soja desativado	
HUE - Ângulo de tonalidade	

RESUMO

CHAGAS, RA. Fontes lipídicas na alimentação de ovelhas pantaneiras sobre a produção e composição do leite. 2019. 69p. Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

Os objetivos desta dissertação foram: a) realização de uma meta-análise com o objetivo de reunir trabalhos que analisaram a produção leiteira, constituintes do leite e perfil de ácidos graxos de pequenos ruminantes suplementados com diferentes fontes lipídicas (Capítulo 1); b) avaliar a utilização de suplementação lipídica na composição, qualidade e rendimento queijeiro do leite de ovelhas da raça Pantaneira (Capítulo 2). Capítulo 1: para a meta-análise foi realizada uma busca por artigos científicos, que resultou em um banco de dados composto por 20 artigos e 940 animais, com trabalhos de 1998 a 2018. Os dados obtidos reforçam a necessidade de trabalhos que estudem a produção leiteira, trazendo de forma completa dados da composição do leite, englobando os constituintes de leite e perfil de ácidos graxos. Capítulo 2: para o estudo com as ovelhas da raça Pantaneira, foram selecionadas 25 fêmeas, de um rebanho de 100 animais, que foram alocadas em baias individuais, divididas em 5 tratamentos: Controle, Gordura protegida de soja (GPS), Gordura protegida de palma (GPP), Blend das duas gorduras protegidas e Grão de soja desativado (GSD). As ovelhas foram ordenhadas duas vezes ao dia (7h e 15h). Durante 56 dias experimentais, foram coletadas amostras de leite, alimentos ofertados, sobras e fezes, para avaliação do desempenho dos animais, composição leiteira e produção de queijos. Os animais que receberam a GPS apresentaram maior consumo, digestibilidade e produção de leite, desta forma, na análise sensorial, o queijo do GPS mostrou-se como uma excelente alternativa na fabricação de produtos derivados do leite, como opção de produto diferenciado aos consumidores.

Palavras-chave: fontes de gordura, caseína, rendimento.

ABSTRACT

CHAGAS, RA. Lipid supplies in Pantaneira sheep feeding on milk production and composition. 2019. 69p. Dissertação – Mestrado em Zootecnia – Faculdade de Ciências Agrárias – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados-MS.

The objectives of this dissertation were: a) to perform a meta-analysis aiming to gather works that analyzed the milk production, milk constituents and fatty acid profile of small ruminants supplemented with different lipid sources (Chapter 1); (b) to evaluate the use of lipid supplementation in the composition, quality and cheese yield of Pantaneira ewe (Chapter 2). Chapter 1: For the meta-analysis, a search for scientific articles was performed, which resulted in a database composed of 20 articles and 940 animals, with works from 1998 to 2018. The obtained data reinforce the need for studies that study the production. milk, completely bringing milk composition data, including milk constituents and fatty acid profile. Chapter 2: For the study with Pantaneira ewes, 25 females from a herd of 100 animals were selected and allocated to individual pens, divided into 5 treatments: Control, Protected Soy Fat (PSF), Protected palm fat (PPF), Blend of the two protected fats and Soybean grain deactivated (SGD). The sheep were milked twice a day (7h and 15h). During 56 experimental days, samples of milk, food offered, leftovers and feces were collected to evaluate the animals performance, milk composition and cheese production. The animals that received the PSF presented higher consumption, digestibility and milk production. Thus, in the sensory analysis, the SGD cheese proved to be an excellent alternative in the manufacture of dairy products, as a differentiated product option for consumers.

Keywords: sources of fat, casein, yield.

CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A ovinocultura leiteira vive em constante expansão no Brasil, mas ainda é uma área carente de desenvolvimento de processos produtivos, principalmente considerando o grande valor agregado que seus derivados possuem no mercado. A valorização da produção de leite ovino está geralmente relacionada com a produção de queijos, e isto se dá pela excelente aceitação deste derivado, seja no Brasil ou no exterior. A produção leiteira pode ser elevada em qualidade (constituintes) e rendimentos queijeiros conforme o grupo racial utilizado e o desenvolvimento e aplicação de técnicas aperfeiçoadas de manejo.

Desta forma, a importância de valorizar raças que são localmente adaptadas é fundamental, com o principal objetivo de facilitar o manejo e reduzir custos a ser empregados em um sistema produtivo. O ovino Pantaneiro vem demonstrando desempenho satisfatório quanto a produção de leite, no entanto, sua caracterização leiteira ainda é escassa, o que confere a necessidade de averiguar se é possível obter uma produção de leite considerável com esta raça, para comercialização de produtos diferenciados e que atendam às exigências de diversos consumidores e nichos de mercado.

A produção leiteira caracteriza-se por responder diretamente ao nível e qualidade alimentar ofertado aos animais, neste sentido a utilização de suplementação lipídica para ovelhas em lactação, nesta fase de alta exigência, tem como finalidade o fornecimento de energia de forma mais eficiente que os carboidratos e proteínas. Além, de fornecer ácidos graxos essenciais que são depositados no leite, e que podem gerar benefícios para saúde humana.

Assim, as hipóteses consideradas neste estudo foram: a) a suplementação lipídica influencia na produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite em pequenos ruminantes; b) a suplementação lipídica influencia na composição e qualidade de rendimento queijeiro de ovelhas da raça Pantaneira.

O objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho, produção e composição do leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas visando à produção de queijos.

Para realização do presente trabalho, primeiramente, foi realizada uma revisão

sistematizada, na forma de meta-análise, com o objetivo de reunir vários trabalhos em um só e definir a gama de estudos que abordam o assunto em questão. A meta-análise é uma revisão planejada para responder a uma pergunta específica que utiliza métodos explícitos e sistemáticos para identificar, selecionar e avaliar criticamente os estudos.

Esta dissertação encontra-se dividida em dois capítulos, no Capítulo I o artigo que o compõe apresenta uma revisão sistematizada sobre os assuntos que darão fundamento ao artigo do Capítulo II. O Capítulo I será submetido ao periódico Asian-Australian Journal of Animal Sciences (<https://www.ajas.info/>) e o Capítulo II ao periódico Archives of Animal Nutrition (<https://www.tandfonline.com/loi/gaan20>).

CAPÍTULO I

ESTUDO META-ANALÍTICO SOBRE A INFLUÊNCIA DE SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE EM PEQUENOS RUMINANTES

Capítulo redigido conforme as normas da Revista Asian-Australasian Journal of Animal
Sciences

Disponível: <https://www.ajas.info/authors/authors.php>

ESTUDO META-ANALÍTICO SOBRE A INFLUÊNCIA DE SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NA PRODUÇÃO, COMPOSIÇÃO E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO LEITE EM PEQUENOS RUMINANTES

Chagas RA^a, Vargas Junior FM^a, et al.

**^aFaculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados,
Dourados, MS, Brasil. CEP: 79804-970**

Autor correspondente: fernandojunior@ufgd.edu.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi através de uma meta-análise, avaliar os efeitos de diferentes fontes lipídicas sobre a produção, composição e perfil de ácidos graxos do leite em pequenos ruminantes. Um banco de dados a partir de 20 estudos publicados de 1998 a 2018, que incluíram 940 animais com um total de 14 variáveis contendo consumo de matéria seca (MS), produção e composição do leite e 38 variáveis de ácidos graxos presentes no leite foi utilizado. As fontes de gordura avaliadas foram categorizadas em gordura não protegida (GNP), grão de oleaginosa (GO) e gordura protegida (GP) comparadas a grupos sem suplementação lipídica. Para análise estatística foi realizada uma análise descritiva dos dados no programa Excel®. O consumo de MS foi apresentado em sete trabalhos, após a separação das dietas experimentais, esta variável agrupou maior número de dados nos grupos Con e GNP. Para os dados de produção leiteira, o grupo GP apresentou-se mais homogêneo que os demais de acordo com o desvio padrão. Dados de gordura, proteína, lactose e sólidos totais são nutrientes comumente analisados em trabalhos que avaliam a qualidade do leite. Os trabalhos avaliados apresentaram poucos dados de caseína e rendimento de leite. Os ácidos graxos mais citados em trabalhos que estudam a qualidade do leite são: C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C14:01, C15:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:trans11, C18:2 cis9, trans11, C18:2 trans10, cis12, C18:3 e C20:0, bem como os grupos de ácidos graxos no total, que são: saturados (AGS) e insaturados (AGI) (monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI)). A suplementação lipídica tem efeito positivo sobre a gordura no leite e consequentemente rendimento queijeiro, com destaque para a suplementação lipídica na forma protegida. Outro benefício é o aumento do valor nutricional do perfil de ácidos graxos, principalmente do ácido linoleico conjugado (CLA), permitindo a melhor qualidade de queijos para benefício humano.

Palavras-chave: revisão sistematizada, gordura, ácido linoleico conjugado, ovelhas, cabras.

**META-ANALYTICAL STUDY ON THE INFLUENCE OF LIPID
SUPPLEMENTATION IN THE PRODUCTION, COMPOSITION AND
PROFILE OF MILK FATTY ACIDS IN SMALL RUMINANTS**

Chagas RA^a, Vargas Junior FM^a, et al.

**^aFaculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados,
Dourados, MS, Brasil. CEP: 79804-970**

Autor correspondente: fernandojunior@ufgd.edu.br

Abstract

The aim of this work was through a meta-analysis to evaluate the effects of different lipid sources on milk fatty acid production, composition and profile in small ruminants. A database of 20 studies published from 1998 to 2018 including 940 animals with a total of 14 variables containing dry matter intake (DM), milk yield and composition, and 38 milk fatty acid variables was used. The sources of fat evaluated were categorized as unprotected fat (UF), oilseed grain (OG) and protected fat (PF) compared to groups without lipid supplementation. For statistical analysis, a descriptive analysis of the data was performed using the Excel® program. The consumption of DM was presented in seven studies, after the separation of the experimental diets. This variable grouped the largest number of data in the Con and UF groups. For the milk yield data, the GP group was more homogeneous than the others according to the standard deviation. Fat, protein, lactose and total solids data are nutrients commonly analyzed in studies that evaluate milk quality. The studies evaluated presented few data on casein and milk yield. The most cited fatty acids in studies that study the quality of milk are: C4: 0, C6: 0, C8: 0 C10: 0, C12: 0, C14: 0, C14: 01, C15: 0, C16: 0, C16: 1, C18: 0, C18: trans11, C18: 2 cis9, trans11, C18: 2 trans10, cis12, C18: 3 and C20: 0, as well as the total fatty acid groups, which are: saturated (FAS)) and unsaturated (FAU) (monounsaturated (FAMU) and polyunsaturated (FAPU)). Lipid supplementation has a positive effect on milk fat and consequently cheese yield, especially lipid supplementation in protected form. Another benefit is the increased nutritional value of the fatty acid profile, especially conjugated linoleic acid (CLA), allowing better quality cheese for human benefit.

Key-Words: systematized review, fat, conjugated linoleic acid, sheep, goats.

1. Introdução

O fornecimento de gordura na alimentação animal vem sendo estudado por muito tempo com o principal objetivo de fornecer energia na ração, de forma menos onerosa e mais eficiente. Diferenças na produção leiteira e composição de gordura e proteína do leite, em vacas que recebem a suplementação lipídica, variam substancialmente [1], o mesmo pode ocorrer em pequenos ruminantes. Pesquisas com utilização de fonte energética demonstram os benefícios da suplementação lipídica no perfil dos ácidos graxos, [2-3] onde o ácido linoleico conjugado (CLA) é um dos isômeros que mais se destaca, pois é conhecido pelas suas propriedades anticarcinogênicas [2], e seu isômero C18:2 cis9, trans11 é capaz de ajudar a combater a inflamação e reduzir o risco de doenças cardiovasculares [4-5].

Existem diferentes fontes lipídicas que podem ser utilizadas como fonte energética, Hervás et al [6] utilizaram óleo de girassol e perceberam aumento nos teores de C18:2 cis-9, trans11 (ácido rumênico) e C18:1 trans (ácido vacênico), que possuem benefícios na saúde humana. A gordura protegida ruminalmente é outra fonte de lipídios que pode ser utilizada, apresentando-se como uma forma de não prejudicar a fermentação ruminal por ser pouco ou nada biohidrogenada [7-8], e melhor absorvida a nível intestinal. Bianchi et al [9] obteve acréscimo na gordura do leite, com maiores níveis de gordura protegida de palma na dieta. Otaru et al [12] estudando óleo de soja em cabras, detectou que níveis até 4% de óleo desprotegido na dieta são recomendados por produzir leite eficientemente a um custo mais barato, não recomendando níveis acima desse teor.

A utilização de gordura é uma forma de suplementação ampla e muito estudada, onde, meta-análises que estudam a utilização de gordura na alimentação de vacas, são encontradas com facilidade [13-14-15-16]. No entanto, são escassos os estudos que envolvem a ampla variabilidade de resultados da utilização da gordura em dietas que venham a influenciar o desempenho produtivo de pequenos ruminantes em lactação.

Desta forma, estudos que possam reunir diversos dados que mostrem os resultados obtidos com suplementação lipídica, são necessários para sumarizar e melhor entender os efeitos da suplementação lipídica, pois, há indícios de que a resposta satisfatória, em termos de eficiência produtiva, é dependente da fonte lipídica utilizada e a quantidade ofertada ao animal. Os trabalhos aqui relatados são estudos realizados com pequenos ruminantes suplementados com diferentes fontes lipídicas, com isso, o

objetivo desta meta-análise foi avaliar os efeitos de diferentes fontes lipídicas sobre o consumo de matéria seca, produção, constituintes e perfil de ácidos graxos do leite.

2. Material e métodos

2.1. Banco de dados

Foi realizada uma pesquisa bibliográfica através de banco de dados eletrônicos (ScienceDirect e Periódicos CAPES) e posteriormente uma revisão de citações de publicações encontradas com base em uma série de fatos descritos pelos autores. Os estudos foram publicados como manuscritos completos em inglês, espanhol ou português, em revistas de 1998 até o ano de 2018. As palavras-chave utilizadas para a busca dos artigos foram: ‘*production milk*’, ‘*milk*’, ‘*dietary fat*’, ‘*oilseed*’, ‘*fatty acids*’, ‘*fat*’, ‘*small ruminants*’, ‘*sheep*’ e ‘*goat*’. Apesar de mais de 600 artigos terem sido identificados na busca, 48 artigos foram selecionados pelo título como aptos. No entanto, apenas 20 periódicos foram utilizados no estudo meta-analítico, totalizando 4 tratamentos com diferentes fontes de suplementação energética e 940 animais. A tabela 1 apresenta um resumo dos trabalhos utilizados para compor o banco de dados.

Tabela 1. Breve resumo dos estudos incluídos no banco de dados

Referência	Nº de animais	Espécie	Tratamentos	Raça	DL	OS
[17]	42	Ovelha	Con-GO	50% East Friesian 50% Lacaune	28	21
[11]	27	Ovelha	Con-GP	Comisana	42	112
[9]	30	Ovelha	Con-GP	Lacaune	10	120
[18]	24	Cabra	Con-GNP	Murciano-Granadina	21	56
[19]	40	Ovelha	Con-GO	Turcana	70	70
[20]	40	Cabra	Con-GO	Saanen	120	60
[21]	20	Ovelha	Con-GNP	Santa Inês	11	70
[22]	56	Ovelha	Con-GO	Santa Inês	14	56
[23]	80	Ovelha	Con-GNP	Chios	7 dias pré-parto	150
[24]	24	Ovelha	Con-GNP	Assaf	126	28
[12]	25	Cabra	Con-GNP	Red Sokoto	30 dias pré-parto	118
[25]	90	Ovelha	Con-GP	Awassi	1	60
[26]	32	Ovelha	Con-GNP	Assaf	84	28
[10]	120	Ovelha	Con-GO	Suffolk x East Friesian	52	35
[27]	36	Ovelha	Con-GP	Lacaune	1	182
[28]	20	Ovelha	Con-GP	Rahmani x Barki	14	60
[29]	37	Ovelha	GP	Lacaune e East	70	56

Referência	Nº de animais	Espécie	Tratamentos	Raça	DL	OS
[3]	125	Ovelha	Con-GNP	Friesian Awassi	1	60
[30]	12	Cabra	Con-GP	Saanen, Alpina Francesa, Toggenburg e Nubia	46	84
[31]	60	Ovelha	Con-GNP	Lacaune	120	42
N Total	940					

DL, dias em lactação; PS, período de suplementação; Con, Controle; GO, Grão de oleaginoso; GP, Gordura protegida; GNP, Gordura não protegida; N, número total de animais reunidos no estudo meta-analítico.

Os critérios de seleção utilizados na busca dos artigos foram relativos à utilização de pequenos ruminantes lactantes suplementados com diferentes fontes energéticas. Dos artigos identificados foram avaliadas as variáveis consumo de matéria seca (MS), produção leiteira, composição química do leite e perfil de ácidos graxos do leite. As informações foram extraídas diretamente das tabelas de resultados de cada artigo. Alguns dados estavam incompletos ou não foram reportados de maneira uniforme, necessitando de cálculos de estimativa e conversão de unidades de medida.

Foram excluídos 2 tratamentos com utilização de óleo de peixe de um dos trabalhos [26], por seu uso ser proibido em ruminantes no Brasil, da mesma forma, em outro estudo, foi excluído o de blends de óleo de soja e peixe em diferentes níveis [21]. Foi feita a exclusão do tratamento com melaço de cana de açúcar [28], por ser uma fonte de carboidratos e não fonte lipídica. Por último, foi realizada a exclusão dos tratamentos com indução de CLA [29], em que foram utilizadas fontes de gordura protegida de palma e soja, comparando em uma situação normal e outra com indução de CLA, objetivando analisar o efeito de gorduras protegidas na gordura do leite, pois o princípio era avaliar a influência das suplementações lipídicas no leite, em situação natural.

Dois trabalhos [12-23] passaram a suplementar os animais antes do parto, no entanto foi decidido mantê-los, pois, estes avaliaram a influência das suplementações lipídicas sobre composição e perfil de ácidos graxos do leite também após a parição. Zhang et al [10-17] e Ferreira et al [21-22] são citados em dois trabalhos, cada um, pois ambos possuem autoria principal em artigos, porém são estudos diferentes.

Depois de realizadas as exclusões dos tratamentos que estavam fora do objetivo deste estudo meta-analítico, foram construídos tratamentos, separando todos

tratamentos controle dos tratamentos com fonte lipídica. Os grupos experimentais foram separados por tipo de fonte energética, sendo estes: Controle (Con), gordura não protegida (GNP), grãos de oleaginosas (GO) e gordura protegida (GP).

Foram avaliados consumo de matéria seca, produção leiteira, composição de gordura, proteína, lactose, sólidos totais, caseína, rendimento do leite e perfil de ácidos graxos do leite.

2.2. Análise estatística

As análises descritivas foram realizadas com o programa Excel®, de acordo com cada variável e separando pelos tipos de suplementação e o controle.

3. Resultados

3.1. Ingestão de matéria seca, produção leiteira e componentes do leite

Médias, desvio padrão e valores mínimo e máximo foram atribuídos as variáveis citadas, sendo apresentados nas tabelas 2 e 3.

Tabela 2. Médias e variações dos dados de consumo de MS, produção leiteira, composição do leite e rendimento queijeiro dos trabalhos selecionados para o estudo meta-analítico com pequenos ruminantes

Tratamentos	N	Mínimo	Média	Máximo	DP
Consumo de matéria seca (kg/dia)					
Com	7	0,90	2,05	3,10	0,70
GNP	11	0,73	1,77	2,84	0,78
GO	3	1,17	1,33	1,47	0,15
GP	2	2,45	2,45	2,45	-
Produção de leite (kg/dia)					
Com	18	0,320	1,280	2,660	0,60
GNP	21	0,266	1,431	2,633	0,70
GO	7	0,686	1,154	2,370	0,61
GP	12	0,531	1,422	1,900	0,45
Gordura (%)					
Com	18	3,20	6,35	9,91	2,00
GNP	21	2,99	6,54	9,73	1,84
GO	7	3,77	6,98	8,36	1,66
GP	12	3,26	6,54	10,3	2,06
Gordura (g/dia)					
Com	18	8	79,2	151,4	37,00
GNP	21	8	89,3	171,6	47,93
GO	7	57,37	73,07	86	12,24
GP	12	16,18	95,0	140	40,56
Proteína (%)					
Com	16	2,82	5,00	7,61	1,10

Tratamentos	N	Mínimo	Média	Máximo	DP
GNP	21	3,38	5,30	7,28	0,97
GO	4	2,96	4,84	6,15	1,70
GP	10	3,74	4,42	5,05	0,38
Proteína (g/dia)					
Com	16	8,60	57,82	133,90	31,50
GNP	21	9,20	56,79	127,80	36,30
GO	4	38,50	51,58	70,30	16,29
GP	10	22,19	65,61	83,68	21,52
Lactose (%)					
Com	8	2,09	4,57	5,89	1,10
GNP	5	4,27	4,50	4,76	0,23
GO	4	1,83	4,18	5,14	1,89
GP	8	4,48	4,78	5,79	0,42
Lactose (g/dia)					
Com	9	25,23	53,65	116,38	33,30
GNP	8	30,25	45,76	73,78	30,98
GO	4	35,27	42,09	49,60	4,17
GP	8	28,50	88,28	135,45	35,68
Sólidos totais (%)					
Com	9	12,90	16,62	19,67	2,00
GNP	16	13,4	16,70	21,34	2,39
GO	1	16,61	16,61	16,61	-
GP	3	14,48	16,56	17,70	1,80
Sólidos totais (g/dia)					
Com	9	50,74	215,22	443,10	121,80
GNP	16	39,95	212,75	434,60	117,56
GO	1	176,1	176,1	176,1	-
GP	3	76,88	172,43	247,80	87,22
Caseína (%)					
Com	1	5,18	5,18	5,18	-
GNP	4	3,63	4,81	5,32	0,79
GO	1	3,5	3,5	3,5	-
GP	-	-	-	-	-
Caseína (g/dia)					
Com	1	42,27	42,27	42,27	-
GNP	4	43,20	44,11	44,90	0,72
GO	1	37,60	37,60	37,60	-
GP	-	-	-	-	-
Rendimento de leite (%)					
Com	1	21,30	21,30	21,30	-
GNP	4	16,99	21,37	23,60	2,97
GO	1	16,36	16,36	16,36	-
GP	-	-	-	-	-
Rendimento (g/kg)					
Com	1	173,81	173,81	173,81	-
GNP	4	169,90	188,58	199,18	13,15
GO	1	163,6	163,6	163,6	-
GP	-	-	-	-	-

N, número de dados relacionado às variáveis dentro de cada tratamento; DP, desvio padrão; MS, matéria seca; Con, controle; GNP, gordura não protegida; GO, grão de oleaginosas; GP, gordura protegida.

O consumo de MS foi apresentado em sete trabalhos, após a separação das dietas experimentais, esta variável agrupou maior número de dados nos grupos Con e GNP. O grupo GP não possui DP por só possuir dois dados de consumo nos trabalhos analisados. Para os dados de produção leiteira, o grupo GP apresentou-se mais homogêneo que os demais de acordo com o desvio padrão. Dados de gordura, proteína e lactose são nutrientes comumente analisados em trabalhos que avaliam a qualidade do leite, sendo possível verificar que estes parâmetros se encontram em uma quantidade suficiente de acordo com o volume de trabalhos avaliados neste estudo meta-analítico. Assim como para dados de sólidos totais, no entanto tratamento Con e GNP apresentaram maiores quantidades de dados que os demais tratamentos. Os trabalhos avaliados apresentaram poucos dados de caseína e rendimento de leite.

3.2. Perfil de ácidos graxos do leite

Tabela 3. Médias e variações dos dados de perfil dos ácidos graxos dos trabalhos selecionados para o estudo meta-analítico com pequenos ruminantes

Tratamentos	N	Mínimo	Média	Máximo	DP
C4:0 (%)					
Com	9	0,26	2,49	4,66	1,30
GNP	12	1,27	2,51	4,27	0,85
GO	2	0,25	1,47	2,7	-
GP	4	2,75	3,68	4,62	1,01
C6:0 (%)					
Com	10	1,99	21,63	37,30	12,1
GNP	14	1,6	20,42	31,5	9,22
GO	2	1,4	9,6	17,8	-
GP	4	1,77	12,3	24,4	11,89
C8:0 (%)					
Com	10	1,68	2,50	3,37	0,60
GNP	14	1,2	2,23	3,12	0,59
GO	2	1,5	1,53	1,56	-
GP	4	1,53	1,89	2,45	0,41
C10:0 (%)					
Com	13	5,25	8,69	10,84	1,80
GNP	14	3,93	8,89	34,00	7,37
GO	7	4,09	11,03	40,00	1,64
GP	4	3,85	6,56	8,15	2,04
C12:0 (%)					
Com	13	2,60	4,92	9,19	1,80
GNP	14	1,76	4,82	25,00	5,90
GO	7	1,85	6,76	27,00	1,13
GP	4	3,12	6,37	9,11	3,15

Tabela 3. Médias e variações dos dados de perfil dos ácidos graxos dos trabalhos selecionados para o estudo meta-analítico com pequenos ruminantes

Tratamentos	N	Mínimo	Média	Máximo	DP
C14:0 (%)					
Com	13	2,60	10,21	12,90	2,80
GNP	14	1,02	12,17	81,00	20,10
GO	7	5,87	19,53	85,00	2,05
GP	4	9,27	11,01	12,07	1,31
C14:1 (%)					
Com	12	0,15	0,39	1,29	0,30
GNP	13	0,13	1,06	3,43	1,25
GO	5	0,12	0,3	0,5	0,13
GP	4	0,23	0,37	0,48	0,10
C15:0 (%)					
Com	12	0,69	1,05	1,87	0,30
GNP	14	0,5	1,96	12,00	2,94
GO	7	0,53	2,38	12,00	0,17
GP	2	1,58	1,66	1,74	0,11
C15:1 (%)					
Com	4	0,01	0,17	0,31	0,10
GNP	3	0,09	0,24	0,33	0,13
GO	4	0,003	0,18	0,25	0,12
GP	-	-	-	-	-
C16:0 (%)					
Com	13	16,37	25,92	35,39	4,60
GNP	14	13,57	34,32	199,00	47,92
GO	7	18,40	50,04	208	3,72
GP	4	26,01	27,89	29,64	1,62
C16:1 (%)					
Com	7	0,35	0,78	1,90	0,50
GNP	4	0,5	0,86	1,28	0,39
GO	5	0,33	0,45	0,65	0,12
GP	2	1,94	1,94	1,95	0,007
C17:0 (%)					
Com	9	0,28	0,67	1,25	0,30
GNP	9	0,29	0,95	1,95	0,71
GO	6	0,53	0,68	0,80	0,11
GP	-	-	-	-	-
C17:1 (%)					
Com	8	0,17	0,39	0,88	0,30
GNP	9	0,09	0,52	1,21	0,46
GO	5	0,29	0,42	0,51	0,08
GP	-	-	-	-	-
C18:0 (%)					
Com	13	4,86	10,29	17,16	3,60
GNP	14	6,21	12,73	22,8	4,12
GO	7	9,84	14,15	19,8	2,87
GP	4	7,38	9,21	11,15	2,07
C18:1 trans 6-8 (%)					
Com	3	0,14	0,30	0,46	0,20

Tabela 3. Médias e variações dos dados de perfil dos ácidos graxos dos trabalhos selecionados para o estudo meta-analítico com pequenos ruminantes

Tratamentos	N	Mínimo	Média	Máximo	DP
GNP	3	0,50	0,63	0,83	0,17
GO	2	0,45	0,47	0,5	-
GP	-	-	-	-	-
C18:1 trans9 (%)					
Com	4	0,17	0,27	0,44	0,10
GNP	4	0,50	0,61	0,74	0,10
GO	2	0,40	0,40	0,41	-
GP	-	-	-	-	-
C18:1 trans10 (%)					
Com	4	0,30	1,44	2,66	1,10
GNP	6	2,11	4,76	6,06	1,45
GO	1	0,59	0,59	0,59	-
GP	2	0,32	0,37	0,43	0,07
C18:1 (VA) (%)					
Com	10	8,80	18,98	34,70	7,20
GNP	14	1,5	36,65	64,10	19,58
GO	4	1,5	32,4	57,5	13,92
GP	2	17,6	18,6	19,6	1,41
C18:1 n9c (%)					
Com	10	0,12	0,18	0,27	0,10
GNP	13	0,12	1,61	19,1	5,25
GO	7	0,21	2,88	18,6	0,03
GP	-	-	-	-	-
C18:1 c11 (%)					
Com	7	0,45	0,52	0,61	0,10
GNP	5	0,43	0,63	0,84	0,18
GO	3	0,66	0,77	0,96	0,16
GP	-	-	-	-	-
C18:2 n-6 (%)					
Com	9	1,99	4,24	18,01	5,20
GNP	12	2,3	6,00	14,12	4,59
GO	7	2,39	2,98	4,10	0,30
GP	-	-	-	-	-
C18:3 n-3 (%)					
Com	7	0,06	0,95	2,06	0,90
GNP	6	0,19	2,01	4,61	1,60
GO	6	0,09	0,98	2,09	0,90
GP	-	-	-	-	-
C18:2 cis9, trans11 (%)					
Com	11	0,49	1,03	2,15	0,60
GNP	14	0,63	2,39	5	1,48
GO	7	0,57	1,48	2,7	0,92
GP	2	0,84	0,84	0,84	-
Total CLA (%)					
Com	3	1,13	1,58	2,12	0,50
GNP	4	1,60	1,92	2,60	0,45
GO	3	2,29	2,56	2,90	0,43

Tabela 3. Médias e variações dos dados de perfil dos ácidos graxos dos trabalhos selecionados para o estudo meta-analítico com pequenos ruminantes

Tratamentos	N	Mínimo	Média	Máximo	DP
GP	-	-	-	-	-
C18:2 tras10, cis12 (%)					
Com	10	0,01	0,30	2,20	0,70
GNP	13	0,01	1,43	4,53	1,89
GO	7	0,05	0,15	0,2	0,07
GP	2	0,03	0,05	0,08	0,03
C18:3 (%)					
Com	4	0,32	0,56	0,89	0,30
GNP	5	0,42	0,74	1,80	0,59
GO	1	1,4	1,4	1,4	-
GP	2	0,94	0,96	0,98	0,02
C18:3 n-3 (%)					
Com	7	0,06	0,86	2,06	0,80
GNP	5	0,19	1,15	2	0,85
GO	6	0,09	0,98	2,09	0,96
GP	-	-	-	-	-
C18:3 n-6 (%)					
Com	4	0,01	0,25	0,70	0,30
GNP	5	0,05	0,62	1	0,43
GO	1	0,15	0,15	0,15	-
GP	-	-	-	-	-
C20:0 (%)					
Com	10	0,13	0,67	3,36	1,00
GNP	12	0,16	2,05	6,23	2,20
GO	3	0,29	0,29	0,30	0,005
GP	2	0,66	0,69	0,73	0,04
C20:4 (%)					
Com	5	0,13	0,35	1,00	0,40
GNP	4	0,11	0,80	1,20	0,47
GO	3	0,13	0,19	0,24	0,05
GP	-	-	-	-	-
C22:0 (%)					
Com	4	0,07	0,28	0,90	0,40
GNP	6	0,05	0,48	1,20	0,49
GO	-	-	-	-	-
GP	2	0,11	0,13	0,16	0,03
Ácidos graxos de cadeia curta (C4-C10; %)					
Com	7	10,41	19,33	37,84	8,90
GNP	6	10,49	16,16	21,8	4,73
GO	6	7,74	11,03	14,16	2,52
GP	2	24,5	27,73	30,96	4,56
Ácidos graxos de cadeia média (C12-C14; %)					
Com	7	24,65	40,26	47,86	8,10
GNP	6	30,9	33,51	37,09	2,23
GO	6	31,47	39,21	45,89	6,02
GP	2	27,95	28,52	29,1	0,81
Ácidos graxos de cadeia longa (C16-C18; C20 ou mais; %)					

Tabela 3. Médias e variações dos dados de perfil dos ácidos graxos dos trabalhos selecionados para o estudo meta-analítico com pequenos ruminantes

Tratamentos	N	Mínimo	Média	Máximo	DP
Com	7	34,90	39,22	45,94	4,10
GNP	6	38,3	46,5	55,25	6,26
GO	6	43,43	48,56	55,52	4,57
GP	2	41,09	43,74	46,40	3,75
Ácidos graxos saturados (%)					
Com	8	62,00	67,85	73,24	4,20
GNP	8	60,02	65,27	72,85	4,96
GO	7	56,4	60,7	63,6	3,08
GP	-	-	-	-	-
Ácidos graxos insaturados (%)					
Com	7	22,21	28,80	35,40	4,80
GNP	4	24,18	31,07	39,99	7,55
GO	5	35,31	37,31	41,77	2,78
GP	2	24,59	24,83	25,07	0,33
Ácidos graxos monoinsaturados (%)					
Com	8	18,60	24,34	29,80	4,30
GNP	8	19,8	23,90	34,39	4,93
GO	7	23,5	29,9	34,1	2,45
GP	-	-	-	-	-
Ácidos graxos poli-insaturados (%)					
Com	8	3,66	5,69	8,40	1,60
GNP	8	4,06	7,30	11,8	2,78
GO	7	5,49	7,27	9,11	1,42
GP	-	-	-	-	-

N, número de dados relacionado às variáveis dentro de cada tratamento; CV, coeficiente de variação; DP, desvio padrão; CON, controle; GNP, gordura não protegida; GO, grão de oleaginosas; GP, gordura protegida.

Os ácidos graxos mais citados em trabalhos que estudam a qualidade do leite, são: C4:0, C6:0, C8:0, C10:0, C12:0, C14:0, C14:01, C15:0, C16:0, C16:1, C18:0, C18:trans11, C18:2 cis9, trans11, C18:2 trans10, cis12, C18:3 e C20:0. O perfil de ácidos graxos possui classificações de acordo com os tipos de ligações, como os ácidos graxos saturados (AGS) e insaturados (AGI), este último ainda é dividido em monoinsaturados (AGMI) e poli-insaturados (AGPI). Os ácidos graxos também se classificam de acordo com o comprimento da cadeia hidrocarbônica, como os ácidos graxos de cadeia curta (4-8), média (10-12), longa (14-18) e muito longa (20 ou mais) [32]. Desta forma, os estudos analisados geralmente adicionam os resultados dos ácidos graxos quanto a sua classificação, principalmente quanto ao tipo de ligações.

As médias dos ácidos graxos relatados nos estudos avaliados apresentam-se maiores nos tratamentos com gordura não protegida, com exceção do C6:0, C8:0, ácidos

graxos de cadeia média e AGS em que o controle apresentou médias maiores que os demais tratamentos.

4. Discussão

A maior parte dos trabalhos destacados neste estudo meta-analítico não apresentou dados de consumo de matéria seca. Sendo este um parâmetro muito importante, pois, Ferreira et al [22] relataram que o fornecimento de até 140g/kg de soja crua com base na MS na dieta aumentou a produção de leite devido a densidade energética contida no alimento, no entanto, acima dessa quantidade, o consumo de MS e a produção de leite diminuiu, havendo problemas para os animais hidrolisarem a gordura que estava sendo fornecida. Otaru et al [12] obtiveram menores taxas de consumo de MS em cabras com inclusão maior que 8% de óleo de palma na dieta, corroborando o estudo de Vargas et al [33], em que constatam que níveis acima de 7% de inclusão de óleo na dieta para ruminantes, reduz o consumo e a digestibilidade, principalmente da fibra. Maggioni et al [34] comentam que restrições na ingestão de nutrientes, levando em conta a qualidade ou quantidade do alimento fornecido, estabelece um dos principais fatores que limitam a máxima produção dos animais, onde qualquer decréscimo sobre o consumo voluntário tem efeito significativo na eficiência de produção leiteira de pequenos ruminantes.

A produção leiteira de pequenos ruminantes é dependente da espécie que está sendo estudada, visto que cabras produzem em maior quantidade e por mais tempo que ovelhas, enquanto ovelhas produzem leite com maior teor de sólidos. Outro fator, mais importante ainda, é o estágio de lactação de cada animal, os trabalhos avaliados não possuem um padrão para iniciar estudos com produção de leite, desta forma a dieta utilizada não pôde ser avaliada quanto a influência na produção leiteira, pois, os animais produzem diferentemente em cada fase, havendo uma padronização para avaliar a suplementação lipídica em determinada fase, seria possível determinar se a gordura influenciou ou não no aumento ou diminuição do volume de leite produzido.

A suplementação com Megalac® e gordura protegida de palma aumentou o rendimento e teor de gordura do leite nos trabalhos de Titi & Obeidat e Cesco et al [25-27], no entanto Bianchi et al e Baldin et al [9-29] não encontraram diferença neste nutriente quando estudaram esta gordura, essas diferenças podem ser explicadas pelos estágios de lactação em que os animais foram avaliados, pois, Cesco et al [27] ressalta que a gordura do leite é inversamente proporcional a produção leiteira. Ao início do

experimento, os animais estudados nos trabalhos [25-27] estavam em início de lactação e conforme o tempo de lactação os resultados demonstraram que a suplementação lipídica influenciou na gordura do leite. López et al [30] não detectaram diferença no teor de gordura do leite nas primeiras semanas experimentais, no entanto, nas últimas semanas de lactação, quando os animais não estavam mais sendo suplementados, estes permaneciam sendo avaliados, onde este nutriente mostrou-se estatisticamente maior para os animais que haviam recebido gordura protegida comercial (Megalac®), o mesmo resultado foi encontrado em outro estudo [35], onde após suplementar cabras por 3 semanas, realizou a análise do leite após 9 semanas sem suplementar. Isto explica o fator acumulativo da gordura no organismo do animal, possuindo benefícios por um longo tempo sem precisar fornecer a gordura na dieta.

Os teores de proteína e lactose foram reduzidos conforme níveis de gordura protegida de palma aumentaram na dieta, isto pode ter ocorrido pela diminuição do consumo e também pelo déficit de proteína na dieta, desta forma, Cesco et al [27] recomenda o aumento de proteína na dieta para que seja possível prevenir este problema, pois a proteína é um dos nutrientes mais importantes no rendimento de leite para produção de queijo.

Entre as suplementações energéticas discutidas, a utilização de grão de oleaginosas na dieta é uma que pode ser responsável pelo aumento do rendimento e teor de gordura no leite [10-19-20], sendo uma excelente fonte energética na alimentação. Adição de 9 a 18% de farelo de linhaça na dieta aumentou teor de gordura e sólidos totais, e conseqüentemente, aumentou rendimento de queijo [10], sendo um estudo demonstrativo do quanto à quantidade de semente oleaginosa traz benefício para teores que melhoram o rendimento do leite, como o teor de sólidos totais, melhorando assim, a produção de subprodutos de alto valor agregado.

A proteína e lactose não foram diferentes nos trabalhos avaliados com utilização de sementes de oleaginosas nas dietas, com exceção de um trabalho [17] em que a proteína e os sólidos totais diminuíram com a inclusão de sementes de girassol. Este fenômeno pode ocorrer pela diminuição de crescimento microbiano [36]. Alguns fatores podem acarretar na diminuição do crescimento de microrganismos no rúmen, como por exemplo o tipo de fonte lipídica. Os microrganismos são responsáveis pelo fornecimento de aminoácidos para as células produtoras de leite, produto indispensável na síntese de proteína do leite [37].

Outra fonte de suplementação que pode ser utilizada são os óleos, que são comumente utilizados na alimentação animal, no entanto, maior parte dos trabalhos analisados neste estudo meta-analítico, não encontraram diferença na utilização de diferentes fontes de óleo, quanto ao teor e rendimento de gordura no leite, em relação a dieta controle, sem utilização de fonte lipídica, com exceção de um dos artigos [27] que obteve maior produção de gordura com utilização de óleo de girassol e de soja. Estas fontes lipídicas são muito utilizadas na alimentação de ruminantes, no entanto, podem diminuir a superfície de contato do alimento com os microrganismos ruminais e causar toxidez a alguns microrganismos [38-39].

Para níveis de suplementação abaixo de 7% de inclusão de óleo na dieta, os teores de proteína aumentaram com a suplementação lipídica [3-31]. No entanto, em um trabalho avaliado, obteve-se diminuição do teor de proteína, com a utilização de óleo de girassol [3], demonstrando a variabilidade quanto a utilização de gordura não protegida na dieta, no entanto, este fator pode ter sido influenciado pelo aumento ou diminuição do consumo, devido os níveis de óleo na dieta. Mesmo que Maia et al [36] tenham determinado que a lactose seja um nutriente pouco influenciado pela suplementação lipídica, Ferreira et al [21] obtiveram aumento da lactose utilizando óleo de soja, no entanto, não há dados consistentes que expliquem o aumento ou inércia da lactose do leite de animais suplementados com lipídios.

Dentre os compostos químicos do leite, a composição de ácidos graxos são importantes serem discutidos também, pois podem determinar o valor biológico deste alimento, com isso, os AGI são classificados como essenciais, sendo os AGPI denominados em ômega 3 e 6, entre outros, que são encontrados em fontes lipídicas. O ambiente ruminal possui capacidade de transformar os AGI em uma forma melhor absorvível para o organismo e não tóxica aos microrganismos, estas transformações ocorrem por dois mecanismos chamados de lipólise e biohidrogenação [40]. Os ácidos graxos são oferecidos ao animal como galactolipídeos, fosfolipídeos e triglicerídeos, a liberação destes ácidos graxos ocorre por enzimas lipolíticas através da lipólise, após esse processo, os ácidos graxos permanecem livres no organismo propensos a ação de bactérias ruminais, colocando hidrogênios nas ligações, que possuem dupla ligação, passando a tornarem-se ligações saturadas, este fenômeno é chamado de biohidrogenação [41].

Animais alimentados com gordura protegida [11] apresentaram maiores concentrações de AGPI no leite, sendo esta fonte lipídica rica em ácido oleico e linoleico, demonstrando um efeito direto dos tratamentos e demonstrando a eficiência da gordura protegida, ou seja, mantendo-a inerte no rúmen. Os animais que foram submetidos a um grupo sem suplementação, obtiveram maiores níveis de AGS C6:0, C8:0, C10:0, C12:0 e C14:0, onde estes dois últimos são hipercolesterolêmicos, que prejudicam a saúde humana. Enquanto que, os animais que receberam a gordura protegida obtiveram maiores concentrações de C18:1, C18:2 e C16:0, sendo os dois primeiros reconhecidos por possuir capacidade hipocolesterolêmica, ou seja, pode neutralizar ou reduzir o colesterol.

Suplementação com sementes oleaginosas de linhaça e girassol aumentaram substancialmente a concentração de C18:3 no leite em 100 e 56%, respectivamente [17], importante fonte de ômega-6 que pode ser estabelecida no leite. Assim Zhang et al [17] recomenda a produção de queijos com leite advindo de animais suplementados com sementes de oleaginosas, devido ao enriquecimento no leite que essas sementes proporcionam. Animais suplementados com semente de cânhamo [19] obtiveram diminuição dos ácidos graxos de cadeia curta e média, os ácidos graxos de cadeia longa aumentaram substancialmente, demonstrando a efetividade da semente de cânhamo na qualidade nutricional do leite.

5. Conclusão

Há um déficit de dados quanto ao consumo de matéria seca dos animais, visto que esse é um parâmetro relacionado diretamente com a quantidade e os constituintes do leite. Não foi possível avaliar a produção leiteira por falta de padronização dos estudos avaliados. A suplementação lipídica tem efeito positivo sobre a gordura no leite e conseqüentemente rendimento queijeiro, com destaque para a suplementação lipídica na forma protegida. Outro benefício é o aumento do valor nutricional do perfil de ácidos graxos, principalmente do ácido linoleico conjugado (CLA), permitindo a melhor qualidade de queijos para benefício humano.

Referências

1. Rabiee AR, Breinhild K, Scott W, Golder HM, Block E, Lean IJ. Effect of fat additions to diets of dairy cattle on milk production and components: A meta-analysis and meta-regression. *J Dairy Sci* 2012; 95:3225-47.

2. Cieslak A, Kowalczyk J, Czauderna M, Potkanski A, Szumacher-Strabel M. Enhancing unsaturated fatty acids in ewe's milk by feeding rapeseed or linseed oil. *Czech J Anim Sci* 2010; 55:496-04.
3. Titi HH, Al-Fataftah A-R. Effect of supplementation with vegetable oil on performance of lactating Awassi ewes, growth of their lambs and on fatty acid profile of milk and blood of lambs. *Archiv Tierzucht* 2013; 45:467-79.
4. Tricon S, Burdge GC, Kew S, Banerjee T, Russell JJ, Jones EL, Grimble RF, Williams CM, Yaqoob P, Calder PC. Opposing effects of cis-9, trans-11 and trans-10, cis-12 conjugated linoleic acid on blood lipids in healthy humans. *Am J Clin Nutr* 2004; 80:614-20.
5. Zulet MA, Marti A, Parra MD, Martínez JA. Inflammation and conjugated linoleic acid: mechanisms of action and implications for human health. *J Physiol Biochem* 2005; 61:483-94.
6. Hervás G, Luna P, Mantecón ÁR, Castañares N, Fuente MA, Juárez M, Frutos P. Effect of diet supplementation with sunflower oil on milk production, fatty acid profile and ruminal fermentation in lactating dairy ewes. *J Dairy Res* 2008; 75:399-05.
7. Jenkins TC. Lipid metabolism in the rumen. *J Dairy Sci* 1993; 76:3851-63.
8. Aferri G, Leme PR, Silva SL, Putrino SM, Pereira ASC. Desempenho e características de carcaça de novilhos alimentados com dietas contendo diferentes fontes de lipídios. *R Bras Zootec* 2005; 34:1651-8.
9. Bianchi AE, Macedo VP, França RT, Lopes STA, Lopes LS, Stefani LM, Volpato A, Lima HL, Paiano D, Machado G, Silva AS. Effect of adding palm oil to the diet of dairy sheep on milk production and composition, function of liver and kidney, and the concentration of cholesterol, triglycerides and progesterone in blood serum. *Small Rumin Res* 2014; 117:78-83.
10. Zhang R, Mustafa AF, Zhao X. Effects of flaxseed supplementation to lactating ewes on milk composition, cheese yield, and fatty acid composition of milk and cheese. *Small Rumin Res* 2006; 63:233-41.
11. Rotunno T, Sevi A, Di Caterina R, Muscio A. Effects of graded levels of dietary rumen-protected fat on milk characteristics of Comisana ewes. *Small Rumin Res* 1998; 30:137-45.
12. Otaru SM, Adamu AM, Ehoche OW, Makun HJ. Effects of varying the level of palm oil on feed intake, milk yield and composition and postpartum weight changes of Red Sokoto goats. *Small Rumin Res* 2011; 96:25-35.
13. Hu W, Boerman JP, Aldrich JM. Production responses of Holstein dairy cows when fed supplemental fat containing saturated free fatty acids: a meta-analysis. *Asian-Australas J Anim Sci* 2017; 30:1105-16.
14. Weld KA, Armentano LE. The effects of adding fat to diets of lactating dairy cows on total-tract neutral detergent fiber digestibility: A meta-analysis. *J Dairy Sci* 2017; 100:1-14
15. Meignan T, Lechartier C, Chesneau G, Bareille N. Effects of feeding extruded linseed on production performance and milk fatty acid profile in dairy cows: A meta-analysis. *J Dairy Sci* 2017; 100:4394-08.

16. Leduc M, Létourneau-Montminy MP, Gervais R, Chouinard PY. Effect of dietary flax seed and oil on milk yield, gross composition, and fatty acid profile in dairy cows: A meta-analysis and meta-regression. *J Dairy Sci* 2017; 100:8906-27.
17. Zhang RH, Mustafa AF, 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. *Anim Feed Sci and Tech* 2006; 127: 220-33.
18. Bouattour MA, Casals R, Albanell E, Such X, Caja G. Feeding soybean oil to dairy goats increases conjugated linoleic acid in milk. *J Dairy Sci* 2008; 91:2399-407.
19. Mierlita D. Fatty acid profile and health lipid indices in the raw milk of ewes grazing part-time and hemp seed supplementation of lactating ewes. *South Afri J of Anim Sci* 2016; 46:237-46.
20. Nudda A, Battacone G, Atzori AS, Dimauro C, Rassa SPG, Nicolussi P, Bonelli P, Pulina G. Effect of extruded linseed supplementation on blood metabolic profile and milk performance of Saanen goats. *Animal* 2013; 7:1464-71.
21. Ferreira EM, Pires AV, Susin I, Gentil RS, Gilaverte S, Parente MOM, Biehl MV, Ribeiro CVDM. Lamb performance, milk production and composition from ewes supplemented with soybean oil partially replaced by fish oil blend. *Livest Sci* 2014; 163:51-61.
22. Ferreira EM, Ferraz Junior MVC, Polizel DM, Urano FS, Susin I, Gentil RS, Biehl MV, Biava JS, Pires AV. Milk yield and composition from ewes fed raw soybeans and their lamb's performance. *Anim Feed Sci and Tech* 2018; 238:1-8.
23. Giannenas I, Skoufos J, Giannakopoulos C, Wiemann M, Gortzi O, Lalas S, Kyriazakis I. Effects of essential oil on milk production, milk composition, and rumen microbiota in Chios dairy ewes. *J Dairy Sci* 2011; 94:5569-77.
24. Gómez-Córtez P, Frutos P, Mantecón AR, Juárez M, de la Fuente MA, Hervás G. Milk production, conjugated linoleic acid content, and in vitro ruminal fermentation in response to high levels of soybean oil in dairy ewe diet. *J Dairy Sci* 2008; 91:1560-9.
25. Titi HH, Obeidat BS. Effect of Ca salt supplementation on milk yield and composition and on lamb growth rate of Awassi ewes. *Livest Sci* 2008; 119:154-60.
26. Toral PG, Frutos P, Hervás G, Gómez-Córtez P, Juárez M, de la Fuente MA. Changes in milk fatty acid profile and animal performance in response to fish oil supplementation, alone or in combination with sunflower oil, in dairy ewes. *J Dairy Sci* 2010; 93:1604-15.
27. Cesco GO, Bianchi AE, Macedo VP. Produção e composição química de leite de ovelhas Lacaune alimentadas com gordura protegida. *Synerg Scy UTFPR* 2013; 08.
28. Hashem NM, El-Zarkouny SZ. Metabolic attributes, milk production and ovarian activity of ewes supplemented with a soluble sugar or a protected-fat as different energy sources during postpartum period. *Ann Anim Sci* 2017; 17:229-40.
29. Baldin M, Souza J, Ticiani E, Sandri EC, Dresch R, Batistel F, Oliveira DE. Milk fat response to calcium salts of palmo or palm or soybean in a normal or milk fat depression scenario in dairy ewes. *Livest Sci* 2017; 206:109-12.

30. López FJP, Requejo LMI, Jaquez JAM, Rivera LDG, Trinidad EM, Martínez JGR. Efecto de la complementación de grasa protegida en la producción y composición de leche de cabras en pastoreo. *Avan en Invest Agrop* 2017; 21:77-85.
31. Castro T, Manso T, Jimeno V, Del Alamo M, Mantécon AR. Effects of dietary sources of vegetable fats on performance of dairy ewes and conjugated linoleic acid (CLA) in milk. *Small Rumin Res* 2009; 84:47-53.
32. Valenzuela RB, Valenzuela AB. *Lipis metabolismo*. 13 th ed. Reino Unido: IntechOpen Limited; 2013.

33. Vargas LH, Lana RP, Jham GN, Santos FL, Queiroz AC, Mancio AB. Adição de lipídios na ração de vacas leiteiras: Parâmetros fermentativos ruminais, produção e composição do leite. *R Bras Zootec* 2002; 31:522-29.
34. Maggioni D, Marques JA, Rotta PP, Zawadzki F, Ito RH, Prado IN. Ingestão de alimentos. *Sem: Ciên Agrár* 2009; 30:963-74.
35. Sampelayo MRS, Alonso JJM, Pérez L, Extremera FG, Boza J. Dietary supplements for lactating goats by polyunsaturated fatty acid-rich protected fat. Effects after supplement withdrawal. *J Dairy Sci* 2004; 87:1796-02.
36. Maia MO, Parente HN, Araújo VM. Utilização de lipídios na dieta de pequenos ruminantes. *Arq Ciênc Vet Zool* 2011; 14:127-31.
37. Maiga HA, Schingoethe DJ. Optimizing the utilization of animal fat and ruminal bypass proteins in the diets of lactating dairy cows. *J Dairy Sci* 1997; 80:343-52.
38. Sullivan HM, Bernard JK, Amos HE, Jenkins TC. Performance of lactating dairy cows fed whole cottonseed with elevated concentrations of free fatty acids in the oil. *J Dairy Sci* 2004; 87:665-71.
39. Valinote AC, Nogueira Filho JCM, Leme PR, Silva SL, Cunha JA. Fontes de lipídio e monensina sódica na fermentação, cinética e degradabilidade ruminal de bovinos. *Pesq Agropec Bras* 2006; 41:117-24.
40. Costa RLD, Fontes RS. Ácidos graxos na nutrição e reprodução de ruminantes. *PUBVET* 2010; 4:1-39
41. Jenkins TC, Wallace RJ, Moate PJ, Mosley EE. BOARD-INVITED REVIEW: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. *J Anim Sci* 2008; 86:397-412.

CAPÍTULO II

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NA ALIMENTAÇÃO DE OVELHAS PANTANEIRAS SOBRE CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PRODUÇÃO LEITEIRA, CONSTITUINTES DO LEITE E PRODUÇÃO DE QUEIJO

Capítulo redigido conforme as normas da Revista Archives of Animal Nutrition

Disponível em:

[://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=gaan20](http://www.tandfonline.com/action/authorSubmission?show=instructions&journalCode=gaan20)

EFEITO DA SUPLEMENTAÇÃO LIPÍDICA NA ALIMENTAÇÃO DE OVELHAS PANTANEIRAS SOBRE CONSUMO, DIGESTIBILIDADE, PRODUÇÃO LEITEIRA, CONSTITUINTES DO LEITE E PRODUÇÃO DE QUEIJO

Chagas RA^a, Vargas Junior FM^a, et al.

**Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados,
Dourados, MS, Brasil. CEP: 79804-970**

^a**Autor correspondente:** fernandojunior@ufgd.edu.br

Resumo

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de gordura protegida de soja e palma, e de grão de soja desativado sobre a produção, composição, perfil de ácidos graxos e qualidade de rendimento queijeiro do leite de ovelhas da raça Pantaneira. Foram utilizadas 25 ovelhas da raça Pantaneira, de um rebanho de 100 animais com 65 ± 4 dias de lactação em média, idade entre 3 a 6 anos e média de peso de $39,8 \pm 3,51$ kg. Os animais foram alocados em baias individuais para determinação do consumo por animal. Os tratamentos foram: Controle (Con), Gordura protegida de soja (GPS; 30 g/dia), Gordura protegida de palma (GPP;30 g/dia), combinação das duas gorduras protegidas (Blend; 30 g/dia) e Grão de soja desativado (GSD; 124 g/dia). As ovelhas foram alimentadas com um concentrado comercial (CC) para consumo de acordo com a produção leiteira (1 kg de concentrado para 1 kg de leite). Como fonte de volumoso, foi fornecido feno de Aveia e Tifton. Foram produzidos queijos de acordo com os tratamentos avaliados, e aplicado análise sensorial para determinar aceitação pelos consumidores. O maior consumo e digestibilidade de nutrientes influenciaram diretamente na produção leiteira e PL/CC, onde o GPS apresentou maior produção leiteira, seguido do grupo GSD, sendo 0,441 kg/dia e 0,442 kg/dia, respectivamente. A produção de lactose foi superior para GPS e GSD (21,35 g/dia e 21,33 g/dia), por serem os tratamentos com maior produção leiteira. A proteína e caseína são inversamente proporcionais à produção leiteira, desta forma, é possível verificar que o Blend apresentou os maiores teores de proteína e caseína e menor produção de leite. A gordura mostrou-se pouco sensível a suplementação lipídica neste experimento. O leite dos animais suplementados com GSD apresentaram melhor perfil de ácidos graxos que tem capacidade hipocolesterolêmica. As variações observadas no nitrogênio ureico do leite (NUL) seguem as variações observadas no teor de proteína, pois, possivelmente, a

porção extra caseína pode ser NUL. O leite energeticamente corrigido (LEC) acompanha os parâmetros de excreção de energia do leite (EEL), onde GSD apresentou maior produção de LEC e conseqüentemente maior EEL. A alimentação com gordura protegida de soja e grão de soja desativado resulta em maior consumo e digestibilidade de nutrientes acarretando em maior produção de leite. O leite de ovelhas alimentadas com grão de soja desativado possui melhor funcionalidade quanto ao perfil de ácidos graxos hipocolesterolêmicos e este resulta em queijos com menor aceitabilidade sensorial.

Palavras-chave: bio-hidrogenação, degradabilidade, fabricação de lácteos, grupamento genético, rendimento.

**EFFECT OF LIPID SUPPLEMENTATION IN PANTANEIRA SHEEP
FEEDING ON CONSUMPTION, DIGESTIBILITY, DAIRY PRODUCTION,
MILK CONSTITUENTS AND CHEESE PRODUCTION**

Chagas RA^a, Vargas Junior FM^a, et al.

**Faculdade de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Grande Dourados,
Dourados, MS, Brasil. CEP: 79804-970**

^aAutor correspondente: fernandojunior@ufgd.edu.br

Abstract

The objective of this work was to evaluate the effect of inclusion of protected soybean and palm fat and deactivated soybean on the production, composition, fatty acid profile and cheese quality of Pantaneira ewes' milk. Twenty-five Pantaneira ewes were used, from a herd of 100 animals with an average of 65 ± 4 days of lactation, age between 3 and 6 years and weight average of 39.8 ± 3.51 kg. The animals were allocated in individual pens for determination of consumption per animal. The treatments were: Control (Con), Protected Soy Fat (PSF; 30 g / day), Protected Palm Fat (PPF; 30 g / day), Combination of the two protected fats (Blend; 30 g / day) and Soybean grain deactivated (SGD; 124 g / day). The sheep were fed a commercial concentrate (CC) for consumption according to milk production (1 kg concentrate to 1 kg milk). As a source of roughage, oat hay and typhon were provided. Cheese was produced according to the evaluated treatments, and sensory analysis was applied to determine consumer acceptance. Higher nutrient intake and digestibility directly influenced milk yield and PL / CC, where PSF presented higher milk yield, followed by SGD group, being 0.441 kg / day and 0.442 kg / day, respectively. Lactose production was higher for PSF and SGD (21.35 g / day and 21.33 g / day), as the treatments with the highest milk yield. Protein and casein are inversely proportional to milk production, so it is possible to verify that Blend presented the highest protein and casein contents and lower milk production. Fat was not sensitive to lipid supplementation in this experiment. The milk of animals supplemented with SGD showed better fatty acid profile that has hypocholesterolemic capacity. The observed variations in milk urea nitrogen (MUN) follow the observed variations in protein content, since possibly the extra casein portion may be MUN. The energy corrected milk (ECM) follows the milk energy excretion (MEE) parameters, where SGD presented higher ECM production and consequently higher MEE. Feeding with protected soybean fat and deactivated soybean

results in higher nutrient intake and digestibility leading to higher milk yield. The milk from deactivated soybean fed sheep has better functionality regarding the hypocholesterolemic fatty acid profile and this results in cheese with lower sensory acceptability.

Key-Words: biohydrogenation, degradability, dairy production, genetic grouping, yield.

1. Introdução

A produção de leite ovino é uma atividade econômica pouco explorada no Brasil, limitada talvez pela falta de cultura na produção e falta de animais selecionados disponíveis. Porém, é preciso considerar a produção de leite ovino, como uma produção de pequena escala, bem como seus derivados, quando comparado à oferta de outras espécies, como leite bovino e caprino (Corrêa et al 2014).

A maior parte da produção do leite de ovinos é utilizada para fabricação de queijos, pois é um produto com maior interesse econômico e tecnológico, do que a comercialização do leite *in natura*. O leite ovino possui propriedades especiais que determinam a fabricação de queijos de qualidade e com boa aceitação de mercado. Segundo Corrêa et al (2014) o leite ovino possui em média 8,5% de gordura, 5,5% de caseína e 17-20% de sólidos totais, componentes básicos do leite que diferencia o leite desta espécie em relação aos de outras espécies produtoras de leite voltado para comercialização do leite *in natura* ou derivados, principalmente para produção de queijos, onde o leite ovino possui grande rendimento queijeiro pelas qualidades nutricionais da sua composição.

Em vista da importância de estudar métodos para alavancar a produção leiteira da espécie ovina, ressalta-se a importância da alimentação desses animais, sendo o manejo nutritivo, o fator mais importante numa criação com altos índices produtivos. O fornecimento de lipídeos na alimentação de ruminantes, através da utilização de óleos, é uma forma de incremento energético nas rações. No entanto, ácidos graxos insaturados desprotegidos são tóxicos para alguns microrganismos ruminais e aderem às partículas de alimento, diminuindo a capacidade de contato destas partículas com os microrganismos e enzimas microbianas (Valinote et al 2006). Com o objetivo de diminuir esses problemas, desenvolveu-se a gordura protegida. Onde a hidrólise e a bio-hidrogenação praticamente não possuem efeito sobre ela, devido aos sabões de cálcio que funcionam como uma capa de proteção a molécula de gordura. Estes sabões serão hidrolisados de forma completa no abomaso e melhor absorvidas a nível intestinal, passando para a corrente sanguínea do animal e depositada no leite ou na carne. Outra forma de fornecer gordura é através do grão de soja desativado, pois segundo Beam et al (2000), a bio-hidrogenação também possui pouco ou nenhum efeito sobre este grão. Mendes et al (2004) ressalta que o grão de soja é altamente proteico e energético, com elevado valor biológico, no entanto, o grão de soja *in natura* possui fatores

antinutricionais, como a inibição da tripsina, alcaloides, taninos, glicosídeos, entre outros. Estes fatores antinutricionais, podem ser eliminados com a desativação da soja, que passa por um processo de cozimento a vácuo, chegando a temperaturas entre 60 e 125°C, propiciando melhor aproveitamento deste produto.

Considerando estas variáveis, a produção de leite ovino necessita de estudos que visem alavancar sua produção, principalmente quando se fala da nutrição de animais lactantes, com o principal objetivo de aumentar o rendimento queijeiro e melhorar a qualidade nutricional do leite desta espécie. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inclusão de gordura protegida de soja e palma, e de grão de soja desativado sobre a produção, composição e qualidade de rendimento queijeiro de ovelhas da raça Pantaneira.

2. Material e métodos

O presente experimento foi conduzido no Setor de Ovinocultura pertencente à Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), Campus da Grande Dourados/MS, tendo início no dia 29 de janeiro e término em 25 de março de 2018. A Grande Dourados está situada na latitude 22°11'38,78260" S, longitude 54°55'49,44655" W e altitude de 478,626 metros, segundo o Sistema Geodésico do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2018). No período em que ocorreu o experimento teve uma variação de temperatura de $35,7 \pm 15,5^{\circ}\text{C}$, com média de $25,26^{\circ}\text{C}$, umidade relativa do ar de 75,34 % e precipitação de 3,32 mm.

2.1. Animais, dietas e delineamento experimental

O presente estudo possui o certificado de aprovação pelo Comitê de Ética Animal (Protocolo número 17/2016) e humano (Protocolo número 20256819.2.0000.5160). Foram selecionadas 25 ovelhas da raça Pantaneira, de um rebanho de 100 animais, com 65 ± 4 dias de lactação em média dos animais escolhidos. O histórico de produção leiteira era conhecido, segundo banco de dados de estudos realizados anteriormente (Longo et al 2018). As ovelhas foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso. Os animais apresentavam idade entre 3 a 6 anos e média de peso de $39,8 \pm 3,51$ kg. O experimento foi realizado em confinamento com baias individuais que continham bebedouros do tipo nipple e comedouros, a cama era de maravalha e eram trocadas sempre que necessário.

Foi realizado um período de adaptação às dietas experimentais por 15 dias. Os tratamentos foram: Controle, Gordura protegida de soja (30 g/dia), Gordura protegida de palma (30 g/dia), Blend (30 g/dia) e grão de soja desativado (124 g/dia). Os concentrados experimentais (CE) foram fornecidos em uma proporção de 200 g/animal/dia, seguindo as exigências nutricionais do (NRC 2007), sendo isoproteicas. Os concentrados foram divididos em duas porções, no momento que as ordenhas estavam sendo realizadas. Durante o período experimental, as ovelhas foram alimentadas com um concentrado comercial (CC) (BOCOVINO[®], Dourados, Mato Grosso do Sul) (Tabela 1) para consumo de acordo com a produção leiteira (1 kg de concentrado para 1 kg de leite), com ajuste a cada três dias. Como fonte de volumoso, foi fornecido feno de Aveia durante os primeiros dois períodos experimentais, no terceiro período foi fornecido feno de Aveia e Tífton em partes iguais e no último período as ovelhas receberam somente feno de Tífton *ad libitum*. O concentrado comercial e o feno foram fornecidos em cochos individuais, nas baias, após cada ordenha. A formulação dos CE, CC e fenos utilizados, estão apresentados na Tabela 1.

Os procedimentos de incubação, para o ensaio de degradabilidade seguiu-se as recomendações do AFRC (1992), utilizando o método adotado por incubação sequencial, em que foram, primeiramente, colocados os sacos que mais permaneceram no rúmen, com a retirada de todos no mesmo momento.

As ovelhas foram ordenhadas mecanicamente duas vezes ao dia, às 7h e às 15h. Uma área próxima às instalações de ordenha e baias, sem acesso a alimentação, coberta e com bebedouros, foi utilizada para alocar os animais antes das ordenhas.

A sala de ordenha continha uma plataforma com capacidade para 4 animais, contendo 4 conjuntos de ordenha com tambor de coleta do leite. Antes de iniciar cada ordenha as tetas dos animais eram desinfetadas com “pré-dipping” à base de hipoclorito de sódio diluído em água, e então realizada a secagem das tetas com toalhas de papel. Foi aplicado 0,1 ml de ocitocina via intramuscular antes do início das ordenhas, para auxiliar na descida do leite. Após a retirada do leite, foi realizado “pós-dipping” com produto industrial para proteção dos tetos. A pesagem do leite foi feita individualmente a cada ordenha em balança digital.

2.2. Amostragem

Foram realizadas coletas de leite compostas das duas ordenhas do dia, em intervalos de 14 dias para determinação da composição do leite. Essas amostras foram coletadas em frascos próprios com conservante Bronopol e enviadas para Clínica do Leite – ESALQ/USP em Piracicaba/SP. As análises realizadas foram: gordura, proteína, lactose, sólidos totais, extrato seco desengordurado, nitrogênio uréico, caseína e proporção de caseína:proteína (PCAS).

Foram realizadas coletas compostas do leite nos últimos cinco dias de cada período de 14 dias após o início do experimento, em recipientes de 600ml, para composição de ácidos graxos. Nos mesmos períodos eram coletadas amostras de leite em tubos falcon de 50 mL para análise de substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) e capacidade antioxidante, após era feito o congelamento a -18°C até realização das análises.

O leite ordenhado era coletado em galões de 5 L, de forma composta, por animal e por períodos de 14 dias, congelado a -18°C para posterior produção dos queijos.

Foram realizadas pesagens em balança própria para ovinos e realizada avaliação do escore de condição corporal numa escala de 1-5, segundo metodologia descrita por Diffay et al (2004), antes do período de adaptação, inicialmente ao experimento e, posteriormente, a cada 14 dias.

As sobras foram coletadas todas as manhãs, acondicionadas em sacos individuais, mantidos em congelamento a -18°C , com amostragem composta por período e por animal, assim como os ingredientes utilizados nos CE, os tratamentos já misturados, o concentrado comercial e os fenos.

2.3. Análises bromatológicas

As amostras dos CE, do concentrado comercial, ingredientes utilizados nos CE, fenos, sobras e fezes foram analisados quanto ao teor de matéria seca, matéria mineral, proteína bruta e extrato etéreo, segundo metodologia da AOAC (1990), fibra em detergente neutro e fibra em detergente ácido foram analisadas conforme Van Soest et al (1991), com adição de alfa-amilase termoestável mas sem uso de sulfito. As gorduras protegidas foram analisadas por hidrólise ácida, de acordo com metodologia da AOAC (1995).

2.4. Digestibilidade

A digestibilidade dos alimentos foi mensurada por meio de marcador interno, Fibra em Detergente Ácido indigestível (FDAi). Para tal, foram realizadas coletas de fezes nos últimos cinco dias de cada período de 14 dias, ao final de cada ordenha, totalizando 4 períodos. A coleta foi realizada diretamente do reto das ovelhas, armazenada em sacos por animal, com amostragem composta por período, e acondicionadas a -18°C para posteriores análises.

Para determinação do FDAi, os alimentos ofertados, sobras e fezes foram alocados em sacos de tecido não tecido (TNT) com dimensões de 5 x 5 cm. As amostras foram acondicionadas na proporção de 25 mg de MS/cm² de superfície. As amostras foram incubadas em duplicata pelo período de 288 horas em dois bovinos, contendo cânula ruminal. Após esse período, os sacos foram retirados e lavados em água corrente até total limpeza e submetidos a análise de fibra detergente ácido de acordo com Van Soest et al (1991).

2.5. Correção de energia do leite e excreção de energia do leite

O cálculo do leite energeticamente corrigido (LEC) foi realizado de acordo com metodologia descrita por Sjaunja et al (1990), que compreende a seguinte equação:

$$\text{LEC [kg]: Produção de leite em kg} * ((38,3 * \text{Gordura em g/kg}) + (24,2 * \text{Proteína em g/kg}) + (16,54 * \text{Lactose em g/kg}) + 20,7) / 3140$$

A excreção de energia do leite (EEL) é o quanto efetivamente o animal excreta de energia do leite. O cálculo da EEL foi realizado de acordo com metodologia descrita por Tyrrell e Reid (1965), que compreende a seguinte equação:

$$\text{MJ/kg} = 4184 * (41,63 * \% \text{gordura}) + (24,13 * \% \text{proteína}) + (21,60 * \% \text{lactose}) - 11,72 * 2.20462 / 1000$$

2.6. Perfil de ácidos graxos, capacidade oxidante e antioxidante do leite

Os lipídios foram esterificados segundo método de Hartman e Lago (1973), com a utilização de cromatógrafo a gás Thermo Finnigan, equipado com coluna capilar (Supelco, Sigma-Aldrich) de sílica fundida (100m de comprimento x 0,25mm de diâmetro interno x 0,2µm de espessura do filme) e detector por ionização de chama.

Os ácidos graxos também foram classificados de acordo com a funcionalidade em hipocolesterolêmico, hipercolesterolêmico, neutros e residuais, conforme proposto por Bessa (1999). Os índices calculados foram o de trombogenicidade e aterogenicidade de acordo com Ulbirich e Southgate (1991).

Para determinação das substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico (TBARS) utilizou-se metodologia descrita por Souza et al (2011). Para determinação dos antioxidantes, foram realizados os seguintes testes: 2,2-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfônico (ABTS) segundo metodologia de Arnao et al (2001), 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH) segundo metodologia de Brand-Williams et al (1995) e polifenóis totais segundo metodologia de Singleton e Rossi (1965).

2.7. Produção dos queijos

Para preparação dos queijos, foram realizadas amostras compostas do leite por animal, desconsiderando período de avaliação.

O leite foi peneirado para retirada de sujidades, e então levado para pasteurização, a uma temperatura de 65°C por 30 minutos. Após o processo de pasteurização, o leite foi resfriado até chegar a 38°C, e então foi adicionado coalho de acordo com a proporção: 1 mL para cada 1 L de leite e o sal com a proporção: 10 g para cada 1 L de leite. O leite permaneceu por 50 minutos em descanso até ser realizado o corte da massa, após mais 10 minutos em descanso, a massa foi esfarelada e deixada por mais 10 minutos em repouso. Para escoamento do soro, a massa foi passada em peneira e então colocada em formas com capacidade de aproximadamente 160 ml.

Os queijos foram mantidos em câmara de maturação com temperatura de $15 \pm 0,33$ °C e $69 \pm 8,79$ % de umidade, pelo período de 14 dias, para fabricação de queijos maturados.

2.8. Análises da composição química e funcionalidade dos queijos

As análises de extrato seco total (EST), umidade, matéria mineral e proteína foram realizadas segundo metodologia da AOAC (1990). Para determinação da gordura foi utilizado butirômetro Van Gulik, próprio para queijo com graduação de 40%, seguindo metodologia de Silva et al (1997). Foi realizada análise da atividade de água (Aw) determinada a uma temperatura de $25 \text{ °C} \pm 0,1 \text{ °C}$, utilizando equipamento de analisador de água (AquaLab). Para determinação da gordura no extrato seco (GES), seguiu-se metodologia de Santos et al (2011), de acordo com o seguinte cálculo:

$$\text{GES} = \frac{\% \text{ de gordura} * 100}{\% \text{ EST}}$$

Para determinação do pH dos queijos, foram realizadas três avaliações em pontos diferentes do centro do queijo, logo após a retirada da sala de maturação, utilizando um potenciômetro digital (TESTO-205).

Determinou-se a coloração em colorímetro (CR-400; Konica Minolta). A coloração se dá pelas coordenadas L^* , a^* e b^* , onde L^* refere-se à luminosidade, a^* e b^* referem-se as coordenadas de cromaticidade verde (-) / vermelho (+) e azul (-) / amarelo (+), respectivamente. O aparelho foi previamente calibrado e as medições foram feitas em triplicata na casca e no interior dos queijos. A passagem das coordenadas cartesianas a^* e b^* para coordenadas polares tono (h_{ab}) e croma (C^*), foi realizada de acordo com metodologia de Osório (2014), pelas seguintes equações:

$$h_{ab}=180 - (\arctan (b^*/a^*)) \text{ (de } 0 \text{ a } 360^\circ)$$

$$C^*=\sqrt{(a^*)^2+(b^*)^2} \text{ (de } 0 \text{ a } 200)$$

O ângulo de tonalidade (HUE) varia de de 0° e 360° , onde o 0° representa a cor vermelha, 90° a cor amarela, e 180° corresponde a cor verde e 270° a cor azul. O C^* (croma) é caracterizado pela saturação do alimento, quanto mais afastado do 0, maior pureza ou maior intensidade da cor o alimento apresenta.

O rendimento de cada tratamento foi determinado pela soma da massa dos queijos [g], depois de realizada a salga, dividida pela quantidade de leite utilizado no preparo [5,15 kg] de acordo com metodologia descrita por Buriti et al. (2005).

A capacidade de derretimento (CD) foi realizada em placas de petri segundo metodologia de Kosikowski (1986).

A avaliação sensorial foi realizada através de um painel semi-treinado, onde os participantes foram escolhidos ao acaso. Os participantes receberam instruções quanto ao preenchimento do questionário e receberam amostras de queijo de ovelha sem vestígio de tratamento e queijo de vaca, objetivando que os participantes identificassem diferença entre os queijos de cada espécie, para então serem encaminhados as cabines de avaliação sensorial.

Para determinação da análise sensorial foram oferecidos questionários que avaliavam os seguintes atributos: aparência geral, cor, aroma, sabor, consistência e apreciação global usando-se uma régua onde os extremos representavam as intensidades do aspecto avaliado, quanto mais à esquerda menor, quanto mais a direita maior. Em

menor intensidade (Aparência global e apreciação global= não gostei; cor= amarela; aroma= forte; sabor= intenso; consistência= firme) e em escala maior (aparência global e apreciação global= gostei muito; cor= branco; aroma= leve; sabor= suave; consistência= macia) e o teste de ordenação das amostras foi da preferência do avaliador.

Para análise sensorial foi realizada a retirada da casca e fornecidas cinco amostras de queijos, referente a cada tratamento avaliado, servidas em copos descartáveis de 50ml, identificados com números aleatórios de três dígitos. As avaliações ocorreram em cabines individuais de degustação. Entre as avaliações, foi fornecido um copo de água, para enxágue das papilas gustativas e bolacha água e sal. O teste foi realizado com 25 avaliadores, com idades entre 18 e 39 anos, sendo 40% das pessoas do sexo masculino e 60% do sexo feminino. A análise foi realizada no laboratório de análise sensorial, no bloco da FACET (Faculdade de ciência e tecnologia), na Universidade Federal da Grande Dourados, no período matutino.

2.9. Análise estatística

As análises estatísticas foram verificadas com o programa estatístico SAS 9.1. Os tratamentos foram determinados como modelos mistos, comparados com ingestão de matéria seca, produção leiteira kg/dia, componentes da qualidade do leite, consumo de nutrientes, digestibilidade e teor de nutrientes digestíveis totais (NDT) pelo teste de Tukey. Para determinação da composição química, funcionalidade dos queijos e análise sensorial relacionados a cada tratamento, foi aplicado ANOVA e para comparação entre as variáveis, que foram: perfil de ácidos graxos do leite, capacidade oxidativa e atividade de antioxidantes do leite, composição química dos queijos, colorimetria, análise de derretimento, rendimento dos leites e pH, foi aplicado o teste de Tukey . Diferença estatística foi considerada ao nível de significância de 5%.

3. Resultados

3.1. Consumo, digestibilidade de nutrientes e constituintes do leite

Os animais do grupo GPS e GSD obtiveram maior consumo de MS, MM, MO, PB e CT, diferindo ($p < 0,05$) do GPP. Os grupos GPS, Blend e GSD apresentaram maior consumo de FDN e FDA, diferindo ($p < 0,05$) dos animais do grupo GPP, sendo este o grupo com menor consumo entre os nutrientes (Tabela 2).

A digestibilidade de MS, MM, MO, FDN e CT foi maior no grupo GPS, diferindo ($p < 0,05$) do Blen. A digestibilidade e PB foi maior no grupo GPS, diferindo ($p < 0,5$) do Con e Blend. O NDT foi maior no grupo GPS, diferente ($p < 0,05$) do Con e GPP (Tabela 3).

A degradabilidade dos ingredientes utilizados nos CE foi de: 85,9 % para o grão de milho, 71,2 % do farelo de soja, 80,9 % do grão de soja desativado, 29,5 % da gordura protegida de palma e 20,2 % da gordura protegida de soja.

A produção leiteira e produção de leite por kg de concentrado consumido (PL/CC) foi maior no GPS, diferindo ($p < 0,05$) de GPP e Blend (Tabela 4). Houve diferença ($p < 0,05$) para os teores de proteína, caseína, onde a média do Blend foi maior que GSD, GPP e GPS. O teor de lactose foi maior para GPS, diferindo ($p < 0,05$) do GPP e Blend. O GPS obteve a maior média produção de lactose diferiu ($p < 0,05$) do Blend. O NUL foi maior para o Con, GPP, Blend e GSD, diferindo ($p < 0,05$) do GPS. O LEC e o EEL foram maiores para Con, GPS e GSD, sendo o GSD diferente ($p < 0,05$) do Blend e GPP.

3.2. Perfil de ácidos graxos, capacidade oxidante e antioxidante do leite

Houve diferença ($p < 0,05$) nos grupos de ácidos graxos: saturados, monoinsaturados e poli-insaturados, e seus isômeros.

Na composição de ácidos graxos saturados (AGS), o tratamento GSD apresentou maiores médias para os ácidos: butírico, cáprico, mirístico e lignocérico (C4:0, C10:0, C14:0 e C24:0). Em sequência. O tratamento Blend apresentou alguns ácidos graxos, como: láurico e esteárico (C12:0, C18:0), com médias superiores ($p < 0,05$) aos demais tratamentos. Os ácidos pentadecílico, araquídico e behênico (C15:0, C20:0 e C22:0) não diferiram ($p > 0,05$) entre estes tratamentos. Foi observado que o ácido graxo caprílico (C8:0) apresentou média maior em relação aos demais tratamentos, no entanto, não diferiu ($p > 0,05$) de GSD. Na soma do total de ácidos graxos saturados, o tratamento GSD apresentou a menor média, e o tratamento GPP apresentou a maior média, diferindo ($p < 0,05$) entre si e dos demais tratamentos.

Na composição de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI), o tratamento GSD destacou-se em relação aos demais, havendo maiores médias para os ácidos: palmitoléico, vacênico e oleico (C16:1, C18:1 t11 e C18:1 c9). Assim como na

composição total de AGMI, observou-se maiores médias para GSD, diferindo ($p < 0,05$) dos demais.

O tratamento GSD apresentou as maiores médias para ácidos graxos poli-insaturados (AGPI), diferindo dos demais tratamentos ($p < 0,05$), assim como observou-se o mesmo comportamento para relação de n-6/n-3.

Em relação a funcionalidade dos ácidos graxos, que são: hipercolesterolêmico, hipocolesterolêmico, neutros e residuais e os índices, que são: trombogenicidade e aterogenicidade, foi observado que o tratamento GSD diminuiu ($p < 0,05$) os ácidos hipercolesterolêmicos e os índices e aumentou ($p < 0,05$) os ácidos que trazem benefícios para saúde humana. A capacidade oxidante e antioxidante do leite não apresentou diferença ($p > 0,05$) entre os tratamentos.

3.3. Composição físico-química, funcionalidade e análise sensorial dos queijos

Os queijos do tratamento Con apresentaram maior teor de umidade, diferindo ($p < 0,05$) dos queijos Blend. Para variável de EST, os queijos Con apresentaram menor média, diferindo ($p < 0,05$) dos queijos Blend. Os queijos GSD indicaram menor A_w na casca, diferindo ($p < 0,05$) dos queijos Blend. As demais variáveis para composição química não apresentaram diferença ($p > 0,05$) entre tratamentos.

Os queijos Blend obtiveram valores de a^* da casca menor que os demais queijos. Os queijos GPP, são os que possuem a casca com valor mais próximo aos 90° , diferindo ($p < 0,05$) dos queijos dos grupos Con, GPS e Blend. Em relação ao interior do queijo, o b^* e C^* foi maior no GSD diferindo ($p < 0,05$) do GPS (Tabela 5).

Houve diferença ($p < 0,05$) para todos parâmetros avaliados na sensorial. O tratamento GSD apresentou os queijos com menor aceitação, para todos os parâmetros, diferindo ($p < 0,05$) do tratamento GPS, em que os queijos foram melhor avaliados em todos critérios.

4. Discussão

4.1. A suplementação lipídica e sua influência no consumo e digestibilidade, produção e composição do leite

O maior consumo e digestibilidade da MS, nutrientes e o maior aporte de NDT influenciou diretamente na produção leiteira e PL/CC, onde o GPS apresentou maior

produção leiteira, seguido do grupo GSD. A gordura mostrou-se pouco sensível a suplementação lipídica neste experimento. De acordo com Gargouri et al (2006), a suplementação lipídica ao início da lactação, período em que a gordura está em menor quantidade comparado ao meio e final de lactação, pode possuir maior efeito no teor de gordura do leite, bem como, maior teor de proteína, componente desejado para maior rendimento de leite objetivando a produção de queijo.

O Blend apresentou os maiores teores de proteína e caseína e menor produção de leite. A proteína e caseína são inversamente proporcionais à produção leiteira (Feltes et al 2016), havendo a maior diluição destes constituintes em animais mais produtivos ou em períodos de pico de lactação (Peruzzi et al 2016). A PCAS foi constante entre os tratamentos, o que era esperado, pois as alterações na produção de caseína acompanham a variação do teor de proteína, pois esta é a proteína em maior proporção do leite. As variações observadas no NUL seguem as variações observadas no teor de proteína, pois, o que não é caseína, possivelmente é NUL que está sendo considerado como proteína no leite.

A produção de lactose em kg por dia altera com facilidade, dependendo da produção leiteira, já o teor de lactose, é um constituinte que dificilmente altera, por ser o componente osmótico do leite (Peruzzi et al 2016), ou seja, se há mais lactose, haverá maior produção de leite, então a proporção água: lactose tende a ser sempre a mesma. No entanto, houve diferença para teor de lactose e produção de lactose por dia no presente estudo, onde os animais que receberam GPS e GSD apresentaram maiores teores de lactose e maior produção leiteira.

4.2. Perfil de ácidos graxos e estabilidade oxidativa do leite

Os ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico (C12:0, C14:0 e C16:0) são ácidos indesejáveis, visto que possuem grande efeito hipercolesterolêmico na saúde humana (French et al 2003), desta forma, a suplementação lipídica que cause a diminuição destes, é desejável, onde, no presente estudo, as gorduras protegidas possibilitaram esta diminuição do C12:0 e C14:0, corroborando com Rotunno et al (1998) e Titi e Obeidat (2008). Observou-se que o grão de soja desativado diminuiu a concentração de C16:0, a mesma situação ocorreu em outros experimentos utilizando outros grãos de oleaginosas (Zhang et al 2006; Mierlita 2016; Ferreira et al 2018; Toral et al 2010).

Os ácidos graxos capróico (C6:0), caprílico (C8:0) e cáprico (C10:0) tem como principal fonte para humanos, a gordura do leite (Lemarié et al 2016), sendo recomendável o fornecimento de dietas contendo ingredientes ricos nesses ácidos graxos para os animais em lactação, proporcionando maior aporte de C8:0 no leite, que dentre estes ácidos graxos, é o principal.

O maior teor de AGS no leite de animais suplementados com GSD pode ser explicado pela degradabilidade total do grão de soja desativado no rúmen, mesmo que este grão seja rico em AGPI, estes são hidrogenados no rúmen, tornando-se saturados (Jenkins et al 2008).

Ao contrário de outros ácidos graxos saturados, o ácido esteárico (C18:0), e o ácido graxo monoinsaturado oleico (C18:1 c9) são conhecidos por reduzir os níveis de colesterol e lipoproteínas de baixa densidade (Arruda et al 2012). Na composição de ácidos graxos saturados, as gorduras protegidas isoladamente permitiram a menor concentração destes, possibilitando que o uso de dietas que contenham estes ingredientes propicie a produção de leite enriquecido, levando em consideração o perfil de ácidos graxos benéficos, e assim, a produção de queijos mais saudáveis.

A isomerização do ácido linoleico (CLA) e linolênico passa por algumas etapas antes de decorrer a biohidrogenação, sendo a hidrólise através de bactérias o primeiro processo, no entanto, esta fase é incompleta, desta hidrólise o ácido vacênico (C18:1 t11) é gerado como produto intermediário para biohidrogenação do ácido linoleico a ácido esteárico como produto final (Grinari et al. 2000; Lucatto et al. 2014). Estudos demonstraram que altas quantidades de ácidos graxos poli-insaturados na dieta, possuem a capacidade de acumular isômeros intermediários no organismo, sendo observado que atividades endógenas ocorrem através de enzimas, como a Δ^9 -Desaturase, que é encontrada na glândula mamária, podendo transformar estes isômeros novamente em CLA, desta forma, estes isômeros podem estar no produto final em maiores quantidades (Grinari et al 2000). Sendo assim, o grão de soja desativado teve uma capacidade acumulativa em maior proporção, pois, diferente das demais fontes lipídicas utilizadas, este grão é totalmente degradável no rúmen.

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, o ácido oleico (C18:1 c9), também chamado de ômega 9, é o que merece maior destaque, por ser um dos ácidos graxos insaturados que possui diversos benefícios para saúde humana (Høstmark e Haug 2013). Levando-se em consideração que o grão de soja desativado não é protegido

ruminalmente e possivelmente possui quantidades superiores de ácido oleico (Lee et al 2019) em relação as demais gorduras, os animais que receberam o tratamento GSD, apresentaram indícios deste ácido graxo no leite em maiores quantidades, melhorando o aspecto hipocolesterolêmico do leite.

A soja tem alto poder hipocolesterolêmico, de acordo com Chaudhary et al (2015), de toda composição de ácidos graxos da soja, 55% é composto pelo ácido linoleico (C18:2 n6), classificando o grão de soja como rico em ômega 6. Isso explica o destaque dos tratamentos GSD e GPS em relação as demais suplementações lipídicas no presente estudo. O mesmo resultado Ferreira et al (2018) obteve utilizando soja crua. O ácido graxo linolênico (C18:3 n3), também chamado de ômega 3, é outro ácido com capacidade hipocolesterolêmica, com benefícios para saúde humana (Peñuela-Sierra et al 2015), onde o GSD proporcionou aumento de ácidos graxos poli-insaturados no leite, melhorando o perfil de ácidos graxos deste, com principal objetivo de fornecer benefícios para saúde humana.

As relações de ômega 6:3 recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS) está em torno de 5:1. No presente estudo, é possível verificar que a relação está em torno de 2:1, sendo assim, leite de animais suplementados com grão de soja desativado pode fornecer as quantidades necessárias de ômega 3 na alimentação humana, sendo um complemento alimentar de alto valor biológico.

O tratamento GSD apresentou as menores médias para os ácidos hipercolesterolêmicos, que são os que aumentam as lipoproteínas de baixa densidade (LDL), causadoras do colesterol ruim, em contrapartida, aumentou os ácidos hipocolesterolêmico, que aumenta as lipoproteínas de alta densidade (HDL). Os índices de trombogenicidade e aterogenicidade confirmam os resultados encontrados nos grupos de funcionalidade dos ácidos graxos, onde o tratamento GSD possibilitou a redução destes, em relação aos demais tratamentos utilizados.

A oxidação age sobre os lipídios, causando off-flavor no alimento, este processo pode ser evitado por antioxidantes naturais que estão presentes no leite in natura, fazendo com que a molécula de lipídio tenha um maior tempo de vida (Van Aardt et al 2005), no entanto, os tratamentos não demonstraram diferença entre si, demonstrando que nenhuma das gorduras possui maior ou menor efeito sobre parâmetros de oxidação e antioxidantes.

4.3. Aspectos qualitativos ligados a composição físico-química, funcionalidade e sensorial dos queijos

Os queijos não apresentaram umidade superior a 35%, onde segundo o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Lácteos (RTIQPL), queijos com umidade inferior a 35% são considerados queijos de baixa umidade, que geralmente possuem massa dura. Mesmo que os queijos tenham apresentado diferença entre os tratamentos, a atividade de água, que é a fração de água livre no alimento, manteve-se semelhante entre os tratamentos, demonstrando que as diferenças para umidade não são extremas.

Os queijos produzidos neste experimento apresentaram o HUE próximo a 90°, que representa a coloração amarelo, quanto mais afastado de 90°, menos amarelo o queijo, sendo assim, os queijos do grupo GPP e GSD apresentaram coloração de casca mais amarelada.

O HUE do interior do queijo não demonstrou significância, no entanto, o b^* que representa coloração entre amarelo e azul, demonstra que o queijo GSD apresentou coloração mais amarelada no interior do queijo. O queijo GSD demonstrou maior intensidade de cor (C^*) amarela em relação aos demais queijos, sendo este o que recebeu notas mais baixas para cor na avaliação sensorial, pois quanto maior o C^* , mais luz o queijo reflete, explicando a relação entre o C^* e a cor visível ao olho humano.

Os participantes do painel semi-treinado, eram na maioria jovens, sem experiência no consumo de queijos maduros e possivelmente isso justifique no geral a baixa nota recebida para todos os queijos. Como principal fator a ser abordado, Van Aardt et al (2005) ressaltaram que a oxidação lipídica possui ligação com o perfil de ácidos graxos, quando há maior atividade de ácidos graxos deste grupamento em determinado alimento, pode ocorrer modificações físicas e químicas na gordura do leite, como ponto de fusão, viscosidade, firmeza, estabilidade oxidativa e “*flavor*”. Em um estudo foi observada correlação positiva da maior oxidação lipídica, com maior atividade de AGPIs, utilizado soja tostada na dieta, acarretando no desenvolvimento do *flavor* em poucos dias (Timmons et al 2001). Desta forma, a menor aceitação dos queijos GSD pode ser explicado pela presença de *flavor* nos queijos, mesmo que a oxidação lipídica não tenha apresentado diferença entre os tratamentos, a proporção de AGPIs no leite deste tratamento destacou-se em relação aos demais.

5. Conclusão

A alimentação com gordura protegida de soja e grão de soja desativado resulta em maior consumo e digestibilidade de nutrientes acarretando em maior produção de leite. O leite de ovelhas alimentadas com grão de soja desativado possui melhor funcionalidade quanto ao perfil de ácidos graxos hipocolesterolêmicos, mas este resulta em queijos com menor aceitabilidade sensorial.

Referências

- AOAC. 1990. Official methods of analysis. 15th ed. Arlington (Virginia, USA): Association of Official Analytical Chemists.
- AOAC. 1995. Official methods of analysis. 16th ed. Washington (DC, USA): Association of Official Analytical.
- Arnao MB, Cano A, Acosta M. 2001. The hydrophilic and lipophilic contribution to total antioxidant activity. *Food Chem.* 73: 239-244.
- Arruda PCL, Pereira ES, Pimentel PG, Bomfim MAD, Mizubuti IY, Ribeiro ELA, Fontenele RM, Regadas Filho JGL. 2012. Perfil de ácidos graxos no Longissimus dorsi de cordeiros Santa Inês alimentados com diferentes níveis energéticos. *Sem: Ciên Agr.* 33: 1229-1240.
- Beam TM, Jenkins TC, Moate PJ, Kohn RA, Palmquist DL. 2000. Effects of amount and source of fat on the rate of lipolysis and biohydrogenation of fatty acids in ruminal contents. *J Dairy Sci.* 83: 2564-2573.
- Bessa RJB. 1999. Revalorização nutricional das gorduras dos ruminantes. In: *Symposium Europeo – Alimentación en el Siglo XXI.* 283-313.
- Brand-Williams W, Cuvelier ME, Berset C. 1995. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. 28: 25-30.
- Buriti FCA, da Rocha JS, Assis EG, Saad SMI. 2005. Probiotic potential of Minas fresh cheese prepared with the addition of *Lactobacillus paracasei*. *LWT – Food Sci and Tech.* 38: 173-180.
- Chaudhary J, Patil GB, Sonah H, Deshmukh RK, Vuong TD, Valliyodan B, Nguyen HT. 2015. Expanding omics resources for improvement of soybean seed composition traits. *Front in Plan Sci.* 6: 1-16.

- Corrêa GF, Rohenkhl JE, Osório MTM. 2014. Produção de ovinos no Brasil. São Paulo: Roca. Capítulo 31, Produção e qualidade do leite ovino; p. 483-499.
- Diffay BC, Mckenzie D, Wolf C, Pug DG. C. 2004. Clínica de ovinos e caprinos. São Paulo: Roca. Capítulo 1, Abordagem e exame de ovinos e caprinos; p. 1-19.
- Feltes GL, Michelotti VT, Prestes AM, Bravo AP, Bondan C, Dornelles MA, Breda FC, Rorato PRN. 2016. Milk production and percentages of fat and protein in Holstein breed cows raised in Rio Grande do Sul, Brazil. 46: 700-706.
- Ferreira EM, Ferraz Junior MVC, Polizel DM, Urano FS, Susin I, Gentil RS, Biehl MV, Biava JS, Pires AV. 2018. Milk yield and composition from ewes fed raw soybeans and their lamb's performance. Na Feed Sci and Tech. 238: 1-8.
- French P, O'Riordan EG, Monahan FJ, Caffrey PJ, Moloney AP. 2003. Fatty acid composition of intra-muscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. Liv Prod Sci. 81: 307-317.
- Gargouri A, Caja G, Casals R, Mezghani I. 2006. Lactational evaluation of effects of calcium soap of fatty acids on dairy ewes. Small Rumin Res. 66: 1-10.
- Griinari JM, Corl BA, Lacy SH, Chouinard PY, Nurmela KVV, Bauman DE. 2000. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by Δ^9 -Desaturase. The J of Nutrit. 130: 2285-2291.
- Hartman L, Lago BC. 1973. A rapid preparation of fatty methyl esters from lipids. Lab Pract. 22: 475-477.
- Høstmark AT, Haug A. 2013. Percentages of oleic acid and arachidonic acid are inversely related in phospholipids of human sera. Lip in Heal and Dis. 12: 1-6.
- IBGE. 2018-. Dourados (BR): Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. [atualizado em 8 de agosto de 2018, acessado em 8 de agosto de 2018]. ftp://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_sobre_posicionamento_geodesico/rbmc/relatorio/Descritivo_MSDR.pdf.
- Jenkins TC, Wallace RJ, Moate PJ, Mosley EE. 2008. Board-invited review: Recent advances in biohydrogenation of unsaturated fatty acids within the rumen microbial ecosystem. J Anim Sci. 86: 397-412.

- Kosikowski F. 1986. New cheese-making procedures utilizing ultrafiltration. *Food tech.* 40: 71-77.
- Lee D, Kulkarni KP, Kim B, Seok YM, Song JT, Lee J. 2019. Comparative assessment of quality characteristics of Chungkookjang made from soybean seeds differing in oleic acid concentration. *J Func Foods.* 52: 529-536.
- Lemarié F, Beauchamp E, Legrand P, Rioux V. Revisiting the metabolism and physiological functions of caprylic acid (C8:0) with special focus on ghrelin octanoylation. 2016. *Bioch.* 120: 40-48.
- Longo ML, Vargas Junior FM, Cansian K, Souza MR, Burim PC, Silva ALA, Costa CM, Seno LO. 2018. Environmental factors that influence milk production of Pantaneiro ewes and the weight gain of their lambs during the pre-weaning period. *Trop Anim Heal.* 50:1493-1497.
- Lucatto JN, Mendonça SNTG, Drunkler DA. 2014. Ácido linoleico conjugado: Estrutura química, efeitos sobre a saúde humana e análise em lácteos. *Rev Inst Latic Cand Tos.* 69: 199-211.
- Mendes WS, Silva IJ, Fontes DO, Rodriguez NM, Marinho PC, Silva FO, Arouca CLC, Silva FCO. 2004. Composição química e valor nutritivo da soja crua e submetida a diferentes processamentos térmicos para suínos em crescimento. *Arq Bras Med Vet Zootec.* 56: 207-213.
- Mierlita D. 2016. Fatty acid profile and health lipid indices in the raw milk of ewes grazing part-time and hemp seed supplementation of lactating ewes. *Sou Afric J of An Sci.* 46: 1-11.
- Osório JCS, Osório MTM, Fernandes ARM, Vargas Junior FM, Seno LO. 2014. Produção de ovinos no Brasil. São Paulo: Roca. Capítulo 33, Técnicas de avaliação in vivo, na carcaça e na carne; p. 527-550.
- Peñuela-Sierra LM, Castañeda-Serrano RD, Sanmiguel RA. 2015. Ácidos graxos poli-insaturados e ácido linoleico conjugado na carne suína. Benefícios para a saúde humana: Revisão. *PUBVET.* 9: 337-347.
- Peruzzi AZ, Monreal ACD, Caramalac SM, Caramalac SM. 2016. Produção leiteira e análise centesimal do leite de ovelhas da raça Santa Inês. *Ver Agra.* 9: 182-191.

- Rotunno T, Sevi A, Caterina RD, Muscio A. 1998. Effects of graded levels of dietary rumen-protected fat on milk characteristics of Comisana ewes. *Small Rumin Res.* 30: 137-145.
- Santos BM, Oliveira MEG, Sousa YRF, Madureira ARMFM, Pintado MME, Gomes AMP, Souza EL, Queiroga RCRE. 2011. Caracterização físico-química e sensorial de queijo de coalho produzido com mistura de leite de cabra e de leite de vaca. *Rev Inst Adolfo Lutz.* 70: 302-310.
- Silva PHF, Pereira DBC, Oliveira LL, Costa Júnior LCG. 1997. Físico-química do leite e derivados: métodos analíticos. Juiz de Fora: Oficina de impressão gráfica e editora Ltda. Capítulo 5, Queijo; p. 97-98.
- Singleton VL, Rossi JA. 1965. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *J Food Sci.* 16: 144-158.
- Sjaunja LO, Baevre L, Junkkarine L, Pedersen J, Setälä J. 1990. A nordic proposal for an energy corrected milk (ECM) formula. *Perforo recor of anim.* 50: 156-157.
- Sniffen CJ, O'Connor JD, Van Soest PJ, Fox DG, Russel JB. 1992. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. *J Anim Sci.* 11:3562-3577.
- Souza FN, Monteiro AM, Santos PR, Sanchez EM, Blagitz MG, Latorre AO, Figueiredo Neto AM, Gidlund M, Della Libera AM. 2011. Antioxidant status and biomarkers of oxidative stress in bovine leukemia virus-infected dairy cows. *Vet Immunol Immunopa.* 143: 162-166.
- Timmons JS, Weiss WP, Palmquist DL, Harper WJ. 2001. Relationships among dietary roasted soybeans, milk components, and spontaneous oxidized flavor of milk. *J Dairy Sci.* 84: 2440-2449.
- Titi HH, Obeidat BS. 2008. Effects of Ca salt supplementation on milk yield and composition and on lamb growth rate of Awassi ewes. *Liv Sci.* 119: 154-160.
- Toral PG, Frutos P, Hervás, Gómez-Cortéz P, Juárez M, Fuente MA. 2010. Changes in milk fatty acid profile and animal performance in response to fish oil supplementation, alone or in combination with sunflower oil, in dairy ewes. *Dairy Sci.* 93: 1604-1615.
- Tyrrell HF e Reid JT. 1965. Prediction of the energy value of cow's milk. *J of Dairy Sci.* 48: 1215-1223.

Ulbricht TLV, Southgate DAT. 1991. Coronary heart disease: seven dietary factors. *The Lancet*. 338: 985-992.

Valinote AC, Nogueira Filho JCM, Leme PR Silva SL, Cunha JA. 2006. Fontes de lipídio e monensina sódica na fermentação, cinética e degradabilidade ruminal de bovinos. *Pesq Agropec Bras*. 41:117-124.

Van Aardt M, Duncan SE, Marcy JE, Long TE, O'Keefe SFO, Nielsen-Sims SR. 2005. Effect of antioxidant (α -Tocopherol and ascorbic acid) fortification on light-induced flavor of milk. *J Dairy Sci*. 88: 872-880.

Van Soest PJ, Robertson JB, Lewis BA. 1991. Methods for Dietary Fiber, Neutral Detergent Fiber, and Nonstarch Polysaccharides in Relation to Animal Nutrition. *J Dairy Sci*. 74:3583-3597.

Zhang RH, Mustafa AF, Zhao X. 2006. 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. *Anim Feed Sci*. 127: 220-233.

Tabela 1. Ingredientes, composição química e perfil de ácidos graxos de concentrados experimentais (CE) (200 g/animal/d), concentrado comercial (CC) fornecido de acordo com a produção de leite (1 kg de CC / 1 kg de produção de leite) e fenos utilizados na alimentação de ovelhas Pantaneiras

	Concentrados experimentais ¹					CC ²	Fenos	
	Controle	GPS	GPP	Blend	GSD		Aveia	Tifton
Ingredientes (%)								
Milho	50,0	31,0	31,0	31,0	38,0	-	-	-
Farelo de soja	50,0	54,0	54,0	54,0	-	-	-	-
GPS	-	15,0	-	7,5	-	-	-	-
GPP	-	-	15,0	7,5	-	-	-	-
GSD	-	-	-	-	62,0	-	-	-
Nutrientes ³ (%)								
MS	86,2	87,6	87,2	87,4	87,1	86,6	84,9	86,2
Cinzas	4,5	8,3	8,4	8,4	4,4	7,8	8,7	5,5
MO	95,4	91,6	91,5	91,5	95,5	92,1	91,2	94,4
PB	28,2	26,6	26,5	27,5	31,7	19,9	11,4	7,2
EE	3,0	13,6	13,9	13,7	13,3	3,1	0,8	0,3
FDN	34,2	25,6	29,5	25,9	34,4	36,3	67,2	77,4
FDA	5,9	5,7	6,2	7,2	7,3	12,0	37,9	40,5
CT	63,7	64,9	64,9	64,0	45,8	68,9	78,9	86,8
Ácidos graxos saturados (% de gordura)								
C12:0	0,22	0,24	0,19	0,21	0,21	0,24	-	-
C14:0	0,24	0,24	0,49	0,21	0,25	0,22	-	-
C16:0	12,85	16,33	43,15	29,76	13,11	19,42	-	-
C18:0	3,25	6,23	5,69	4,75	4,25	4,13	-	-
C20:0	0,29	0,25	0,97	0,59	0,22	0,68	-	-
C22:0	0,11	0,11	0,11	0,11	0,11	0,31	-	-
C24:0	0,11	0,11	0,97	0,58	0,11	0,22	-	-
Ácidos graxos monoinsaturados (% de gordura)								
C14:1	0,11	0,10	0,11	0,11	0,11	0,10	-	-
C16:1	0,38	0,24	0,59	0,64	0,20	0,27	-	-
C18:1	29,26	29,76	36,32	31,05	26,79	24,92	-	-
Ácidos graxos poli-insaturados (% de gordura)								
C18:2	48,21	41,61	9,89	30,59	48,45	44,01	-	-
C18:3	4,22	4,11	0,41	0,47	5,52	4,67	-	-

¹Tratamentos: GPS: Gordura Protegida de Soja; GPP: Gordura Protegida de Palma; Blend: Combinação da GPS e GPP; GSD: Grão de soja desativado.

²CC: concentrado comercial.

³MS: Matéria Seca; MO: Matéria Orgânica; PB: Proteína Bruta; EE: Extrato Etéreo; FDN: Fibra Detergente Neutro; FDA: Fibra Detergente Ácido; CT: Carboidratos Totais (100-(cinzas + EE + PB)), (Sniffen et al., 1992).

Tabela 2. Peso corporal (PC), consumo e digestibilidade da MS, nutrientes e DT de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas

Variáveis ³	Concentrados experimentais ¹					EPM ²	P-value
	Controle	GPS	GPP	Blend	GSD		
PC (kg)	42,82	44,84	42,77	42,91	43,62	4,699	0,59
Consumo							
Relação Vol:Con (kg)	78 : 22	71 : 29	72 : 28	75 : 25	74 : 26	8,9	0,08
CC (kg/dia)	0,48	0,56	0,46	0,44	0,54	0,177	0,15
MS (g/dia)	1522	1737	1468	1645	1716	360,0	0,07
MO (g/dia)	1409	1601	1352	1515	1588	331,0	0,07
PB (g/dia)	201	234	201	218	239	46,6	0,17
EE (g/dia)	22 ^c	44 ^b	41 ^b	41 ^b	51 ^a	6,3	< 0,01
FDN (g/dia)	911	1023	863	999	1025	223,6	0,08
FDA (g/dia)	449	508	430	510	510	119,2	0,08
CT (g/dia)	1185	1346	1133	1280	1297	281,8	0,11
Digestibilidade							
MS (%)	54,93 ^{ab}	57,97 ^a	56,60 ^{ab}	52,32 ^b	55,40 ^{ab}	5,039	0,01
MO (%)	56,48 ^{ab}	59,27 ^a	58,04 ^{ab}	54,05 ^b	56,93 ^{ab}	4,929	0,02
PB (%)	60,31 ^c	67,60 ^a	65,98 ^{ab}	61,14 ^{bc}	64,40 ^{abc}	5,839	< 0,01
EE (%)	73,04 ^b	84,01 ^a	83,57 ^a	81,24 ^a	86,28 ^a	6,316	< 0,01
FDN (%)	53,55 ^{ab}	55,57 ^a	54,78 ^{ab}	50,30 ^b	53,45 ^{ab}	5,073	0,02
FDA (%)	45,45	48,41	47,81	44,66	45,73	5,693	0,18
CT (%)	55,40 ^{ab}	58,27 ^a	56,65 ^{ab}	52,82 ^b	54,56 ^{ab}	5,297	0,02
NDT (%)	56,88 ^c	65,84 ^a	65,61 ^{ab}	61,34 ^b	62,92 ^{ab}	4,620	< 0,01

¹Tratamentos: GPS: Gordura Protegida de Soja; GPP: Gordura Protegida de Palma; Blend: Combinação da GPS e GPP; GSD: Grão de soja desativado.

²EPM: Erro padrão médio.

³PC: Peso corporal; Relação Vol:Con : Relação Volumoso:Concentrado; CC: Concentrado comercial; MS: Matéria Seca; MO: Matéria Orgânica; PB: Proteína Bruta; EE: Extrato Etéreo; FDN: Fibra Detergente Neutro; FDA: Fibra Detergente Ácido; CT: Carboidratos Totais (100-(cinzas + EE + PB)), (Sniffen et al., 1992); NDT: Nutrientes Digestíveis Totais.

Tabela 3. Produção e constituintes do leite (% e g/dia) e ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas

Variáveis ³	Concentrados experimentais ¹					EPM ²	P-value
	Controle	GPS	GPP	Blend	GSD		
Produção de leite							
PL (kg/d)	0,333	0,441	0,317	0,291	0,442	0,209	0,06
PL/CC (kg/kg)	0,67	0,76	0,64	0,65	0,74	0,157	0,07
Qualidade do leite							
Gordura (%)	6,46	5,95	6,27	6,61	6,94	1,665	0,51
Gordura (g/d)	21,06	24,55	19,66	21,02	28,88	12,581	0,21
Proteína (%)	6,46 ^{ab}	6,00 ^b	6,00 ^b	6,75 ^a	6,17 ^{ab}	0,636	< 0,01
Proteína (g/d)	22,20	25,98	19,74	21,13	27,71	13,596	0,39
Lactose (%)	4,60 ^{ab}	4,76 ^a	4,55 ^{ab}	4,37 ^b	4,61 ^{ab}	0,248	< 0,01
Lactose (g/d)	16,17	21,35	15,35	13,52	21,33	10,830	0,14
Caseína (%)	5,17 ^{ab}	4,70 ^b	4,73 ^b	5,32 ^a	4,87 ^{ab}	0,534	< 0,01
Caseína (g/d)	17,87	20,40	15,70	16,76	21,78	10,766	0,44
PCAS (% da proteína)	80,14 ^a	78,42 ^b	78,86 ^b	78,72 ^b	78,85 ^b	1,083	< 0,01
ST (%)	18,54	17,78	17,89	18,86	18,80	1,964	0,36
ESD (%)	12,07 ^{ab}	11,83 ^{ab}	11,61 ^b	12,25 ^a	11,84 ^{ab}	0,601	0,03
NUL (mg/dL)	30,83 ^a	26,02 ^b	29,88 ^a	31,88 ^a	30,37 ^a	3,937	< 0,01
PLEC (kg/d)	0,53	0,64	0,49	0,52	0,71	0,313	0,19
EEL(MJ/d)	1,29	1,54	1,18	1,28	1,75	0,755	0,19

¹Tratamentos: GPS: Gordura Protegida de Soja; GPP: Gordura Protegida de Palma; Blend: Combinação da GPS e GPP; GSD: Grão de soja desativado.

²EPM: Erro padrão médio.

³PL: Produção de leite; PL/CC: Produção de leite [kg]/Consumo de concentrado [kg]; PCAS: Proporção de caseína na proteína; ST: Sólidos Totais; ESD: Extrato Seco Desengordurado; NUL: Nitrogênio Ureico do Leite; PLEC: Produção de Leite Energeticamente Corrigido (Sjaunja, 1990); EEL: Excreção de Energia do Leite (Tyrrell e Reid, 1965).

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos do leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas

Ácidos graxos [%] ³	Concentrados experimentais ¹					EPM ²	P-value
	Controle	GPS	GPP	Blend	GSD		
Σ AGS	73,86 ^b	72,35 ^c	74,53 ^a	73,87 ^b	70,77 ^d	0,515	< 0,01
C4:0	1,60 ^a	1,58 ^{ab}	1,57 ^b	1,57 ^b	1,60 ^a	0,004	< 0,01
C6:0	1,65	1,65	1,68	1,67	1,66	0,043	0,08
C8:0	2,99 ^a	2,85 ^b	2,94 ^a	2,83 ^b	2,97 ^a	0,054	< 0,01
C10:0	6,58 ^c	6,77 ^d	6,50 ^c	6,73 ^b	7,23 ^a	0,107	< 0,01
C12:0	4,25 ^{ab}	4,17 ^d	4,20 ^c	4,26 ^a	4,22 ^{bc}	0,035	< 0,01
C14:0	11,01 ^{ab}	10,69 ^c	10,20 ^d	10,88 ^{bc}	11,15 ^a	0,276	< 0,01
C15:0	1,45 ^{bc}	1,48 ^a	1,43 ^c	1,48 ^{ab}	1,48 ^a	0,036	< 0,01
C16:0	27,91 ^b	26,59 ^c	29,37 ^a	27,79 ^b	24,27 ^d	0,682	< 0,01
C17:0	0,16 ^c	0,19 ^a	0,16 ^c	0,17 ^b	0,18 ^{ab}	0,010	< 0,01
C18:0	14,29 ^b	14,45 ^{ab}	14,47 ^a	14,46 ^a	13,96 ^c	0,183	< 0,01
C20:0	0,87 ^{bc}	0,85 ^c	0,89 ^{abc}	0,93 ^a	0,91 ^{ab}	0,051	< 0,01
C22:0	0,86 ^a	0,84 ^c	0,84 ^{bc}	0,87 ^a	0,86 ^{ab}	0,017	< 0,01
C24:0	0,20 ^{ab}	0,20 ^{ab}	0,21 ^a	0,18 ^b	0,22 ^a	0,030	< 0,01
Σ AGMI	22,06 ^c	23,11 ^b	21,42 ^d	22,11 ^c	24,12 ^a	0,326	< 0,01
C14:1	0,05 ^{ab}	0,05 ^{ab}	0,05 ^b	0,05 ^a	0,05 ^{ab}	0,004	0,03
C15:1	0,19 ^{bc}	0,19 ^a	0,19 ^{abc}	0,19 ^{ab}	0,18 ^c	0,009	< 0,01
C16:1	0,91 ^c	0,98 ^{ab}	0,96 ^b	0,95 ^b	1,00 ^a	0,033	< 0,01
C17:1	0,44 ^{ab}	0,41 ^b	0,45 ^a	0,44 ^{ab}	0,41 ^b	0,036	< 0,01
C18:1t11	7,09 ^c	7,47 ^b	6,91 ^d	7,11 ^c	8,07 ^a	0,079	< 0,01
C18:1 c9	13,36 ^c	13,98 ^b	12,84 ^d	13,35 ^c	14,39 ^a	0,268	< 0,01
Σ C18:1	20,46 ^c	21,46 ^b	19,75 ^d	20,46 ^c	22,46 ^a	0,327	< 0,01
Σ AGPI	4,06 ^c	4,52 ^b	4,04 ^c	4,00 ^c	5,09 ^a	0,213	< 0,01
C18:2 n6	1,62 ^c	2,08 ^b	1,59 ^c	1,56 ^c	2,53 ^a	0,231	< 0,01
C18:2 cis 9, trans 11	0,86 ^{ab}	0,87 ^{ab}	0,86 ^{ab}	0,86 ^b	0,87 ^a	0,015	0,01
C18:3 n3	1,57 ^b	1,56 ^b	1,58 ^b	1,59 ^b	1,68 ^a	0,040	< 0,01
Σ C18:3	2,44 ^b	2,44 ^b	2,45 ^b	2,44 ^b	2,56 ^a	0,046	< 0,01
n-6/n-3	1,03 ^c	1,33 ^b	1,00 ^c	0,98 ^c	1,50 ^a	0,166	< 0,01
Funcionalidade dos ácidos graxos							
Hipercolesterolêmicos	44,14 ^b	42,49 ^c	44,79 ^a	43,95 ^b	40,72 ^d	0,502	< 0,01
Hipocolesterolêmicos	16,56 ^c	17,63 ^b	16,02 ^d	16,50 ^c	18,61 ^a	0,460	< 0,01
Neutros	20,87 ^b	21,22 ^a	20,97 ^b	21,20 ^a	21,19 ^a	0,222	< 0,01
Residuais	1,61 ^b	1,67 ^a	1,60 ^b	1,66 ^a	1,66 ^a	0,041	< 0,01
Índices							
Trombogenicidade	4,18 ^a	3,78 ^b	4,32 ^a	4,21 ^a	3,35 ^c	0,163	< 0,01
Aterogenicidade	3,01 ^a	2,75 ^b	3,02 ^a	2,99 ^a	2,58 ^c	0,059	< 0,01
Enzimas							
Δ9 dessaturase C16:0	3,17 ^d	3,57 ^b	3,17 ^d	3,33 ^c	3,57 ^a	0,150	< 0,01
Δ9 dessaturase C18:0	48,32 ^c	49,15 ^b	47,02 ^d	48,00 ^c	50,75 ^a	0,618	< 0,01
Elongase	48,96 ^c	50,78 ^b	47,38 ^d	49,16 ^c	52,86 ^a	0,823	< 0,01

¹Tratamentos: GPS: Gordura Protegida de Soja; GPP: Gordura Protegida de Palma; Blend: Combinação da GPS e GPP; GSD: Grão de soja desativado.

²EPM: Erro padrão médio.

³AGS: Soma dos ácidos graxos saturados; AGMI: Soma dos ácidos graxos monoinsaturados; AGPI: Soma dos ácidos graxos poli-insaturados; n-6/n-3: Relação entre ômega 6 e 3.

Tabela 5. Grau de oxidação lipídica e capacidade antioxidante do leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas

Variáveis ³	Concentrados experimentais ¹					EPM ²	<i>P-value</i>
	Controle	GPS	GPP	Blend	GSD		
Grau de oxidação lipídica							
TBARS (mmol/gordura)	286,3	291,0	282,7	251,3	241,1	101,300	0,52
Capacidade antioxidante							
ABTS (%)	128,9	114,3	104,5	82,2	109,9	64,791	0,26
DPPH (%)	4,50	5,54	2,00	0,77	3,07	7,568	0,30
Polifenóis (mg EAG/L)	7,39	7,12	6,43	7,57	7,75	2,280	0,40

¹Tratamentos: GPS: Gordura Protegida de Soja; GPP: Gordura Protegida de Palma; Blend: Combinação da GPS e GPP; GSD: Grão de soja desativado.

²EPM: Erro padrão médio.

³TBARS: Substâncias reativas ao ácido tiobarbitúrico; ABTS: 2,2-azinobis-3-etil-benzotiazolina-6-ácido sulfônico; DPPH: 2,2-difenil-1-picrilhidrazil.

Tabela 6. Composição química, capacidade de derretimento (CD), rendimento de queijo (RQ) e coloração de queijos feitos com leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas

Variáveis ³	Concentrados experimentais ¹					EPM ²	P-value
	Controle	GPS	GPP	Blend	GSD		
Umidade (%)	33,43	31,47	30,83	28,00	29,37	3,410	0,16
EST (%)	66,56	68,53	69,17	72,00	70,63	3,410	0,16
Gordura (%)	18,05	19,05	17,70	18,45	17,43	1,041	0,18
Proteína (%)	57,20	57,15	57,35	57,20	57,08	0,363	0,84
Cinzas (%)	6,99	6,99	7,07	6,20	6,42	1,170	0,70
pH	5,09	4,80	5,11	5,27	4,85	0,365	0,28
CD (%)	0,87	1,03	0,55	1,01	0,75	0,522	0,58
RQ (g/kg)	142	130	101	117	92	0,030	0,17
Casca do queijo							
Aw	0,86	0,86	0,87	0,88	0,85	0,013	0,06
L*	64,51	65,97	65,37	65,91	68,37	3,136	0,48
a*	-4,54	-5,18	-4,52	-5,49	-4,88	0,679	0,15
b*	18,94	18,80	22,25	22,03	21,90	3,300	0,27
C*	18,47	17,66	20,27	19,96	21,20	3,548	0,48
HUE	105,15	106,82	104,41	105,14	105,22	1,714	0,06
Centro do queijo							
Aw	0,93	0,91	0,92	0,92	0,91	0,018	0,55
L*	79,11	76,48	79,87	77,48	80,17	3,173	0,34
a*	-4,74	4,97	-5,12	-5,17	-5,39	0,489	0,38
b*	17,52	16,63	19,44	19,52	20,14	2,359	0,15
C*	19,65	20,23	22,50	23,04	20,37	2,472	0,23
HUE	103,99	105,14	102,09	103,88	102,27	1,726	0,30

¹Tratamentos: GPS: Gordura Protegida de Soja; GPP: Gordura Protegida de Palma; Blend: Combinação da GPS e GPP; GSD: Grão de soja desativado.

²EPM: Erro padrão médio.

³EST: Extrato Seco Total; CD: Capacidade de Derretimento; RQ: Rendimento de queijo; Aw: Atividade de água; L*: Luminosidade; a*: Representação visual (+)vermelho/(-)verde; b*: Representação visual (+)amarelo/(-)azul; C*: Índice de saturação; HUE: ângulo de tonalidade.

Tabela 7. Análise sensorial de queijos feitos com leite de ovelhas Pantaneiras suplementadas com diferentes fontes lipídicas, em escala de intensidade variando entre 0-10

	Concentrados experimentais ¹					EPM ²	<i>P-value</i>
	Controle	GPS	GPP	Blend	GSD		
Aparência geral	7,96 ^{abc}	8,88 ^a	7,56 ^{bc}	8,31 ^{ab}	7,03 ^c	0,985	< 0,01
Cor	6,90	7,00	6,90	6,72	5,33	1,345	0,05
Aroma	7,59 ^{abc}	8,03 ^a	6,57 ^{bc}	7,78 ^{ab}	6,41 ^c	1,222	< 0,01
Sabor	6,82 ^{ab}	6,80 ^{at}	6,54 ^{ab}	7,68 ^a	5,11 ^b	1,569	0,01
Consistência	7,91	8,00	6,89	6,75	7,07	1,258	0,06
Apreciação global	9,20 ^a	8,41 ^{at}	7,58 ^{bc}	7,80 ^{bc}	6,82 ^c	1,179	< 0,01

¹Tratamentos: GPS: Gordura Protegida de Soja; GPP: Gordura Protegida de Palma; Blend: Combinação da GPS e GPP; GSD: Grão de soja desativado.

²EPM: Erro padrão médio.

Escala 1 a 10 para aparência geral (não gostei a gostei muito); Cor (amarelo a branco); Aroma (forte a leve); Sabor (intenso a leve); Consistência (firme a suave); Apreciação global (não gostei a gostei muito).

Considerações finais

Estudos que avaliam a utilização de suplementação lipídica protegida por sabões de cálcio em pequenos ruminantes são escassos, no entanto, a utilização desta forma de suplementação em bovinos já está consolidado, visando o melhor aproveitamento desta dieta para produção de leite, com benefícios quanto a melhora no perfil de ácidos graxos. Em relação a utilização de gordura natural, há uma gama considerável de trabalhos que avalie a produção leiteira em pequenos ruminantes, seja com grão de oleaginosas ou na forma de óleo, porém este último pode causar distúrbios, como a toxidez de alguns microrganismos do rúmen, ou diminuição do aproveitamento da fibra ingerida pelo animal.

A utilização de grão de soja desativado é uma alternativa para ser utilizado como suplementação lipídica para ovinos leiteiros, pois, aumenta o perfil de ácidos graxos hipocolesterolêmicos, que combatem o colesterol. A gordura protegida por sabões de cálcio pode ser uma alternativa para aumentar a concentração de caseína, que é um dos nutrientes responsáveis pelo rendimento queijeiro.