

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS
ESCOLA DE VETERINÁRIA**

**AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DA
GLICERINA BRUTA NA ÁGUA DE
CONSUMO DE OVELHAS LACTANTES**

FELIPE SANTIAGO SANTOS

Belo Horizonte - Minas Gerais

2016

FELIPE SANTIAGO SANTOS

**AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DA GLICERINA BRUTA NA ÁGUA
DE OVELHAS LACTANTES**

Dissertação apresentada à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para obtenção do grau de mestre em Zootecnia.
Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. *Iran Borges*

Belo Horizonte

2016

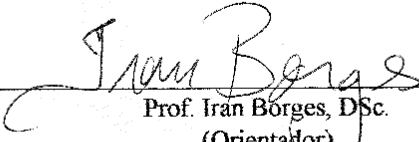
Santos, Felipe Santiago, 1987-
S237a Avaliação da inclusão da glicerina bruta na água de consumo de ovelhas lactantes / Felipe Santiago Santos. – 2016.
50 p. : il.

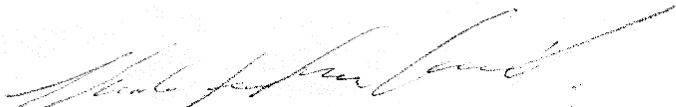
Orientador: Iran Borges
Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária
Inclui bibliografia

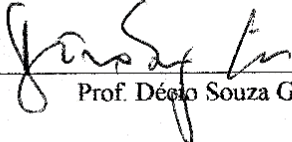
1. Ovelha – Alimentação e rações – Teses. 2. Dieta em veterinária – Teses. 3. Glicerina – Teses. 4. Suplemento alimentar – Teses. 5. Leite de ovelha – Composição – Teses. 6. Leite de ovelha – Produção – Teses. I. Borges, Iran. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Escola de Veterinária. III. Título

CDD – 636.308 5

Dissertação apresentada no dia 28 de janeiro de 2016, e aprovada pela comissão
examinadora composta por:


Prof. Iran Borges, DSc.
(Orientador)


Prof. Cláudio José Borela Espescht, DSc.


Prof. Décio Souza Graça, PhD.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Iran Borges, por seu exemplo profissional, e por ter sido verdadeiro mestre promotor de grande aprendizado, crescimento pessoal e científico.

Aos meus pais pelo importante papel na minha formação pessoal e pelo exemplo de vida.

As minhas irmãs pela união, compreensão e apoio.

Aos membros da banca Cláudio José Borela Espeschit e Décio Souza Graça pela presença e principalmente pelas correções.

Ao Gilberto de Lima Macedo Junior.

À Hemilly Menezes de Sá pela parceria na execução do experimento e, sobretudo pela amizade.

À Gabriela Bastos pelo auxílio, amizade e companheirismo.

Aos Núcleo de Extensão e Pesquisa em Pequenos Ruminantes pelo aprendizado, apoio e as amigadas criadas. Em especial aos pós-graduandos: Flavio Alvarenga, Joana Campolina, José André Junior, Leonardo Rago, Lucas Lopes, Luciana Guedes, Luigi Cavalcanti, Pedro Andrade, Tássia Martins. E aos alunos de iniciação científica: Celso Paiva, Juliana Favato, Jizênio Passos, Natália Alves.

Aos amigos da EV/UFMG, em especial à Lucas Alves Rodrigues e Victor Alves pela infindável amizade, e companheirismo estendido ao período da pós-graduação.

Aos meus primos, Eric e Alex, pelo companheirismo e apoio, sobretudo as correções das redações em inglês dos trabalhos escritos durante o mestrado.

Ao Octávio Morais pelo empréstimo dos animais.

Aos funcionários da Fazenda Experimental da Professor Hélio Barbosa.

À Coordenação de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo suporte financeiro.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS	6
LISTA DE FIGURAS	6
RESUMO	7
ABSTRACT	8
1. INTRODUÇÃO GERAL	10
2. REVISÃO DE LITERATURA	12
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
4. AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DA GLICERINA BRUTA NA ÁGUA DE CONSUMO DE OVELHA LACTANTES.....	29
4.1 INTRODUÇÃO.....	30
4.2 MATERIAL E MÉTODOS	32
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	35
4.4 CONCLUSÕES.....	41
4.5 REFERÊNCIAS.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição centesimal e bromatológica das dietas oferecida às ovelhas durante a lactação	46
Tabela 2. Composição bromatológica e teor de energia da glicerina	46
Tabela 3. Consumo de nutrientes de ovelhas suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água.....	47
Tabela 4. Desempenho produtivo e composição do leite de ovelhas suplementadas com diferentes concentrações de glicerina bruta (GB) diluída em água	48
Tabela 5. Glicemia média de ovelhas em lactação suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água	49

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Equações de regressão do consumo de ovelhas em lactação suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água e em função da semana de lactação (SEM)	49
Figura 2. Equações de regressão da produção de leite corrigida para gordura e proteína (PLC) e produção de gordura, proteína e lactose no leite, de ovelhas suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água e em função da semana de lactação (SEM)	50
Figura 3. Equações de regressão da composição de gordura, proteína e lactose do leite de ovelhas suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água e em função da semana de lactação (SEM).....	50

RESUMO

A Glicerina bruta (GB) na água demonstra potencial para uso em dieta de ovelhas leiteiras. As recentes políticas de uso de energias renováveis têm promovido um excedente de GB. Esse coproduto pode ser aplicado na nutrição de ruminantes como fonte barata de alimento energético de fácil armazenamento e fornecimento, que pode substituir alimentos tradicionais como milho, farelos de trigo e arroz mais comumente usados na ovinocultura. Objetivo foi avaliar os efeitos da inclusão da glicerina em água para ovelhas leiteiras, sobre o consumo de nutrientes, produção e composição de leite, bem como os parâmetros glicêmicos promovidos pela suplementação. Foram utilizadas 20 ovelhas leiteiras, recém paridas, de peso inicial $62,68 \pm 5,95$ kg, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto à suplementação de GB veiculada em água: zero, 1,5%, 3,0% e 4,5% da ingestão de matéria seca. Houve um decréscimo linear na ingestão de nutrientes e produção de leite corrigida ($P < 0,05$). A concentração percentual de lactose e proteína do leite elevaram-se linearmente com a inclusão da glicerina ($P < 0,05$); no entanto o teor de ureia no leite reduziu de forma quadrática ($P < 0,05$). Não houve efeito sobre a conversão alimentar (CA) ($P > 0,05$). O aumento da inclusão de GB melhorou linearmente a eficiência de uso do nitrogênio na produção de leite (EFN) ($P < 0,05$). Os efeitos deletérios sobre consumo de matéria seca e produção de leite corrigida, podem ser compensados como uma melhora na eficiência do uso da dieta.

Palavras-chave: biocombustíveis, composição do leite, glicerol, lactação, ovinos, coprodutos.

ABSTRACT

Evaluation of supplementing crude glycerin in water for dairy sheep

Crude Glycerin (CG) in water demonstrated a potential for use in diet of dairy sheep. The Recent politics of renewable energy have promoted a surplus of CG. This product can be applied into ruminant nutrition, as a cheap source of energy, of easy storage and supplying, which can replace traditional foods such as corn, wheat and rice meal, commonly used in the sheep industry. The objective was to evaluate the effects of the inclusion of glycerin in water for dairy sheep on nutrient intake, milk yield and composition, as well as glycemic parameters promoted by supplementation. Twenty dairy ewes, initial weight 62.68 ± 5.95 kg, were distributed in a completely randomized design, in four treatments differed as to supplementary CG diluted in water: zero, 1.5%, 3, 0% to 4.5% of dry matter intake. There was a linear decrease ($P < 0.05$) of dry matter intake and milk yield. Milk yield was corrected to 6.5% fat and 5.8% protein. Concentration of lactose and milk protein were increased linearly with the inclusion of Glycerin ($P < 0.05$); however, urea concentration in milk reduced quadratically ($P < 0.05$). There was no effect on feed conversion ratio ($P > 0.05$). The increased inclusion of CG linearly improved the efficiency of the use of nitrogen in the milk yield ($P < 0.05$). The deleterious effects on dry matter intake and milk production may be compensated as an improvement in diet efficiency.

Keywords: biofuels, byproducts, ewe, glycerol, milk composition, ovine.

1. Introdução Geral

A ovinocultura leiteira é uma das atividades pecuárias mais antigas do mundo. A domesticação ovina começou no oriente médio, e data de 10.000 anos A.C. Enquanto no oriente médio e na Ásia a atividade permaneceu em sua grande maioria baseada na subsistência, na Europa e no leste mediterrâneo se desenvolveram as raças de maior produção leiteira (Haenlein, 2007).

A produção de leite de ovelha tem como vantagens o maior rendimento industrial de produtos lácteos, o elevado valor nutritivo, o baixo custo de implementação, a possibilidade de produção em áreas menores e o alto retorno financeiro. Por isso, a atividade chama atenção como alternativa sustentável, compatível com a mão de obra familiar, podendo ter um futuro socioeconômico promissor para pequenos e médios produtores rurais (Suárez e Bussetti, 2006).

Em conformidade à obtenção de altas produções, é necessário que o ovinocultor invista em animais especializados na produção de leite, associados a tecnologias modernas de produção (Pillar et al., 2002). É imprescindível que o manejo nutricional atenda os objetivos comerciais da produção. Quanto maior o nível de intensificação do sistema de produção, maior será o impacto da alimentação na eficiência do sistema. O tipo de alimentação pode interferir na quantidade de produção e nas propriedades organolépticas do leite (Pulina et al., 2006). O que pode ter diversas repercussões de acordo com o objetivo da produção final da atividade.

A nutrição tem grande impacto sobre o custo e a produção da ovinocultura leiteira. Devido à grande exigência nutricional dos animais especializados em produção, somado ao elevado consumo em relação ao peso vivo dos mesmos, os estudos de alimentos alternativos

objetivam encontrar subsídios para melhorar eficiência econômica e produtiva da alimentação.

Nesse contexto a glicerina bruta (GB), coproduto da produção de biodiesel, é vista como um alimento de potencial para fornecimento energético para ruminantes (Donkin et al., 2009; Osborne et al. 2009; Boyd et al., 2013). Por ser um macroingrediente energético espera-se que essa possa ser utilizada na dieta em substituição ao milho e demais alimentos energéticos. Entretanto a base da energia fornecida pela GB não é o amido, e sim o glicerol. Sendo portando indispensáveis pesquisas sobre as respostas a esse alimento na nutrição e produção de ruminantes. Estudos com bovinos mostram que a substituição de amido por glicerol tem potencial para diminuir a produção de metano, elevando assim a eficiência energética de dietas para ruminantes (Lee et al., 2011). Contudo a maioria dos dados na literatura baseiam-se nos impactos da suplementação de glicerol em dietas para vacas leiteiras, sendo escassos trabalhos com ovinocultura leiteira.

Visando compreender os impactos da suplementação energética no desempenho de ovelhas leiteiras, objetivou-se avaliar a inclusão da glicerina em água, sobre o consumo de nutrientes, produção e composição de leite, bem como os parâmetros glicêmicos induzidos pela suplementação.

2. Revisão de literatura

2.1. Histórico e distribuição geográfica dos ovinos leiteiros

Segundo a FAO o leite ovino corresponde a 1,1% da produção mundial de leite, sendo que o Oriente Médio possui a maior produção *per capita* do mesmo, e os principais produtores são China, Turquia e Grécia. Os dois primeiros com maior número de laticínios para leite de ovelha, seguidos por Síria, Irã, Turquia e Argélia (FAOSTAT, 2013). A Grécia, além de ser o maior produtor de leite ovino *per capita* anual do mundo, tem a ovinocultura como principal atividade pecuária do país (Zygoiannis, 2006). As raças oriundas da Europa foram selecionadas para maior produção de leite e são responsáveis pela exportação de animais para as demais partes do mundo (Haenlein, 2007; Rohenkohl et al., 2011; Thomaz et al., 2014).

Na produção europeia priorizou-se a produção de queijo e iogurte, aproveitando o alto rendimento industrial do leite devido seu elevado teor de sólidos e, consequentemente o maior retorno financeiro (Haenlein, 2007). Grécia, Turquia, Hungria, França, Itália, Espanha, República Checa e Eslováquia são os principais produtores (Zygoiannis, 2006).

Nas Américas destacam-se na produção de leite de ovelha o Canadá e o norte dos Estados Unidos (Thomaz et al., 2014). Na Argentina a produção de ovinos leiteiros é caracterizada por fazendas em torno de Buenos Aires e na Patagônia, com rebanho máximo de 150 animais, produzindo em média 170 litros de leite por lactação, com custo total de US\$ 243 por ovelha, e fazendas de até 40 hectares (Suárez e Bussetti, 2006).

No Brasil, a produção começou aproximadamente nas últimas três décadas, impulsionada pelas raças locais produtoras de lã e raças europeias leiteiras criadas no Rio Grande do Sul e no Uruguai (Rohenkohl et al., 2011), porém ainda está se desenvolvendo em sua maioria, na região sul e sudeste (Morais, 2013).

Segundo Morais (2013) existem sete laticínios inspecionados no Brasil, beneficiando 190 mil litros de leite ovino por ano. Esse levantamento mostra que a maior produção se concentra na região sul do país, responsável pela geração de aproximadamente 180 mil litros, sendo três terços desta oriunda do Rio Grande do Sul. O restante provém de Minas Gerais, Rio de Janeiro e Distrito Federal, cada um com um estabelecimento e produção semelhante a 3,5 mil litros anuais cada.

Ainda é pequena a produção de leite de ovelha nas Américas, mas existe um promissor mercado consumidor de produtos lácteos, que atualmente importa produtos de outros países. Os Estados Unidos são os maiores importadores de queijos de ovelha, responsáveis por receberem 50% das exportações mundiais nos últimos 20 anos (Thomas et al., 2014). Assim, a ovinocultura leiteira pode ser considerada como uma alternativa de agronegócio, já que existe uma tradição de criação de ovinos em alguns países latino-americanos, associada à vantagem da atividade exigir baixo custo de investimento e ao curto ciclo de produção (García-Díaz et al., 2012).

2.2. Características do leite ovino e seus benefícios para os produtos lácteos

O leite ovino é nutricionalmente muito mais rico que os leites de vaca e cabra (Park et al., 2007), podendo apresentar o dobro de gordura e proteína que o caprino, o que reflete no alto seu teor de sólidos totais (Raynal-Ljutovac et al., 2008). Apesar de ser mais rico em gordura, o leite de ovelha apresenta maior digestibilidade, segundo Park et al., (2007), já que o tamanho médio de 3 μm dos glóbulos de sua gordura favorece a digestão e metabolismo dos lipídeos comparado com leite de vaca. Apresenta ainda maiores teores de vitaminas e minerais, além de possuir teores de cálcio duas vezes superiores ao leite de vaca (Raynal-Ljutovac et al., 2008).

Sua proteína apresenta polimorfismo diferente do contido no leite de vacas, formando uma coalhada de digestão mais suave; e também possui maiores valores de ácidos graxos de

cadeia média, mono e poliinsaturados que os leites de vaca e de cabra (Boyazoglu e Morand-Feh, 2001; Raynal-Ljutovac et al., 2008). Em síntese, sua constituição é característica importante na fabricação de produtos lácteos, como iogurtes e queijos de texturas e sabores específicos, conferindo-lhes altos valores de mercado (Boyazoglu e Morand-Feh, 2001; Park et al., 2007; Ribeiro et al., 2007).

Muitos queijos ovinos são vendidos na Europa com selo de denominação de origem protegida (Milán et al., 2011), como exemplo os tradicionais queijos Roquefort da França, o italiano Pecorino, e o português Serra da Estrela (Raynal-Ljutovac et al., 2008). O seu rendimento médio para produção de queijos é aproximadamente 25% (Penna, 2011). Devido à qualidade dos produtos, o valor de mercado do mesmo é alto. Portanto, associado ao bom rendimento industrial, o processamento desses produtos torna-se vantajoso economicamente. Na América do Norte, não há padronização do preço do leite de ovelha, o preço é negociado entre o comprador e o vendedor, em 2007 o valor médio foi de US\$ 1,75 (Berger, 2007). O litro de leite de ovelha, em 2013, variou no mercado brasileiro entre US\$ 1,00 a US\$ 2,00, valor pouco estimulante para o produtor caso o mesmo desejasse repassar à indústria transformadora, porém o seu processamento em queijo e iogurte pode gerar um faturamento de até 400% desse valor (Morais, 2013).

2.3. Raças ovinas especializadas na produção de leite e seus cruzamentos

A ovinocultura foi impulsionada pelas raças europeias de maior produção. Entre elas, as principais são a francesa Lacaune, a germânica East Friesian e a Awassi do sudoeste asiático (Haenlein, 2007).

Mioč et al. (2004) trabalhando com animais puros da raça East Friesian, de primeira a quinta lactação, oriundos de pequenos rebanhos, encontraram produção média de 1,6 litros dia, em 220 dias de lactação (produção média de 352 L/lactação) e composição média de 5,7% e 5,0% para gordura e proteína, respectivamente. O estudo mostrou que os animais,

após a terceira lactação, apresentaram maior persistência de lactação (250 dias) e produziram 500 litros de leite no período. Konečná et al. (2013) trabalharam com a produção de leite de ovelhas cruzadas Lacaune x East Friesian e registraram produção média diária de 700 mL para animais meio sangue e produção de 18,6% de sólidos totais, sendo 7,15% e 6,00% para gordura e proteína, respectivamente. Hernandez et al. (2011) avaliaram durante cinco anos a influência de tempo de período seco em aproximadamente 4.000 ovelhas Lacaune de primeira a quinta ordem de parto, em uma fazenda na Espanha, registrando produção média diária de 1,80 litros durante 240 dias de lactação.

Nos Estados Unidos, em um período de cinco anos, a produção média de ovelhas foi de 209 kg de leite durante 160 dias de lactação para ovelhas East Friesian, média diária por animal de 1,31 kg e 195 kg durante 155 dias em lactação para as ovelhas Lacaune, correspondendo a $1,26 \text{ kg cab}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Thomas et al., 2014). O estudo apontou maior produção de gordura (6,30%) e proteína (5,15%) para as ovelhas de origem francesa, contra 5,75% e 4,81%, para aquelas de origem alemã, respectivamente. Porém, os estudos mostraram que após o terceiro ano não há diferença na produção de leite e sólidos entre as duas raças.

Devido ao perfil de mercado estadunidense, a introdução de raças europeias teve como objetivo o aumento do volume de leite produzido, a fim de se manter a rentabilidade da venda do leite a granel. A introdução de raças europeias em rebanhos norte-americanos resultou num aumento considerável da produção de leite e do teor de gordura do produto, e também, na melhor adaptação dos animais à ordenha mecânica (Berger, 2004).

No Brasil, Brito et al. (2006) relataram que a produção de leite por ovelhas Lacaune, no Rio Grande do Sul, foi de 1,30 litros diários durante 160 dias de lactação com teores médios de 5,8% de gordura e 4,46% de proteína. Em estudos realizados em Santa Catarina, a produção de leite de ovelhas Lacaune, observada durante três meses, foi de 153 kg, sendo esta 30 % superior às ovelhas East Friesian, no entanto, a queda diária da produção foi quatro vezes menor para a segunda raça (Ticiani et al., 2013). Porém, os dados obtidos em Santa

Catarina indicam que as ovelhas germânicas produziram maior teor de sólidos no leite, 7,31% de gordura e 5,18% de proteína contra os 6,89% e 4,93%, respectivamente, contrariando os dados obtidos por Thomas et al. (2014).

Essas duas raças também estão sendo utilizadas em cruzamento com raças nativas brasileiras, objetivando maior produção leiteira e adaptação desses últimos animais ao meio (Ferreira et al., 2011; Penna, 2011). No Brasil, cruzamentos com a raça nativa Santa Inês tem sido objeto de estudo. A raça deslanada do Nordeste é explorada por todo território brasileiro, tendo sua maior concentração no nordeste do país. A produção leiteira é compatível com sistemas de produção europeus, com médias individuais de 1,30 kg dia⁻¹, podendo alcançar 1,50kg dia⁻¹ (Araujo et al., 2014). Ferreira et al. (2011) obtiveram média de produção de 1,55 L dia⁻¹, durante 17 semanas de lactação, para ovelhas ½Lacaune x ½Santa Inês, fato bastante significativo quando comparado aos valores supracitados por autores nacionais e estrangeiros; principalmente ao se considerar que o genótipo nacional carece de melhoramento específico para aptidão leiteira.

Por outro lado, a introdução de raças estrangeiras de maior produção tem sido a estratégia escolhida por agricultores espanhóis, contribuindo para aumentar o desempenho dos criatórios locais, sendo que o número de animais cruzados é estimado em um quarto da população total, e outro quarto correspondente são raças estrangeiras (Ugarte et al., 2001; García-Díaz et al., 2012). No entanto Ugarte et al. (2001) alertaram que a introdução dessas raças, sem um acompanhamento técnico adequado, pode resultar em consequências drásticas, pois tal processo de introdução necessita de uma adequação do sistema para a produção intensiva. Nesse sentido, destaca-se que na Espanha, a produção de leite cresceu consideravelmente nas últimas décadas. Uma das razões é a importação e o cruzamento de raças Awassi com raças nativas (García-Díaz et al., 2012). A produção média por lactação dos rebanhos espanhóis é de 300 litros de leite durante 220 dias de lactação e teores médios de 6,5% gordura e 5,5% proteína (Milán et al., 2011).

2.4. Produção de cordeiros e sistema de desmame na produção de ovinos leiteiros

A produção de leite, iogurte e queijos possui o maior impacto econômico para os produtores de ovinos leiteiros, porém a atividade não deve se limitar a apenas essas fontes de renda. O retorno financeiro com a produção de cordeiros também deve ser considerado. A prolificidade das ovelhas é fator de alto retorno ao produtor (Legarra et al., 2007). Junto ao número de cordeiros por ovelha, a venda de cordeiros filhos de pais de raças mais pesadas ao nascimento e com ganhos de pesos até a desmama maiores, também possuem impacto econômico muito relevante (Krupová et al., 2009). A maior prolificidade das ovelhas e a criação de cordeiros até a desmama mostraram-se mais economicamente viável para aqueles produtores que produzem queijos nas propriedades (Krupová et al., 2011).

As ovelhas Lacaune da França têm sido responsáveis por produção de animais de boa composição de carcaça dos cordeiros, devido ao melhoramento genético em busca de melhor produção de leite e composição de carcaça (Barillet et al., 2001). Nos EUA, cruzamentos com raças europeias produzem cordeiros com peso ao nascer entre 4,6 kg e 5,0 kg, sendo que a raça East Friesian apresenta os maiores pesos, o que se reflete também no peso a desmama; entre 13 kg e 14 kg aos 30 dias de vida, e no peso de abate; aproximadamente 50 kg aos 150 dias (Thomas et al., 2014), nesse particular convém ressaltar que diferente dos bovinos e caprinos leiteiros, raças ovinas leiteiras apresentam boa capacidade para produção de crias pesadas ao nascer e ao desmame, não necessitando de programas de cruzamentos com outras raças, tidas como aptidão para o corte. Como reflexo disso, Cordeiros cruzados Lacaune x Santa Inês chegaram ao peso de abate de 30 kg aos 90 dias (Ferreira et al., 2011), e sabe-se que animais Santa Inês não são notoriamente destinados a animais pesados para o corte.

Nos EUA o preço médio do cordeiro vivo no primeiro semestre de 2015 foi de aproximadamente US\$210 (USDA, 2015). No mesmo período se pagou, em média, US\$2,10 por kg do cordeiro de 32 kg de peso vivo no Brasil (UNICETEX/USP,2015).

A produção de cordeiros na ovinocultura leiteira depende do sistema de desmame (McKusick et al., 2002). O crescimento dos animais durante o aleitamento natural está altamente relacionado com a quantidade e a qualidade do leite produzido pelas mães (Ferreira et al., 2011; Araujo et al., 2014). Para o melhor desenvolvimento dos cordeiros e a adaptação do sistema às diferentes condições de intensificação de produção, várias estratégias são adotadas (Wolfová et al., 2009a). Entre elas está a desmama dos cordeiros com cinco dias, a desmama com sete semanas e sem aproveitamento comercial do leite nesse período, e a desmama com sete semanas e aproveitamento comercial do leite. Esses dados mostram que o sistema de desmame pode trazer impactos produtivos e econômicos à atividade (Krupová et al., 2011).

A criação dos cordeiros na ovinocultura leiteira mostra-se responsável por parte substancial do lucro para os criadores de ovinos de leite, podendo chegar entre 35 a 45% em países como Eslováquia ou Áustria (Wolfová et al., 2009b). Na Eslováquia os atuais programas de melhoramento são baseados no desempenho reprodutivo, crescimento de cordeiro, e produção e qualidade do leite (Oravcová, 2007). Buscar a melhoria do desempenho reprodutivo das ovelhas, diminuição da mortalidade e desenvolvimento dos cordeiros, é fator importante para programas de ovinos leiteiros (Legarra et al., 2007; Fuerst-Waltl e Baumung, 2009).

2.5. Alimentação de ovelhas leiteiras de produção intensiva

A dieta tem papel importante na manutenção da composição do leite de ovelha. A nutrição atua diretamente na síntese e nos teores de sólidos do leite. Como a produção de leite ovino objetiva a fabricação de produtos lácteos, principalmente queijo e iogurte, a

nutrição pode alterar a quantidade de produção, a textura, o valor nutricional e o sabor dos produtos. A composição do leite será afetada de acordo com a relação de nutrientes na dieta, a relação entre volumoso e concentrado, a qualidade dos alimentos e a degradação dos nutrientes no rúmen. Em sistemas de produção intensiva, o nível elevado de consumo de matéria seca (MS) devido à altos fornecimentos de concentrados, permite a produção de leite de elevado teor de proteínas e relativamente baixo teor de gordura (Morand-Fehr et al., 2007).

O aumento dos teores carboidratos não fibrosos (CNF), como açúcares simples e amidos, na dieta de ovelhas pode favorecer maior produção de leite, aumento do teor de proteico e redução da produção de gordura do leite (Caja e Bocquier 2000). Os CNF são rapidamente fermentados no rúmen, fornecendo maior aporte energético para o crescimento microbiano. O maior aporte energético para rúmen resulta numa redução da atividade da flora celulolítica, e diminuição da degradação da fibra (Mackie et al., 2002). Nesse contexto a resultante é expressa na redução do pH ruminal, abaixo de 6,0, maior produção de ácido propiônico e butírico em detrimento do ácido acético. O propionato produzido é absorvido pelo ruminante, e atua como principal precursor de glicogênio (NRC, 2007). Na glândula mamária, a glicose é então convertida a lactose, a principal molécula do leite, e a quantidade de produção desta está relacionada com a quantidade de leite produzido (Pulina e Nudda, 2004).

A produção de proteína microbiana no rúmen pode ser diretamente relacionada à concentração ruminal de propionato (NRC, 2007). O rápido crescimento da flora microbiana promovido pela adição de CNF pode resultar em maior produção de proteína disponível para a ovelha e assim maior absorção de aminoácidos pela glândula mamária (Pulina e Nudda, 2004).

Em contrapartida ao aumento do teor de CNF, o aumento do teor de carboidratos fibrosos pode limitar o consumo de matéria seca e conseqüentemente a redução da produção de leite (Cannas, 2004). Porém presença da fibra na dieta dos ruminantes é essencial para manutenção do pH ruminal (NRC, 2007). A fibra estimula a movimentação ruminal, o que promove maior absorção de ácidos voláteis pela parede do rúmen (Cannas, 2004). Para que a fermentação da fibra seja favorecida é necessário que o pH do rúmen se mantenha acima de 6,0, nesta condição ocorre o desenvolvimento dos micro-organismos da flora celulolítica, e aumento da degradação da fibra em detergente neutro (FDN); conseqüentemente uma maior produção de acetato pelas bactérias da flora ruminal (NRC, 2007). Esse ácido é essencial para produção de gordura pela glândula mamaria e o aumento da captação desse pelo órgão está relacionado com a elevação dos teores de gordura do leite (Pulina e Nudda, 2004). Contudo, níveis superiores a 43% de FDN na dieta ovelhas leiteiras podem limitar o consumo de matéria seca e a produção de leite das ovelhas (Hubner, et al 2007).

A suplementação de carboidratos não fibrosos é essencial para produção intensiva de leite ovino. Mele et al. (2004) analisaram dados de 30 experimentos, com diferentes raças de ovinos leiteiros, durante 18 anos, e mostraram que o teor de CNF na dieta tem efeito linear positivo sobre a produção de leite. Entretanto dietas com altos teores de concentrado podem ser prejudiciais a composição de gordura no leite. Resultados obtidos por Martini et al. (2010) comparando duas dietas com diferentes relações concentrado:volumoso (C:V), 40:60 e 60:40, mostram que dieta com maior teor de fibra pode promover um aumento de 8,66% na percentagem de gordura do leite.

O termo TMR, *Totally Mix Ration*, é usado para dietas de ruminantes que objetivam homogeneizar todos os componentes do arração e assim proporcionar melhor controle sobre a ingestão dos alimentos. O TMR é usado para animais em confinamento e dietas com alto teor de CNF e alta proporção concentrado:volumoso. Através de fornecimento de dietas

TMR, com relação 80:20 (C:V), Gómez-Cortés et al. (2009) obtiveram maior produção de leite comparado a dietas para ovelha restritas a pasto, ou em manejo de pastejo suplementadas com grãos de aveia. A dieta TMR proporcionou menores teores de gordura e proteína no leite, porém esse efeito se deve a diluição promovida pela maior produção. Apesar de menor teor de sólidos, a produção (g dia^{-1}) foi maior.

Embora o manejo nutricional em sistemas intensivos de produção de leite de ovelha possa ter efeito negativo sobre a composição de gordura do mesmo, o aumento da energia disponível no rúmen poderá aumentar a digestão da matéria seca pela microbiota. O que pode contribuir para melhor eficiência do uso da dieta. O aumento da digestibilidade da matéria orgânica e da PB através da suplementação de farelo de glúten de milho e grão de trigo durante a ordenha, tem efeito positivo sobre a composição de proteína do leite de ovelhas e pode aumentar a relação entre caseína e proteína no leite, além de aumentar a composição de lactose (Landau et al., 2004). A maior disponibilidade de energia no rúmen poderá elevar a digestão da proteína bruta pela microbiota e assim reduzir a quantidade de nitrogênio uréico no leite, ou seja, melhorando a eficiência da produção de proteína verdadeira no leite (Cannas et al., 1998).

Contudo não só as quantidades de CNF contidas na dieta são importantes para ovelhas de alta produção de leite. A qualidade do alimento é fundamental para uma boa resposta produtiva dos animais. Existem alimentos que sofrem melhor degradação ruminal ou que combinados a outros podem melhorar a digestibilidade da dieta. A substituição de 50% do milho por casca de soja na composição de *pellets* para suplementação, em pista de alimentação, de ovelhas leiteiras, resultou em um aumento da digestibilidade *in vitro* da fibra, o que possibilitou maior consumo de matéria seca. Conseqüentemente uma maior produção de leite e maior teor de gordura foi observada, entretanto o teor de proteína foi reduzido, provavelmente devido à menor produção de propionato no rúmen. (Zenou e Miron

2004). Ao substituir 50% do farelo de milho por farelo de trigo em dietas TMR, Tufarrelli et al. (2011) constataram aumento da digestibilidade da fibra da dieta sem comprometimento do consumo de MS total e a degradação ruminal de outros nutrientes, o resultado foi um incremento no teor de gordura do leite.

Fontes de proteína bruta de boa qualidade são essenciais para se garantir máxima produção de leite. A quantidade de leite depende diretamente da quantidade de PB na dieta, porém essa conexão atinge um platô aos 19% de PB na dieta (Cannas et al, 1998). Acima desse teor a energia gasta para metabolização da proteína pode ser prejudicial à produção de leite (NRC, 2007). O excesso de nitrogênio poderá ser excretado na forma de ureia no leite (Pulina e Nudda, 2004), é notório que a proporção de ureia no leite de ovelhas está diretamente relacionada com a quantidade de PB da dieta, e eficiência de utilização de energia e do nitrogênio no rúmen (Caja e Bocquier, 2000).

A produção de proteína do leite é o principal fator para produção de queijo (Pulina et al., 2006). A produção de proteína no leite está relacionada com o teor de proteína bruta e energia da dieta, e a digestibilidade dessa proteína dietética. No entanto, como já visto, o excesso de proteína bruta e energia na dieta pode ser prejudiciais à produção e a qualidade do leite. Ainda assim, pode-se elevar a produção, a qualidade e a eficiência de produção do leite através do uso de alimentos que forneçam proteína não degradável no rúmen. Mikolayunas-Sandrok et al. (2009) estudaram a influência do conteúdo e da degradabilidade da proteína bruta em dietas para ovelhas de alta e baixa produção. Aquelas de maior produção tiveram maiores consumo de matéria seca. A maior produção resultou em aumento de 14% em produção de leite e, por conseguinte produção de sólidos. As ovelhas mais produtivas também consumiram dietas com maiores teores de PB (18 e 16% de PB). E a maior produção de leite foi para aquelas que ingeriram 18% de PB total na MS,

sendo que 6% de PB na MS eram proteínas não degradáveis no rúmen. Dessa forma observaram melhor eficácia no uso da PB da dieta para se produzir proteína bruta do leite.

A presença dos carboidratos não fibrosos na dieta é essencial para se atender os objetivos da ovinocultura leiteira comercial. Contudo, para formulação da dieta deve-se considerar as fontes e os tipos de CNF a serem suplementados, adequando-se a proporção de CNF de modo a atender ao consumo de matéria seca e os requisitos nutricionais dos animais de acordo com a fase produtiva destes. Cannas et al. (2013) estudaram dois níveis de suplementação de CNF para ovelhas de alta produção (23 e 36% de CNF na MS ingerida). A dieta com maior teor de CNF proporcionou melhor eficiência de digestão de nutrientes, exceto para a fibra, assim como já foi tratado nessa revisão. Entretanto o consumo de 36% de CNF, na MS ingerida, promoveu diminuição do consumo de matéria seca e conseqüentemente menor produção de leite durante as fases intermediária e final da lactação. Resposta semelhante foi reportada por Bovera et al., (2004), quando utilizaram dietas com 36 e 40% de CNF na base da MS. Os dois estudos mostram que o excesso de CNF pode reduzir a persistência de lactação das ovelhas. Segundo Cannas et al. (2013) esse efeito é decorrente do excesso de energia consumida pelo ruminante. O que pode promover aumento da glicemia dos animais e assim reduzir o consumo de matéria seca por efeito quimiostático. Portanto, não só a presença dos CNF na dieta de ovelhas garantirá intensificação dos resultados produtivos. É de grande importância pesquisar as propriedades nutricionais e os efeitos dos alimentos a serem escolhidos para formulação da dieta.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ARAUJO, R. C.; PIRES, A. V.; SUSIN, T. et al. Milk yield, milk composition, eating behaviour, and lamb performance of ewes fed diets containing soybean hulls replacing coast cross (*Cynodon species*) hay. *J. Anim. Sci.*, v.86 p.3511-3521,2014.
- BARILLET, F.; MARIE C.; JACQUIN. et al. The French Lacaune dairy sheep breed: use in France and abroad in the last 40 years. *Livest. Prod. Sci*, v.71 p.17–29 2001.
- BERGER, Y.M. Breeds of sheep for commercial Milk production. In: *Proceedings of 10th Great Lake Dairy Sheep Symposium*. Hudson, Wisconsin. University of Wisconsin-Madison, p.14–20, 2004.
- BERGER, Y.M. Realistic expectations for milk yield and price of milk. In: *Proc. 13th Great Lakes Dairy Sheep Symp.*, Guelph, Ontario. University of Wisconsin-Madison, Dept. of Anim. Sci. p. 15-28, 2007.
- BOVERA, F., CUTRIGNELLI, M. I., CALABRÒ, S., et al. Carbohydrate dietary content on the productive performance of Sarda primiparous ewes. *ITAL.J.ANIM.SCI.* v. 3, p. 61-70, 2004.
- BOYAZOGLU, J.; MORAND-FEHR, P. Mediterranean dairy sheep and goat products and their quality: A critical review. *Small Ruminant Res.*, v.40, p.1-11, 2001.
- BRITO, M. A.; GONZÁLES, F. D.; RIBEIRO, L. A. et al. Composição do sangue e do leite em ovinos leiteiros do sul do Brasil: variações na gestação e na lactação. *Cienc. Rural*, Santa Maria, v.36, n.3, p.942-948, 2006
- CAJA, G., E BOCQUIER, F. Effects of nutrition on the composition of sheep's milk. *Cahiers Options Méditerranéennes*, v. 52, p. 59-74, 2000.
- CANNAS, A., PES, A., MANCUSO, R., et al. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, v. 81, n. 2, p. 499-508, 1998.
- CANNAS, A. 6 Feeding of Lactating Ewes. *Dairy Sheep Nutrition*, ed. CABI Publishing, Cambridge p. 79, 2004.
- CANNAS, A., CABIDDU, A., BOMBOI, G., et al. Decreasing dietary NFC concentration during mid-lactation of dairy ewes: Does it result in higher milk production? *Small Ruminant Res.*, v. 111, n. 1, p. 41-49, 2013.
- FAOSTAT – 2013. FAO. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/>>. Acesso em: 05/03/2015.

- FERREIRA, M. I. C.; BORGES, I.; MACEDO JUNIOR, G. L. et al. Produção e composição do leite de ovelhas Santa Inês e mestiças Lacaune e Santa Inês e desenvolvimento de seus cordeiros. *Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.*, v.63, n.2, p.530-533, 2011.
- FUERST-WALTL, B.; BAUMUNG R. Economic values for performance and functional traits in dairy sheep. *Ital. J. Anim. Sci.* v.8, p,341-357, 2009.
- GARCÍA-DÍAZ, L. K.; MANTECÓN, A. R.;SEPÚLVEDA, W. S.; MAZA, M. T. Producción de leche ovina como alternativa de negócio agropecuario: modelo de producción em Castilla y León (España).*R. Mex. de Agron.*, ano XVI, v.31, 2012.
- GÓMEZ-CORTÉS, P., FRUTOS, P., MANTECÓN, A. R., et al. Effect of supplementation of grazing dairy ewes with a cereal concentrate on animal performance and milk fatty acid profile. *J. Dairy Sci.*, v. 92, n. 8, p. 3964-3972, 2009.
- HAENLEIN, G.F.W. About the evolution of goat and sheep milk production. *Small Ruminant Res.*, v.68, p.3–6, 2007.
- HERNANDEZ, F.; ELVIRA, L.; GONZALEZ-MARTIN J.; ASTIZ, S. Influence of dry period length on reproductive performance and productivity of Lacaune dairy sheep under an intensive management system. *J. Dairy Res.*, v.79, p.352–360, 2011.
- HÜBNER, C. H., PIRES, C. C., GALVANI, D. B., et al. Consumo de nutrientes, produção e composição do leite de ovelhas alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro. *Rev. Bras. Zootec.*, v. 36, n. 6, p. 1882-1888, 2007.
- KONEČNÁ, L.; KUČTÍK, J.; KRÁLÍČKOVÁ, Š. et al. Effect of different crossbreeds of Lacaune and East Friesian breeds on milk yield and basic milk parameters. *Acta Universitatis Agriculturae Et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, v.61, n.1, p.93-98, 2013.
- KRUPOVÁ, Z.; WOLFAVÁ, M.; WOLF, J. et al. Economic values for dairy sheep breeds in Slovakia. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.*, v.22, n.12, p.1693-1703, 2009.
- KRUPOVÁ, Z.; WOLFAVÁ, M.; Krupa, E. et al. Impact of production strategies and animal performance on economic values of dairy sheep traits. *Animal*, v.6:3, p. 440–448, 2011.
- LANDAU, S., KABABYA, D., SILANIKOVE, N., et al. The ratio between dietary rumen degradable organic matter and crude protein may affect milk yield and composition in dairy sheep. *Small Ruminant Res.*, v. 58, n. 2, p. 115-122, 2005.
- LEGARRA, A.; RAMÓN, M.; UGARTE, E.; PÉREZ-GUZMÁN, M. D. Economic weights of fertility, prolificacy, milk yield and longevity in dairy sheep. *Animal*, v.1 p.193-203, 2007.

- MACKIE, R. I.; MCSWEENEY, C. S.; KLIEVE, A. V. 4 Microbial Ecology of the Ovine Rumen. *Sheep Nutrition*, p. 71, 2002.
- MARTINI, M.; LIPONI, G. B.; SALARI, F. Effect of forage: concentrate ratio on the quality of ewe's milk, especially on milk fat globules characteristics and fatty acids composition. *J. Dairy Res.*, v. 77, n. 02, p. 239-244, 2010.
- MCKUSICK, B.C.; THOMAS, D.L.; ROMERO, J.E. MARNET, P. G. Effect of Weaning System on Milk Composition and Distribution of Milk Fat within the Udder of East Friesian Dairy Ewes. *J. Dairy Sci.*, v.85, p.2521–2528, 2002.
- MELE, M., BUCCIONI, A., PETACCHI, F., et al. Effect of forage/concentrate ratio and soybean oil supplementation on milk yield, and composition from Sarda ewes. *Animal Research*, v. 55, n. 4, p. 273-28
- MILÁN, M. J.; CAJA, G.; GONZÁLEZ-GONZÁLEZ, R. et al. Structure and performance of awassi and assaf dairy sheep farms in northwestern Spain. *J. Dairy Sci.* v.94, p.771–784, 2011.
- MIOČ, B.; ANTUAC, N.; ČIČKO, M. et al. Productivity and chemical composition of milk of East Friesian ewes. *Mljekarstvo*, v.54 n.1 2004.
- Mikolayunas-Sandroch, C., Armentano, L. E., Thomas, D. L., et al. Effect of protein degradability on milk production of dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, v. 92, n. 9, p. 4507-4513, 2009.
- MORAIS, O.R. de. Produção e mercado de leite ovino. VIII Congresso Latino americano de Especialistas em Pequenos Ruminantes y Camélidos Sudamericanos. Campo Grande, MS p.63-68, 2013.
- MORAND-FEHR, P., FEDELE, V., DECANDIA, M., et al. Influence of farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. *Small Ruminant Res.*, v. 68, n. 1, p.20-34, 2007.
- NATIONAL RESEARCH COUCIL – NRC. Nutrient requeriments of small ruminants. 7 th ed. The National Academic Press, Washington D.C., 2007. 408p.
- ORAVCOVÁ, M. Genetic evaluation for milk production traits in Slovakian Lacaune sheep. *Slovak J. Anim. Sci.*, v.40, n.4, p.172 – 179, 2007.
- PARK, Y.W.; JUÁREZ, M.; RAMOS, M.; HAENLEIN, G.F.W. Physico-chemical characteristics of goat and sheep milk. *Small Ruminant Res.*, v.68, n.1-2, p.88-113, 2007.
- PENNA, C. F. A. M. Produção e parâmetros de qualidade de leite e queijos de ovelhas Lacaune Santa Inês e suas mestiças submetidas a dietas elaboradas com soja ou linhaça.

2011. 155f. Tese (Doutorado em Medicina Veterinária) – Escola de Veterinária, Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte.

PILAR, R. C.; PÉREZ, J. R.; SANTOS, C. L. Manejo reprodutivo da ovelha recomendações para uma parição a cada 8 meses. *Boletim Agropecuário*, n.50, p.1-28, out.2002.

PULINA, G. e NUDDA, A.. 1 Milk Production. *Dairy Sheep Nutrition*, ed. CABI Publishing, Cambridge, p. 1, 2004.

PULINA, G., NUDDA, A., BATTACONE, G., et al. Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. *Animal Feed Sci. and Tech.*, v. 131, n. 3, p. 255-291, 2006.

RAYNAL-LJUTOVAC, K.; LAGRIFFOUL, G.; PACCARD, P. et al. Composition of goat and sheep milk products: An update. *Small Ruminant Res.*, v.79, p.57–72, 2008.

RIBEIRO, L. C.; PÉREZ, J. R. O.; CARVALHO, P. H. A. et al. Produção, composição e rendimento em queijo do leite de ovelhas Santa Inês tratadas com ocitocina. *R. Bras. Zootec.*, v.36, n.2, p.438-444, 2007.

ROHENKOHL, J.E.; CORRÊA, G.F.; AZAMBUJA, D.F.; FERREIRA, F.R. O agronegócio de leite de ovinos e caprinos. *Indic. Econ. FEE*, Porto Alegre, v. 39, n. 2, p. 97-114, 2011.

SUÁREZ, V. H.; BUSSETTI, M. B. Lechería ovina en la Argentina. *Boletín de divulgación técnica. EEA Anguil*. n. 90 p. 195-205.2006.

THOMAS, D. L.; BERGER, Y. M.; MCKUSICK, B. C.; MIKOLAYUNAS, C. M. Dairy sheep production research at the University of Wisconsin-Madison, USA – a review. *J Anim. Sci. and Bio.*, v. 5, n. 1, p. 22, 2014.

TICIANI, E.; SANDRI, E. C.; SOUZA, J.; OLIVEIRA, F. B. D. E. Persistência da lactação e composição do leite em ovelhas leiteiras das raças Lacaune e East Friesian. *Cienc. Rural*, v. 43, n. 9, 2013.

TUFARELLI, V.; LAUDADIO, V. Effect of wheat middlings-based total mixed ration on milk production and composition responses of lactating dairy ewes. *J. Dairy Sci.*, v. 94, n. 1, p. 376-381, 2011.

UGARTE, E.; RUIZ, R.; GANBIÑA, D.; HEREDIA, B. Impact of high-yielding foreign breeds on the Spanish dairy sheep industry. *Livest. Prod. Sci*, v. 71, n. 1, p. 3-10, 2001.

UNICETEX/USP. Disponível em: <<http://www.unicetex.org/>>. Acesso em: 16/06/2015.

USDA. USDA Agricultural Market News. New Holland, PA, 2015 Disponível em: <http://http://www.ams.usda.gov/mnreports/ln_ls322.txt>. Acesso em: 16/06/2015.

WOLFOVÁ, M.; WOLF, J.; KRUPOVÁL, Z.; KICA, J. Estimation of economic values for traits of dairy sheep: I. Model development. *J. Dairy Sci.*, v. 92, n. 5, p. 2183-2194, 2009.

WOLFOVÁ, M.; WOLF, J.; KRUPOVÁL, Z.; MARGETÍN, M. Estimation of economic values for traits of dairy sheep: II. Model application to a production system with one lambing per year. *J. Dairy Sci.*, v. 92, n. 5, p. 2195-2203, 2009.

ZENOU, A.; MIRON, J. Milking performance of dairy ewes fed pellets containing soy hulls as starchy grain substitute. *Small Ruminant Res.*, v. 57, n. 2, p. 187-192, 2005.

ZYGOYIANNIS, D. Sheep production in the world and in Greece. *Small Ruminant Res.*, v. 62, n. 1, p. 143-147, 2006.

4. AVALIAÇÃO DA INCLUSÃO DA GLICERINA BRUTA NA ÁGUA de CONSUMO DE OVELHA LACTANTES

**Versão em Português do manuscrito em formatação exigida pela revista
Small Ruminants Research**

Felipe Santiago Santos^{a*}, Iran Borges^a, Hemilly Cristina Menezes de Sá^a, Gilberto de Lima Macedo Junior^b, Tássia Ludmila Teles Martins^a, José André Junior^a, Flávio Augusto Pereira Alvarenga^a, Luciana Freitas Guedes^a, Leonardo de Rago Nery Alves^a Joana Palhares Campolina Diniz^a.

^aUniversidade Federal de Minas Gerais, Escola de Veterinária, Departamento de Zootecnia, Av. Antônio Carlos nº 6627, Caixa Postal 567, campus Pampulha da UFMG, CEP: 31270-901. Belo Horizonte, MG, Brasil. Email: *felipessantos@outlook.com.

^bUniversidade Federal de Uberlândia, Av. João Naves de Ávila nº 2121, Caixa Postal 593, Campus Santa Mônica, CEP: 38408-100, Uberlândia, MG, Brasil.

Resumo - A Glicerina bruta (GB) na água demonstra potencial para uso em dieta de ovelhas leiteiras. As recentes políticas de uso de energias renováveis têm produzido um excedente de GB. Esse coproduto pode ser aplicado na nutrição de ruminantes como fonte barata de alimento energético de fácil armazenamento e fornecimento, que pode substituir alimentos tradicionais como milho, farelos de trigo e arroz mais comumente usados na ovinocultura. Objetivo foi avaliar os efeitos da inclusão da glicerina em água para ovelhas leiteiras, sobre o consumo de nutrientes, produção e composição de leite, bem como os parâmetros glicêmicos promovidos pela suplementação. Foram utilizadas 20 ovelhas leiteiras, recém paridas, de peso inicial $62,68 \pm 5,95$ kg, distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto à suplementação de GB veiculada em água: zero, 1,5%, 3,0% e 4,5% da ingestão de matéria seca (CMS). Houve um decréscimo linear na ingestão de nutrientes e produção de leite corrigida (PLC) ($P < 0,05$). A concentração percentual de lactose e proteína do leite elevaram-se linearmente com a inclusão da glicerina ($P < 0,05$); no entanto o teor de ureia no leite reduziu de forma quadrática ($P < 0,05$). Não houve efeito sobre a conversão alimentar (CA) ($P > 0,05$). O aumento da

inclusão de GB melhorou linearmente a eficiência de uso do nitrogênio na produção de leite (EFN) ($P < 0,05$). Os efeitos negativos sobre CMS e PLC, podem ser compensados como uma melhora na eficiência do uso da dieta.

Termos para indexação: biocombustíveis, composição do leite, glicerol, lactação, ovinos, coprodutos

4.1 Introdução

É crescente a preocupação com o meio ambiente devido à utilização de grande parte da energia consumida no mundo ser oriunda do petróleo, carvão (mineral e vegetal) e do gás natural, ou seja, fontes não renováveis, altamente poluentes e de alto custo. No futuro algumas dessas fontes estarão esgotadas, sendo necessário encontrar alternativas de energia limpas acessíveis e preferencialmente renováveis. As recentes políticas de independência energética e as mudanças climáticas incentivaram, nos últimos 15 anos, o desenvolvimento e o uso de energias renováveis como o biodiesel, esperando que a bioenergia venha a fornecer 30% da energia do mundo até 2050 (Guo et al, 2015).

O biodiesel é um bicomcombustível renovável oriundo de óleos vegetais ou gorduras animais. No entanto, o uso direto de óleos vegetais como combustível em motores de ignição por compressão é problemático devido à sua elevada viscosidade (cerca de 11 a 17 vezes maior do que o combustível diesel) e baixa volatilidade, com isso, é necessário que seja realizado um processo de transesterificação, onde o óleo vegetal ou gordura animal reagem com álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador, melhorando assim suas propriedades físico-químicas e tendo a glicerina bruta como coproduto (Atadashi et al., 2011).

Assim espera-se que esse coproduto do biodiesel possa ser aplicado na nutrição animal, mais especificamente para ruminantes (Donkin, 2008). Por ser um macroingrediente energético a glicerina bruta tem sido utilizada na dieta em substituição ao milho. Porém

ações do glicerol sobre a flora microbiana do rúmen pode ser bem diferente do amido. O glicerol no rúmen pode ser fermentado pela microbiota e absorvido pela parede ruminal a uma taxa de 43 a 53% por hora (Werner Omazic et al., 2014). A suplementação de glicerol pode ter potencial para diminuir a produção de metano, elevando assim a eficiência energética de dietas para ruminantes (Lee et al., 2011). Dessa forma espera-se que o uso do glicerol na dieta de ovinos reproduza efeitos sobre a produção e composição do leite de ovelhas diferentes daqueles efeitos encontrados em estudos com dietas a base de amido. A variação na energia na dieta e o perfil de ácidos graxos no rúmen, pode alterar a composição do leite de ovinos (Caja e Bocquier, 2000; Pulina et al., 2006).

O uso do glicerol pode aumentar a energia disponível no rúmen favorecendo a digestibilidade da matéria seca, porém a mudança no perfil de ácidos voláteis pode reduzir a degradação da fibra (Donkin, 2008). A menor degradação da fibra pode implicar em redução no teor de gordura do leite (Pulina et al., 2006). O aumento da energia disponível no rúmen poderá aumentar a digestão da proteína bruta pela microbiota e assim reduzir a ureia presente no leite (Cannas et al., 1998). Para otimizar a utilização do nitrogênio da dieta, essa deve apresentar equilíbrio entre energia e proteína de acordo com a cinética de degradação ruminal. Isso resulta em crescimento microbiano máximo por unidade de matéria seca fermentada, em menores perdas urinárias de energia e nitrogênio, e na otimização da utilização nitrogênio dietético para a síntese de caseína (Nudda et al., 2004).

Nesse contexto o presente ensaio justifica-se na busca de informações para uso da glicerina bruta como fonte de suplementação energética para ovelhas em lactação. Diluída em água a glicerina bruta torna-se uma estratégia nutricional interessante, pois facilita o fornecimento e é de se imaginar que assim não se gera custos extras com o fornecimento da ração. Esse estudo teve como objetivo avaliar a inclusão da glicerina em água de ovelhas leiteiras, sobre o consumo de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra insolúvel em detergente neutro (FDN), fibra insolúvel em detergente ácido (FDA) e consumo de água.

Além de avaliar produção de leite corrigida para gordura e proteína (PLC), a produção de gordura, proteína e lactose e a composição do leite. O estudo também avaliou o efeito da glicerina sobre a glicemia dos animais.

4.2 Material e Métodos

O uso dos animais está em conformidade com protocolo aprovado pelo Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA/UFU, protocolo 056/11). O experimento foi conduzido durante o primeiro semestre de 2014, na Fazenda Experimental Professor Hélio Barbosa, Igarapé, MG.

4.1.1. *Animais e dietas*

Foram utilizadas 20 ovelhas no início da lactação do genótipo Lacaune x East Friesian entre três e quatro anos de idade, com o peso médio de $62,68 \pm 5,95$ kg. Os animais permaneceram em baias individuais providas de cocho, com separação de concentrado e volumoso, e livre acesso à água. As ovelhas foram distribuídas em um delineamento inteiramente ao acaso, sendo alocadas em quatro tratamentos que se diferenciaram quanto à suplementação de glicerina bruta diluída em água, ajustada em relação ao consumo de matéria seca total e da própria água. A lactação teve duração de 17 semanas.

As dietas (Tabela 1) foram formuladas para atender às exigências nutricionais para categoria lactação, de acordo com o NRC (2007). O arraçoamento foi dividido em duas refeições iguais, às oito e 17 horas. A GB foi acrescentada à água nas inclusões, zero, 1,5%, 3,0% e 4,5% do consumo de matéria seca, sendo a glicerina utilizada como suplementação à dieta.

Diariamente foram realizadas pesagens das quantidades dos volumosos e concentrados fornecidos e das sobras da dieta experimental, para determinação do consumo individual. Os animais recebiam a dieta experimental de acordo com a média do consumo da semana anterior, de forma a manter o percentual de sobras da dieta em torno de 10% do volumoso fornecido. Foi oferecido dez litros de água para cada animal. Diariamente foi mensurado a ingestão de água. A quantidade de GB oferecida para cada animal era pesada de acordo com o consumo de água, a fim de se promover diluição em 10L, adequada ao consumo desejado de GB. A oferta de GB e dietas foram ajustadas a cada sete dias. A composição bromatológica da glicerina segue na tabela 2.

4.1.2. *Manejo de mamada*

Após nascimento os cordeiros permaneceram dez dias junto a mãe, para a colostragem e aleitamento inicial. Após esse período iniciou-se o manejo de mamada. Os cordeiros foram separados das suas mães às 7h da manhã e mantidos em baia coletiva até as 19h. Antes e após este período, os cordeiros eram pesados individualmente e diariamente usando uma balança digital com precisão de 10 g. Estimou-se que a quantidade de leite ingerido pelo cordeiro foi diferença de peso vivo dos cordeiros entre entrada e saída da baia de da mãe. Por tratar-se de pequena alteração e considerando-se que ocorreu em todos os tratamentos, desconsiderou-se eventuais perdas de peso em razão dos processos de micção e evacuação dos cordeiros durante o período em que foi permitido o aleitamento. A desmama dos cordeiros ocorreu aos 45 dias de lactação.

4.1.3. *Mensurações e coletas*

A produção de leite foi mensurada diariamente a partir do 10^o dia de lactação. A ordenha mecânica foi realizada às 15 horas. A produção do leite obtida individualmente era pesada em balança digital com precisão de 10 gramas e anotada diariamente. A produção de

leite obtida na ordenha foi somada a estimativa de leite ingerido pelas crias durante o manejo de mamada.

Semanalmente uma alíquota individual de 40 mL de leite foi coletada após a ordenha, adicionada ao conservante bronopol, resfriada a 4 °C, e enviada ao Laboratório da qualidade do leite (LabUFMG) para avaliação da composição do leite. A produção média semanal de leite e a porcentagem semanal de gordura e de proteína obtidas nas análises da composição do leite foram utilizadas para calcular a produção de leite corrigida para 6,5% de gordura e 5,8% de proteína (PLC), segundo Pulina et al. (1989) citado por Pulina e Nudda, (2004).

Quinzenalmente foram realizadas as mensurações do peso vivo. A conversão alimentar estimada foi calculada pela razão da média semanal de CMS pela soma da produção de leite corrigida média e o ganho de peso semanal médio estimado.

A cada duas semanas foi coletado sangue para avaliação da glicemia. A coleta foi feita por venopunção jugular com auxílio de tubos contendo fluoreto, nos tempos pré-estabelecidos (zero; três; seis e nove horas pós-prandial). As amostras foram centrifugadas a 5000 rotações por minuto por cinco minutos sendo os soros separados em alíquotas e armazenados em freezer a -18°C para posterior processamento laboratorial. As amostras foram processadas em analisador bioquímico automatizado, usando *kit* comercial da Lab Test®.

4.1.4. *Análises bromatológicas*

As análises bromatológicas das dietas foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UFMG. Para as determinações de matéria seca, proteína bruta seguiu-se a metodologia proposta por AOAC (2000). Para a quantificação da fibra insolúvel em detergente neutro (FDN) e insolúvel em detergente ácido, utilizou-se o método sequencial seguindo as recomendações de Van Soest et al. (1991), não foram

utilizados a decalina e sim o trietilenoglicol da amilase e da ureia (8 Mol.L^{-1}) para remoção do amido, utilizou-se também o sulfito de sódio.

4.1.5. *Análises Estatísticas*

Os dados foram submetidos à análise de variância, teste F, ao nível de 5%, por meio de contrastes ortogonais e regressão polinomial, por meio do programa SAEG, versão 9.1.

O modelo estatístico utilizado na análise dos dados encontra-se a seguir:

$$Y_{ijk} = \mu + X_i + \sigma_j(i) + \beta_j + \tau_k + \epsilon_{ijk}$$

em que Y_{ijk} é valor observado da característica; μ é média geral; X_i é efeito relativo a dieta (suplementação de glicerina bruta); $\sigma_j(i)$ é o efeito relativo das semanas de lactação; β_j é efeito relativo a repetição; τ_k é o efeito da interação entre dieta i e da semana j ; ϵ_{ijk} = erro aleatório, associado a cada observação Y_{ijk} .

4.3 Resultados e Discussão

4.3.1 *Consumo de matéria seca e água ingerida*

O consumo de matéria seca por dia foi influenciado pela inclusão de glicerina bruta e pela semana de lactação (Tabela 3). Houve um decréscimo linear do CMS, devido a suplementação de GB. Consequentemente, o consumo de nutrientes também foi afetado pela suplementação de GB em água sendo que os consumos de proteína bruta, FDN e FDA acompanharam o efeito da glicerina bruta sobre o CMS.

A redução do consumo de matéria seca pelas ovelhas pode relacionar-se ao mecanismo de ajuste fisiológico mediado pelo balanço nutricional e o nível de energia, ou

seja, o atendimento dos requisitos de nutrientes para manutenção e produção (Mertens, 1997). A glicerina bruta é um alimento energético para os ruminantes (Donkin, 2008), e por isso o CMS pode ter sofrido um ajuste quimiostático. O glicerol no rúmen poderá seguir três caminhos, ser convertido rapidamente em ácidos graxos voláteis, ser absorvido pela parede ruminal ou ser conduzido para a continuidade do trato digestório. Particularmente o glicerol influenciaria o aumento na produção de propionato, butirato e valerato em detrimento do acetato (Ferraro et al., 2009; Wang et al., 2009a; el; Abo El-Nor et al., 2010). O glicerol é absorvido no rúmen, por difusão passiva, em quantidades significativas, e este pode ser convertido a glicose através da gluconeogênese no fígado e parte do ingerido pode ser escoado do rúmen através do orifício omazal (Werner Omazic et al. 2014). Dessa forma a GB apresenta-se como um macroingrediente, altamente energético, que pode interferir no consumo de matéria seca, por aumento da oxidação hepática do glicerol e assim regulação do centro de saciedade no hipotálamo (Allen et al., 2009).

As quantidades de PB, FDN e FDA ingeridos sofreram redução conforme as inclusões de GB, pois acompanharam os níveis de consumo de matéria seca, já que as ingestões foram reguladas semanalmente de acordo com a sobra de 10% do volumoso oferecido.

O momento da lactação, determinado em semanas determinou alterações, do tipo quadrática, sobre o CMS (Tabela 3). As equações dos efeitos da GB e das semanas sobre o CMS estão apresentadas na Figura 1. Segundo a equação o ponto máximo de consumo correspondeu à 8ª semana de lactação, $1,83 \pm 0,39$ kg. A interação entre o tratamento e a semana não foi significativa ($P > 0,05$). Observou-se redução linear do consumo de água por dia (Tabela 3) Porém não foi observado efeito da suplementação sobre o consumo de água em relação ao peso vivo e a unidade de tamanho metabólico que oscilaram entre 5,75 e 6,35 kg e 0,271 e 0,290 kg/UTM, respectivamente; também foi possível notar que a relação entre quantidade de água e de matéria seca ingerida ficou entre 3,12 e 3,78, considerado normal

pelo preconizado pelo NRC (2007), e para tal registrou-se efeito linear positivo para a relação do consumo de água sobre o CMS.

Osborne et al. (2009) ofereceram para vacas 20g de glicerina por litro de água oferecida e obtiveram consumo de água de 33L e CMS médio de 11kg (cuja relação manteve-se próxima à média de 3,46 litros de água/kg de MS ingeridos aqui encontrados) quando a suplementação média de GB ficou em 5% do CMS. Osborne et al. (2009) registraram um decréscimo no consumo de matéria seca sem redução no consumo de água em função da inclusão de GB. Os dados do presente trabalho, junto aos dados de Osborne et al. (2009), comparados com os dados dos trabalhos que utilizaram GB misturada ao concentrado, sugerem que ao se veicular na água há uma potencialização do efeito quimiostático promovida pela GB.

4.3.2 Produção e composição do leite

A produção de leite corrigida para gordura e proteína decresceu linearmente ($P < 0,05$) em função da dose de glicerina bruta (Tabela 4). As equações dos efeitos da GB e das semanas sobre a FPMC e a produção de sólidos do leite estão apresentadas na Figura 2.

Nos estudos de Donkin et al. (2009) e Wilbert et al. (2013), a GB não reduziu a produção de leite das vacas, os autores trabalharam com concentrações de 15 e 12% de GB na matéria seca oferecida. Em pesquisa de Chuanjula et al. (2015), a inclusão de até 20% de GB na matéria seca, não foi prejudicial sobre desempenhos produtivos dos pequenos ruminantes sobre o ganho de peso e composição da carcaça. Apesar dessas incongruências com tais dados apresentados, os resultados aqui obtidos foram semelhantes aos encontrados em vacas leiteiras (Boyd et al., 2013; Paiva, et al., 2015) e em cordeiros em confinamento (Lages et al., 2010), os quais mostram um efeito negativo sobre consumo de matéria seca, refletindo no desempenho dos animais. Boyd et al. (2013) observaram redução da produção

de leite de vacas ingerindo aproximadamente 15% do CMS em glicerina bruta. Paiva et al. (2015) incluíram de 0,7, 1,4 e 2,1% de GB na matéria seca da dieta oferecida, e encontraram efeitos lineares para produção do leite. Lages et al. (2010) observaram redução no desempenho a partir de 6% de inclusão de GB na MS ingeridas por cordeiros em confinamento.

A suplementação refletiu efeito linear positivo na porcentagem de lactose e quadrático para porcentagem de proteína do leite ($P < 0,01$) (Tabela 4). Apesar desse efeito ascendente na composição do leite, a produção total de gordura proteína e lactose sofreram redução linear em função da suplementação de GB. Não houve efeito da suplementação sobre a composição de gordura do leite ($P > 0,05$). As equações dos efeitos da GB e das semanas sobre a composição do leite estão apresentadas na Figura 3.

A produção de sólidos do leite foi reduzida provavelmente pela menor produção de leite, que está associada ao menor consumo de nutrientes (Boyd et al., 2013., Paiva et al., 2015). É possível que a composição de proteína e lactose do leite podem ter sido favorecidas por uma mudança no perfil de ácidos graxos voláteis no rúmen. O maior aporte energético e a maior concentração de propionato favorecem a maior concentração de proteína no leite de ovinos (Pulina et al. 2006). Os resultados podem estar associados ao fato de que inclusão de glicerina bruta pode promover aumento da digestibilidade da matéria seca e da proteína bruta, acompanhado a decréscimo da digestibilidade do FDN (Abo El-Nor et al., 2010; Shin et al., 2012; Boyd et al., 2013; Paiva et al., 2015). A GB diminui as proporções molares de acetato e a razão acetato:propionato, além de aumento das proporções de propionato e butirato no rúmen, o que deve aumentar os percussores gliconeogênicos e induzir crescimento do tecido epitelial do rúmen (Boyd et al., 2013). O que pode então potencialmente aumentar a absorção de nutrientes no rúmen. O aumento da digestibilidade da matéria orgânica e da PB juntos tem efeito positivo sobre a composição de proteína do

leite de ovelhas e pode aumentar a relação entre caseína e proteína no leite, além de aumentar a composição de lactose (Landau et al., 2004).

O aumento da inclusão de GB elevou linearmente a razão entre a quantidade de nitrogênio no leite sobre a quantidade de nitrogênio ingerida ($P < 0,05$) (Tabela 4). Os níveis de ureia no leite, mg/dL, sofreram decréscimo quadrático ($P < 0,05$).

A glicerina bruta é capaz de incrementar o aproveitamento do nitrogênio ruminal pela microbiota, havendo menor perda de amônia (Donkin et al., 2009; Wang et al., 2009a). O que pode ter atuado na eficiência de uso do nitrogênio em função do aumento da suplementação de GB. Os reflexos dessa melhor eficiência podem estar relacionados também efeito quadrático decrescente da concentração de ureia no leite. Relatos de Caja e Bocquier (2000) apontam que a proporção de ureia no leite de ovelhas está diretamente relacionada com a quantidade de PB da dieta, e eficiência de utilização energia e do nitrogênio no rúmen.

A produção, composição do leite e EFN variou conforme a semana de lactação. Não houve efeito de interação entre as dosagens de GB e a semana ($P > 0,05$) (Tabela 4). Segundo a equação (Figura 3) a composição de proteína bruta atingiu o ápice na 15ª semana de lactação. Entretanto, a percentagem de lactose atingiu o nadir na 14ª semana de lactação.

4.3.3 *Ganho de peso semanal médio e Conversão*

A suplementação com GB não alterou o ganho de peso semanal médio das ovelhas ($P > 0,05$) (Tabela 4). Analisando os resultados do ganho de peso antes e após o desmame, nota-se maior perda de peso durante o período de balanço energético negativo, e um maior ganho de peso após esse período para os animais que receberam maiores dosagens de glicerina ($P < 0,05$). Para conversão alimentar houve um efeito quadrático durante o período pré desmana ($P < 0,05$), onde os níveis intermediários de inclusão apresentaram maior média

(Tabela 4). A conversão pós desmame e durante as 17 semanas não foi influenciada pela inclusão de glicerina bruta ($P>0,05$). O aumento na eficiência da absorção de nutrientes no rúmen pode ter influenciado a manutenção da conversão alimentar dos animais, e o efeito linear crescente sobre o ganho de peso médio semanal após a desmama. Lages et al. (2010), observaram melhora quadrática na conversão alimentar de cordeiros suplementados com até 12% de GB na MS. A melhoria na digestibilidade dos carboidratos não fibrosos pode ter sido responsável por essa melhora na conversão alimentar (Lages et al., 2010).

Houve efeito da semana sobre o GPS e CA ($P<0,05$), não houve interação da suplementação com o período de lactação ($P>0,05$).

4.3.4 Glicemia

A glicemia média das ovelhas não foi alterada pela inclusão de GB ao longo das semanas de lactação (Tabela 5). Não houve interação da suplementação com o período de lactação. Contudo, ao se analisar o efeito da glicerina bruta em função de cada uma das quatro horas de coleta, houve aumento linear do perfil glicêmico as 3 horas após arração em função da GB. Provavelmente devido ao maior potencial do uso da glicerina bruta em água, que pode ter sido promovido pelo maior consumo de água imediato após a alimentação e maior facilidade de absorção do glicerol. As análises de glicose feitas por Osborne et al. (2009), no período pré-prandial, não diferiram entre as inclusões de GB. Porém Wang et al., (2009b) concluíram que a glicerina bruta pode melhorar a disponibilidade de energia da dieta por ter aumentado a glicemia duas horas pós-prandial. Chanjula et al. (2014) também não registraram diferenças na glicemia de cabritos no período pré-prandial e quatro horas pós-prandial. Porém houve variação linear crescente da glicose nos estudos de Donkin et al. (2009) e Paiva et al. (2015). Os resultados podem ser diferentes devido a hora da coleta, forma de fornecimento e quantidade de GB, e a adaptação dos

animais a dieta; acrescenta-se ainda o estágio fisiológico dos animais, a composição das rações bem como as inter-relações entre os nutrientes das mesmas, em especial ao sincronismo de degradação no rúmen, como também nos parâmetros bioquímicos e fisiológicos advindos desse sincronismo e sua ausência.

4.4 Conclusões

Pode-se melhorar a concentração de proteína e lactose no leite empregando-se glicerina bruta na água de ovelhas lactantes, assim como a eficiência de uso do nitrogênio na produção de leite e reduzindo-se seu teor de ureia.

A glicerina bruta veiculada na água tem potencial para uso na dieta de ovelhas leiteiras já que os efeitos negativos sobre o consumo e produção de leite, podem ser compensados como uma melhora na eficiência do uso da dieta.

4.5 Agradecimentos

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), e a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Um reconhecimento especial também se destina à equipe de pesquisa do Dr. Iran Borges, NEPPER - Núcleo de Extensão e Pesquisa em Pequenos Ruminantes.

4.6 Referências

- Abo El-Nor, S., AbuGhazaleh, A.A., Potu, R.B., Hastings, D., Khattab, M.S.A., 2010. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. *Anim. Feed Sci. Technol.* 162, 99–105. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.09.012
- Allen, M.S., Bradford, B.J., Oba, M., 2009. Board-invited review: The hepatic oxidation theory of the control of feed intake and its application to ruminants. *J. Anim. Sci.* 87, 3317–3334. doi:10.2527/jas.2009-1779
- AOAC, 2000. *Official Methods of Analysis*, 17th ed. Association of Official Analytical Chemists, Arlington, VA.
- Atadashi, I.M., Aroua, M.K., Aziz, A.A., 2011. Biodiesel separation and purification: A review. *Renew. Energy* 36, 437–443. doi:10.1016/j.renene.2010.07.019
- Boyd, J., Bernard, J.K., West, J.W., 2013. Effects of feeding different amounts of supplemental glycerol on ruminal environment and digestibility of lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 96, 470–6. doi:10.3168/jds.2012-5760
- Caja, G., Bocquier, F., 2000. Effects of nutrition on the composition of sheep's milk. *Cah. Options Méditerranéennes* 74, 59–74.
- Cannas, A., Pes, A., Mancuso, R., Vodret, B., Nudda, A., 1998. Effect of dietary energy and protein concentration on the concentration of milk urea nitrogen in dairy ewes. *J. Dairy Sci.* 81, 499–508. doi:10.3168/jds.S0022-0302(98)75602-4
- Chanjula, P., Pakdeechanuan, P., Wattanasit, S., 2015. Effects of feeding crude glycerin on feedlot performance and carcass characteristics in finishing goats. *Small Rumin. Res.* 123, 95–102. doi:10.1016/j.smallrumres.2014.11.011

- Chanjula, P., Pakdeechanuan, P., Wattanasit, S., 2014. Effects of dietary crude glycerin supplementation on nutrient digestibility, ruminal fermentation, blood metabolites, and nitrogen balance of goats. *Asian-Australasian J. Anim. Sci.* 27, 365–374. doi:10.5713/ajas.2013.13494
- Donkin, S.S., 2008. Glycerol from biodiesel production: The new corn for dairy cattle. *Rev. Bras. Zootec.* 37, 280–286. doi:10.1590/S1516-35982008001300032
- Donkin, S.S., Koser, S.L., White, H.M., Doane, P.H., Cecava, M.J., 2009. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 5111–5119. doi:10.3168/jds.2009-2201
- Ferraro, S.M., Mendoza, G.D., Miranda, L.A., Guti??rrez, C.G., 2009. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. *Anim. Feed Sci. Technol.* 154, 112–118. doi:10.1016/j.anifeedsci.2009.07.009
- Guo, M., Song, W., Buhain, J., 2015. Bioenergy and biofuels: History, status, and perspective. *Renew. Sustain. Energy Rev.* 42, 712–725. doi:10.1016/j.rser.2014.10.013
- Lage, J.F., Paulino, P.V.R., Pereira, L.G.R., De Campos Valadares Filho, S., De Oliveira, A.S., Detmann, E., De Paiva Souza, N.K., Lima, J.C.M., 2010. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. *Pesqui. Agropecu. Bras.* 45, 1012–1020. doi:10.1590/S0100-204X2010000900011
- Landau, S., Kababya, D., Silanikove, N., Nitsan, R., Lifshitz, L., Baram, H., Bruckental, I., Mabweesh, S.J., 2005. The ratio between dietary rumen degradable organic matter and crude protein may affect milk yield and composition in dairy sheep. *Small Rumin. Res.* 58, 115–122. doi:10.1016/j.smallrumres.2004.09.014
- Lee, S.Y., Lee, S.M., Cho, Y.B., Kam, D.K., Lee, S.C., Kim, C.H., Seo, S., 2011. Glycerol

as a feed supplement for ruminants: In vitro fermentation characteristics and methane production. *Anim. Feed Sci. Technol.* 166–167, 269–274. doi:10.1016/j.anifeedsci.2011.04.070

Mertens, D.R., 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. *J. Dairy Sci.* 80, 1463–81. doi:10.3168/jds.S0022-0302(97)76075-2

NRC, 2007. *Nutrient Requirements of Small Ruminants: Sheep, Goats, Cervids, and New World Camelids.* The National Academies Press, Washington, DC. doi:10.17226/11654

Nudda, A., Battacone, G., Bencini, R., Pulina, G., 2004. Nutrition and milk quality., in: *Dairy Sheep Nutrition.* CABI, Wallingford, pp. 129–149. doi:10.1079/9780851996813.0129

Osborne, V.R., Odongo, N.E., Cant, J.P., Swanson, K.C., McBride, B.W., 2009. Effects of supplementing glycerol and soybean oil in drinking water on feed and water intake, energy balance, and production performance of periparturient dairy cows. *J. Dairy Sci.* 92, 698–707. doi:10.3168/jds.2008-1554

Paiva, P.G., Valle, T.A. Del, Jesus, E.F., Bettero, V.P., Almeida, G.F., Bueno, I.C.S., Bradford, B.J., Rennó, F.P., 2016. Effects of crude glycerin on milk composition, nutrient digestibility and ruminal fermentation of dairy cows fed corn silage-based diets. *Anim. Feed Sci. Technol.* 212, 136–142. doi:10.1016/j.anifeedsci.2015.12.016

Pulina, G., Nudda, A., 2004. Milk production., in: *Dairy Sheep Nutrition.* CABI, Wallingford, pp. 1–12. doi:10.1079/9780851996813.0001

Pulina, G., Nudda, A., Battacone, G., Cannas, A., 2006. Effects of nutrition on the contents of fat, protein, somatic cells, aromatic compounds, and undesirable substances in sheep milk. *Anim. Feed Sci. Technol.* 131, 255–291. doi:10.1016/j.anifeedsci.2006.05.023

SAEG, 2007. Sistema para análises estatísticas, versão 9.1. ed. Fundação Arthur Bernades. Viçosa.

Shin, J.H., Wang, D., Kim, S.C., Adesogan, a T., Staples, C.R., 2012. Effects of feeding crude glycerin on performance and ruminal kinetics of lactating Holstein cows fed corn silage- or cottonseed hull-based, low-fiber diets. *J. Dairy Sci.* 95, 4006–16. doi:10.3168/jds.2011-5121

Van Soest, P.J., Robertson, J.B., Lewis, B.A., 1991. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. *J. Dairy Sci.* 74, 3583–3597. doi:10.3168/jds.S0022-0302(91)78551-2

Wang, C., Liu, Q., Huo, W.J., Yang, W.Z., Dong, K.H., Huang, Y.X., Guo, G., 2009a. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. *Livest. Sci.* 121, 15–20. doi:10.1016/j.livsci.2008.05.010

Wang, C., Liu, Q., Yang, W.Z., Huo, W.J., Dong, K.H., Huang, Y.X., Yang, X.M., He, D.C., 2009b. Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 151, 12–20. doi:10.1016/j.anifeedsci.2008.10.009

Werner Omazic, A., Kronqvist, C., Zhongyan, L., Martens, H., Holtenius, K., 2015. The fate of glycerol entering the rumen of dairy cows and sheep. *J. Anim. Physiol. Anim. Nutr. (Berl)*. 99, 258–264. doi:10.1111/jpn.12245

Wilbert, C.A., Prates, Ê.R., Barcellos, J.O.J., Schafhäuser, J., 2013. Crude glycerin as an alternative energy feedstuff for dairy cows. *Anim. Feed Sci. Technol.* 183, 116–123. doi:10.1016/j.anifeedsci.2013.05.003

Tabela 1. Composição centesimal e bromatológica das dietas oferecida às ovelhas durante a lactação

Ingredientes	% Matéria Seca
Feno de Tifton	50,33
Milho fubá	31,51
Farelo de soja	16,22
Sal ovinos	1,00
Sal comum	0,50
Calcário	0,346
Fosfato bicálcico	0,095
Nutrientes* (%)	
Matéria seca	89,56
Proteína bruta	15,57
FDN	42,00
FDA	21,00
Cálcio	0,43
Fósforo	0,37
NDT	69,53

Tabela 2. Composição bromatológica e teor de energia da glicerina

Nutrientes	% do nutriente*
Matéria seca	85,40
Proteína bruta	0,06
Glicerol	80,70
Extrato etéreo	13,41
Matéria mineral	5,71
FDN	-
FDA	-
CHT	75,00
CNF	75,00
Densidade (g/mL)	1,20
Energia (kcal/kg)	3954,00

Fibra detergente neutro (FDN), fibra detergente ácido (FDA), carboidratos totais (CHT), carboidratos não fibrosos (CNF), *Valores expressos com base na matéria seca.

Tabela 3. Consumo de nutrientes de ovelhas suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água

Variáveis	GB				CV ^a (%)	Valor de P			
						Tratamento		Semana	
	0,00%	1,50%	3,00%	4,50%		Linear	Quadrática	Linear	Quadrática
Consumo g dia⁻¹									
MS ^b	1850	1940	1620	1630	21,91	**	ns	ns	**
PB ^c	319,77	327,25	271,97	271,87	20,53	**	ns	**	ns
FDN ^d	738,32	770,91	636,48	626,34	24,28	**	ns	**	ns
FDA ^e	359,5	378,04	309,96	305,47	24,27	**	ns	ns	**
ÁGUA	6,35	6,04	6,15	5,75	24,7	*	ns	**	**
ÁGUA/MS	3,39	3,12	3,78	3,58	19,50	**	ns	**	**
Consumo % PESO VIVO									
MS	2,89	3,39	2,63	2,79	20,21	**	**	ns	**
PB	0,5	0,57	0,44	0,46	19,50	**	*	**	*
FDN	1,16	1,35	1,03	1,07	20,28	**	**	**	**
FDA	0,56	0,66	0,5	0,52	20,72	**	**	ns	**
ÁGUA	9,87	10,57	9,92	9,84	22,5	ns	ns	**	**
Consumo g UTM^{-1f}									
MS	81,73	93,28	73,66	76,99	20,07	**	*	ns	**
PB	14,16	15,71	12,35	12,84	19,35	**	**	**	*
FDN	32,66	37	28,91	29,6	20,16	**	**	**	**
FDA	15,9	18,14	14,09	14,44	20,64	**	**	ns	**
ÁGUA	279,17	290,54	278,03	271,71	22,6	ns	ns	**	**

^a Coeficiente de variação ^b matéria seca ^c proteína bruta ^d fibra insolúvel em detergente neutro ^e fibra insolúvel em detergente ácido ^f unidade de tamanho metabólico (kg^{0,75}) ** P<0,01 *P≤ 0,05 ns = não significativo

Tabela 4. Desempenho produtivo e composição do leite de ovelhas suplementadas com diferentes concentrações de glicerina bruta (GB) diluída em água

Variáveis	GB				CV ^a (%)	Valor de P			
						Tratamento		Semana	
	0,00%	1,50%	3,00%	4,50%		Linear	Quadrática	Linear	Quadrática
Desempenho									
PLC ^b (g)	1202,6	1166,4	1130,7	1098,4	33,50	*	ns	**	ns
Gordura (%)	6,78	6,85	7,14	7,11	18,86	ns	ns	**	ns
Gordura (g)	79,6	74,69	72,81	70,59	32,66	*	ns	*	ns
Proteína (%)	4,85	5,34	5,25	5,38	7,46	**	**	**	**
Proteína (g)	57,61	57,39	54,37	54,05	42,01	*	ns	*	ns
Lactose (%)	4,52	4,6	4,61	4,65	6,70	*	ns	**	**
Lactose (g)	54,84	49,92	49,29	49,37	32,87	*	ns	**	ns
Ureia mg/dL	20,24	23,36	22,52	20,50	36,23	ns	**	**	ns
GPS ^c (g)	- 57,50	91,88	-225,63	97,50	3,16	**	**	**	**
GPSad ^d (g)	-335,00	-537,50	-1062,50	-847,50	4,15	*	ns	**	**
GPSdd ^e (g)	41,67	301,67	53,33	412,50	2,72	*	ns	**	**
CA ^f	1,69	1,97	1,59	1,76	40,98	ns	ns	*	*
CAad	1,44	1,84	1,80	1,39	43,07	ns	*	**	ns
CAdd	1,77	2,01	1,52	1,88	40,51	ns	ns	ns	*
EFN ^g (%)	18,03	17,14	19,81	18,74	25,15	**	ns	ns	*

^a Coeficiente de variação. ^b produção de leite corrigida para 6,5 % de gordura e 5,8% proteína. ^c Ganho de Peso semanal. ^d antes do desmame. ^e depois do desmame.

^f conversão alimentar (Consumo de MS (g) / produção de leite (g) + ganho de peso (g)).

^g Eficiência de Nitrogenio (N) (N do leite (g dia⁻¹) *100 / N ingerido (g dia⁻¹)).

** P<0,01 *P≤ 0,05, ns = não significativo Para análise de GPS as médias foram ajustas por Log₁₀(x+1000)

Tabela 5. Glicemia média de ovelhas em lactação suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água

GB	Hora				CV ^a (%)	Valor de P			
	0	3	6	9		HORA		Semana	
						Linear	Quadrática	Linear	Quadrática
0,00%	46,77	48,80	56,57	61,62	17,52	*	ns	*	**
1,50%	45,42	52,23	56,03	63,57	15,36	**	ns	**	**
3,00%	47,71	51,83	55,12	62,85	19,91	**	ns	*	**
4,50%	48,20	53,97	57,29	61,34	19,55	**	ns	*	ns
Média	47,03	51,71	56,25	62,35	17,54	**	ns	**	**
CV (%)	17,15	18,37	17,44	18,85					
Linear	ns	*	ns	ns					
Quadrática	ns	ns	ns	ns					

^a Coeficiente de variação ** P<0,01 * P ≤ 0,05 ns = não significativo

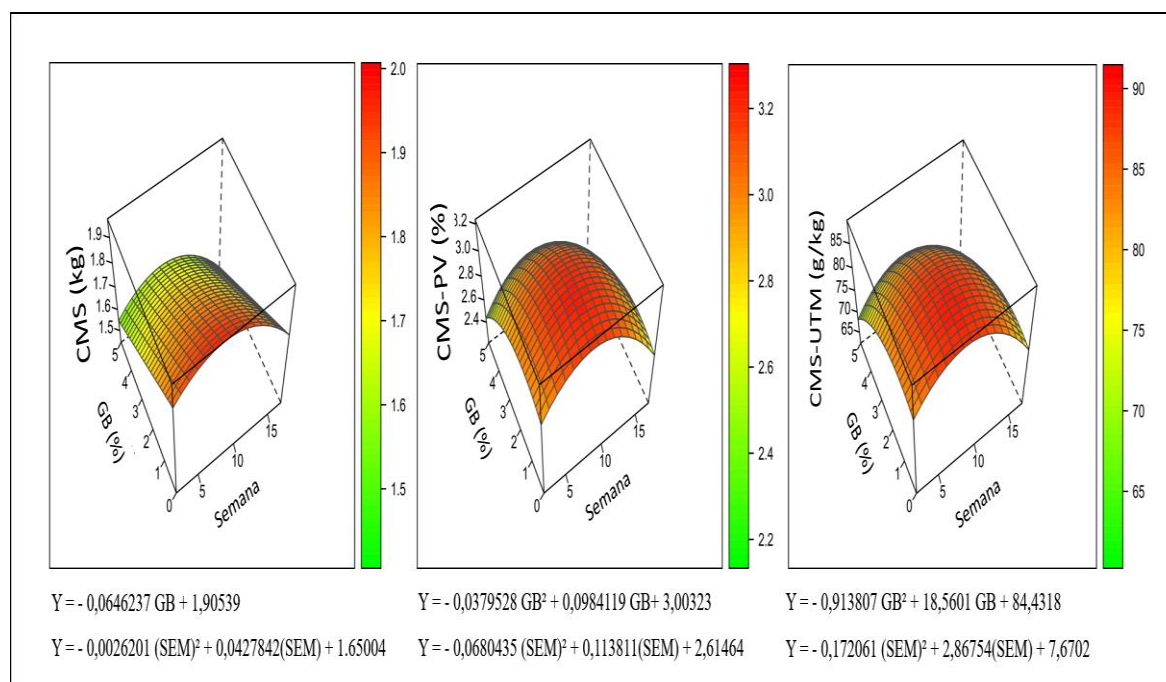


Figura 1. Equações de regressão do consumo de ovelhas em lactação suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água e em função da semana de lactação (SEM)

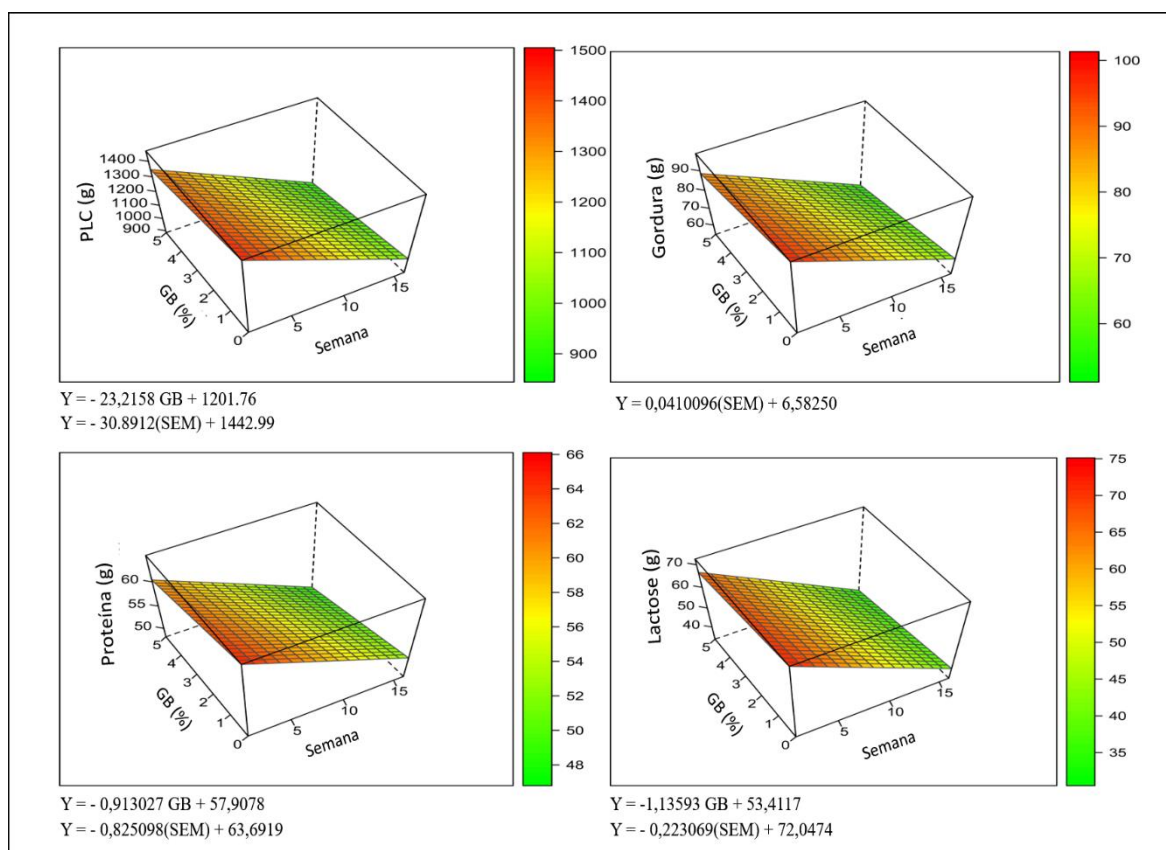


Figura 2. Equações de regressão da produção de leite corrigida para gordura e proteína (PLC) e produção de gordura, proteína e lactose no leite, de ovelhas suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água e em função da semana de lactação (SEM)

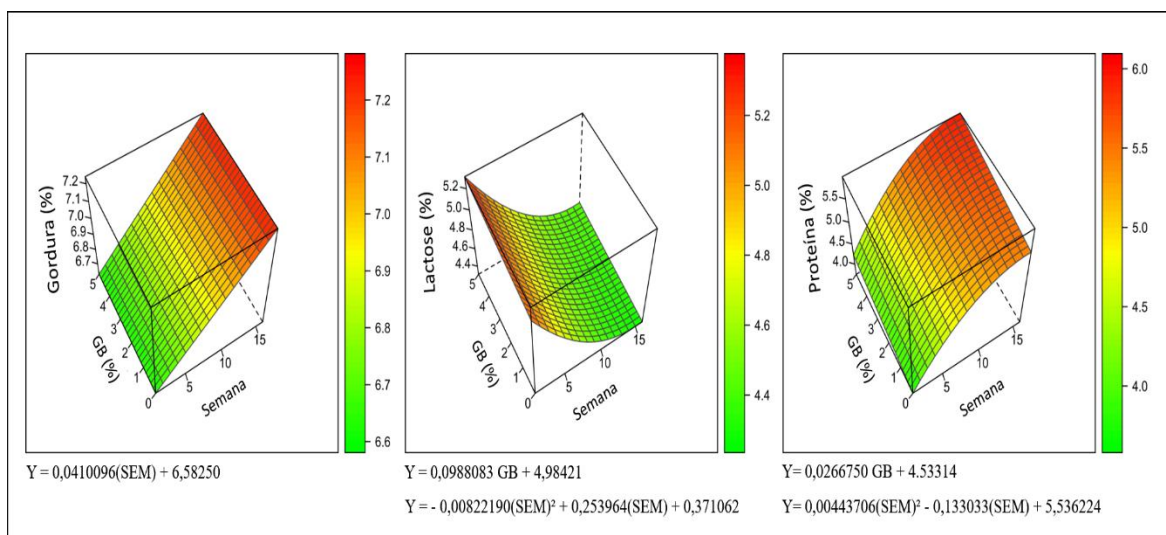


Figura 3. Equações de regressão da composição de gordura, proteína e lactose do leite de ovelhas suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta (GB) diluída em água e em função da semana de lactação (SEM)