

RODRIGO BARBOSA DE ANDRADE

GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

RECIFE

2021

RODRIGO BARBOSA DE ANDRADE

GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco para obtenção do título de Doutor em Zootecnia

Área de concentração: Zootecnia

Orientador: Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho

Coorientadores:

Prof. Dr. João Paulo Ismério Monnerat

Prof. Dr. Michel do Vale Maciel

RECIFE

2021

A553g

Andrade, Rodrigo Barbosa de

Glicerina bruta na alimentação de cabras leiteiras / Rodrigo Barbosa de Andrade. - 2021.
72 f.

Orientador: Francisco Fernando Ramos de Carvalho.

Coorientador: Michel do Vale Maciel.

Inclui referências.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural de Pernambuco,
Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, Recife, 2021.

1. Caprinos. 2. Glicerol. 3. Coproduto. 4. Produtos Lácteos. 5. Biodiesel. I. Carvalho, Francisco Fernando Ramos de, orient. II. Maciel, Michel do Vale, coorient. III. Título

CDD 636



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO PROGRAMA
DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

Tese elaborada por

RODRIGO BARBOSA DE ANDRADE

Aprovado em/...../.....

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Francisco Fernando Ramos de Carvalho – Orientador
Universidade Federal Rural de Pernambuco

Profa. Dra. Antônia Sherlânea Chaves Veras, UFRPE
Examinador

Prof. Dr. Dorgival Moraes de Lima Júnior, UFRSA
Examinador

Profa. Dra. Luciana Felizardo Pereira Soares, UFRPE
Examinadora

Profa. Dra. Maria Josilaine dos Matos, UFAL
Examinadora

“... Só a vontade é suficientemente forte para sustentar a harmonia do espírito...”

Emmanuel

“...Deus nunca disse que a jornada seria fácil, apenas que valeria a pena...”

Max Lucado

A Deus, por me guiar, me fortalecer e me abençoar durante toda essa jornada, me dando forças para seguir mesmo diante de todas as minhas limitações.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e minhas irmãs, que sempre me apoiaram e me incentivaram em tudo!
À minha amiga, parceira, namorada, companheira, esposa, Maria Gabriela, que sempre me apoiou, me deu força, me aconselhou, aconselha e ensina com todo seu carinho e amor!!! Te amo!!! Muito Obrigado!!!

Ao meu amigo, compadre e orientador, professor Francisco, por sua orientação, paciência, amizade, ensinamentos, apoio tanto na vida acadêmica como na vida pessoal!!! Além de um profissional reconhecido, ainda é uma pessoa admirável. Obrigado também pela atenção nos momentos que em mais precisei!!! Obrigado!!!

Ao meu coorientador e amigo Michel, sempre com contribuições, conselhos e toda sua ajuda e apoio de sempre!!! Muito bom ver seu crescimento profissional, meu amigo!!! Feliz demais por você!!!

Aos meus amigos da pós e da vida: João Vitor, Marina e Levi, que me acompanharam durante toda esta jornada do doutorado com boas conversas, bons conselhos, sempre contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional.

Aos amigos da pós que compõem os grupos dos Ofensivos e da Caverna do Dragão: Gaby Melo, Jasiel, Kika, Tomás, Salmo, Luiz, Fábio, Ruan, Erick, Camilla, João Vitor, Thaís, Marina e Agni.

A todos que me ajudaram na fase que antecede e também durante o experimento: Agni, Caio, Rennan, Letycia, Matheus, Ayrton, Milena, Hannah, Isadora, Kelly, Erica, Luciana Maria, Juliana, Michelle, Gabriela Duarte, Maria Alice, Ilziane, Tamires, Barbara Lane, Taís Rayane, Diana, Seu Edson, Seu Pedro e a todos os alunos do CODAI que me ajudaram. Aos professores João Paulo e Andréia, que ajudaram na fase pré e durante o experimento.

À minha parceira de experimento e irmã Edneide (parafusada), por sua amizade, contribuições, e por deixar o ambiente de trabalho sempre mais leve e engraçado. Você é um exemplo de pessoa determinada!!!

A todos do laboratório de produtos lácteos do Departamento de Engenharia de Alimentos da UFPE, em especial à professora Neila, com suas contribuições para realização das análises sensoriais.

A todos do laboratório de Patologia do Departamento de Medicina Veterinária; ao professor Pierre, por sua disponibilidade e apoio durante as análises. Em especial, meus

agradecimentos para Ayna e Bruna, que, além das análises de laboratório, também ajudaram muito durante a execução do experimento.

Ao CETENE (Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste), pela doação da glicerina bruta para realização desta pesquisa, em especial a James Melo.

Às famílias Fernandes e Andrade: Paulinho (Juninho), Walyssa (prima), Marcela (Zumbi girl), Estevão, Dona Gil, Dona Lourdes, Marciele e Seu Zé Maria, que me acolheram como filho durante todo este período do doutorado!!!

Aos meus grandes amigos de infância, Paulo e Agenor, que sempre foram tão presentes, mesmo estando longe.

A todos os professores que tiveram que se reinventar durante a pandemia. Obrigado por nos fazer acreditar e se manterem otimistas diante de todo este cenário que estamos vivenciando.

E a todos que contribuíram de forma direta e indireta para conclusão deste trabalho.

Obrigado!!!

“... eu poderia suportar, embora não sem dor, que tivessem morrido todos os meus amores,
mas enlouqueceria se morressem todos os meus amigos...”

Vinícius de Moraes

GLICERINA BRUTA NA ALIMENTAÇÃO DE CABRAS LEITEIRAS

Rodrigo Barbosa de Andrade*¹, Francisco Fernandes Ramos de Carvalho¹

*autor para correspondência rodrigoandradebarbosa@gmail.com

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco

RESUMO: objetivou-se avaliar o efeito da inclusão da glicerina bruta moído na dieta de cabras leiteiras sob consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção de leite, consumo de água, balanço de nitrogênio, parâmetros sanguíneos, composição do leite e do queijo coalho, análise sensorial do queijo coalho e perfil dos ácidos graxos. Foram utilizadas 16 cabras da raça Saanen em lactação, sendo 8 pluríparas e 8 primíparas, com peso corporal médio de 55 ± 6 kg, distribuídas em quatro quadrados latinos (4x4). As dietas experimentais consistiram de níveis da inclusão da glicerina bruta nas seguintes proporções: 0 - sem adição de glicerina (dieta-controle), 50; 100 e 150g/kg de glicerina na dieta de cabras em lactação. O consumo de MS e nutrientes decresceu linearmente com a inclusão da glicerina bruta nas dietas. Houve decréscimo na produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (PLCG_{3,5%}). O balanço de nitrogênio reduziu linearmente à medida que a glicerina foi incluída. Apenas o colesterol apresentou efeito quadrático, com valor máximo de 88,74 mg/dL no nível de inclusão de 56,0g/kg de glicerina. O fósforo foi alterado com a inclusão de glicerina, estando os demais minerais dentro da normalidade. Para a gordura do leite observa-se redução linear à medida que a glicerina foi incluída nas dietas ($P < 0,05$). Para sólidos totais, ureia, N-uréico e energia líquida houve decréscimo com a inclusão da glicerina, que foi observada a partir do nível de 100g/kg nas dietas. Para os parâmetros análise sensorial, o que se observa é diferença para aparência, cor, odor e sabor, em que a inclusão de glicerina bruta influenciou negativamente esses atributos. Para aparência, os tratamentos 0 e 50g/kg foram semelhantes entre si; já os de 100 e 150g/kg de glicerina receberam notas inferiores. Quanto à cor, o tratamento com 150g/kg de glicerina recebeu menor nota. O perfil de ácidos graxos, de modo geral, não sofreu influência da glicerina bruta quando inserida até 50g/kg nas dietas. Diante disso, recomenda-se a inclusão da glicerina bruta em inclusão ao milho até 50g/kg da dieta na alimentação de cabras em lactação, porque apesar da redução observada no consumo de matéria seca, pouco interfere sobre a digestibilidade dos nutrientes, o balanço de N, perfil bioquímico, produção de leite, composição do leite, composição do queijo coalho e atributos sensoriais e perfil de ácidos graxos.

Palavras-Chave: Biodiesel; Caprinos; Coproduto; Glicerol; Produtos lácteos.

CRUDE GLYCERIN IN THE FEED OF DAIRY GOATS

Rodrigo Barbosa de Andrade*¹, Francisco Fernandes Ramos de Carvalho¹

*autor para correspondência rodrigoandradebarbosa@gmail.com

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco

ABSTRACT: This study aimed to evaluate the effect of the inclusion of crude glycerin in partial replacement of ground corn in the diets of dairy goats on dry matter and nutrients intake and digestibility, milk production, water intake, nitrogen balance, blood parameters, under a composition of milk, rennet cheese and sensory analysis and fatty acids profile. Sixteen lactating Saanen goats (eight multiparous and eight primiparous), with an average body weight of 55 ± 6 kg, were used and distributed in a replicated 4 x 4 Latin square design. The experimental diets consisted of crude glycerin of corn in the following proportions: 0 (no glycerin; control diet), 50, 100, and 150g/kg of glycerin in the diet of lactating goats. The intake of DM and nutrients were negatively affected by the inclusion of crude glycerin in the diets ($P < 0.05$). Milk production was not altered ($P > 0.05$) with the inclusion of glycerin; however, when milk production was corrected to 3.5% fat (FCM3.5%), there was a reduction in milk production ($P < 0.05$). There was no effect of the inclusion of glycerin on water intake ($P > 0.05$). The nitrogen balance (NB) reduced linearly as glycerin was added, and the control and the 50g/kg diets provided the greatest NB. The inclusion of glycerin did not negatively affect the energy profile of the animals. There was a quadratic effect on cholesterol levels with a maximum value of 88.74 mg / dL estimated at the level of inclusion of 56,0g/kg glycerin. The protein profile was not influenced by the inclusion of glycerin, thus not causing liver or kidney damage. For the mineral profile, phosphorus was the only mineral altered with the inclusion of glycerin, with the other minerals within the normal range. For the milk fat parameter, the difference between the treatment and control of levels of inclusion of glycerin in the diets and linear reduction as the glycerin was included in the diets ($P < 0.05$) is observed. For total solids, urea, N-urea and liquid energy, there was a reduction as the glycerin was inserted in the diets, this reduction was observed when the glycerin was included from the level of 100g/kg in the diets. For the sensory analysis parameters, what is observed is a difference in appearance, color, odor and taste, where the inclusion of crude glycerin negatively affected these attributes. Parameters, treatments 0 and 50g/kg were similar to each other, while those of 100 and 150g/kg glycerin received lower scores. As for color, treatments, while treatment with 150g/kg normal glycerin notes. The fatty acids profile, in general, was not influenced by crude glycerin when inserted up to 50g/kg in the diets. Therefore, it is recommended to include crude glycerin in addition to corn up to 50g/kg of the diet in the feed of lactating goats, because despite the observed reduction in dry matter intake, it interferes little with the digestibility of nutrients, the balance of N, biochemical profile and we observed a reduction in production similar to milk production levels, milk composition, cheese curd composition, sensory attributes and fatty acids profile.

Keywords: Biodiesel; Goats; Co-product; Glycerol; Dairy products.

LISTA DE TABELAS

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Tabela 1. Efeitos da Glicerina bruta sobre a produção e composição do leite.....	18
---	----

CAPÍTULO I

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	30
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química-bromatológica das dietas experimentais.....	31
Tabela 3 – Consumo de MS e nutrientes em cabras leiteiras recebendo dietas com diferentes níveis de glicerina bruta.....	35
Tabela 4 – Consumo de água de cabras Saanen alimentadas com glicerina bruta.....	36
Tabela 5 – Digestibilidade da MS, dos nutrientes e consumo de nutrientes digestíveis totais em dietas para cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de glicerina bruta.....	36
Tabela 6 – Balanço de nitrogênio (N) em cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de glicerina bruta.....	37
Tabela 7 – Parâmetros sanguíneos de cabras Saanen alimentadas com glicerina bruta.....	38

CAPÍTULO II

Tabela 1. Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas experimentais.....	57
Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química-bromatológica das dietas experimentais.....	58
Tabela 3. Produção e composição do leite de cabras alimentadas com diferentes níveis de glicerina bruta.....	61
Tabela 4. Características físico-químicas e rendimento do queijo coalho de leite de cabras recebendo dietas com diferentes níveis de glicerina bruta	62
Tabela 5. Pontos médios das características sensoriais, impressão global e intenção de compra do queijo coalho de leite de cabras recebendo dietas com diferentes níveis de glicerina bruta.....	64
Tabela 6. Concentrações de ácidos graxos (g/100 g total AG) no leite de cabras recebendo Dietas com diferentes níveis de glicerina bruta.....	64

SUMÁRIO

	INTRODUÇÃO	11
	REVISÃO DE LITERATURA	14
	REFERÊNCIAS	20
	CAPÍTULO I	25
	RESUMO	26
	ABSTRACT	27
1	INTRODUÇÃO	28
2	MATERIAL E MÉTODOS	29
2.1	ANIMAIS, MANEJO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	29
2.2	ANÁLISES QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS	31
2.3	COLETA DE DADOS E AMOSTRAS	33
2.4	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	34
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1	RESULTADOS	34
3.2	DISCUSSÃO	39
4	CONCLUSÃO	45
	REFERÊNCIAS	46
	CAPÍTULO II	52
	RESUMO	53
	ABSTRACT	54
1	INTRODUÇÃO	55
2	MATERIAL E MÉTODOS	56
2.1	ANIMAIS, MANEJO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	56
2.2	COLETA DE DADOS E AMOSTRAS	58
2.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS	60
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1	RESULTADOS	60
3.2	DISCUSSÃO	65
4	CONCLUSÃO	68
	REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

2 O emprego de caprinos como produtores de leite pode tornar-se uma importante
3 ferramenta na política de produção de alimentos, diminuindo, assim, os níveis de subnutrição e
4 taxa de mortalidade infantil de várias regiões, principalmente no Nordeste brasileiro (LIMA *et*
5 *al.*, 2017). A caprinocultura leiteira se destaca devido ao fluxo de caixa dinâmico, grande valor
6 agregado, facilidades no manejo, pequenas áreas e pouca quantidade de alimento necessário
7 para a criação (FELISBERTO *et al.*, 2016). Isso torna a criação de cabras de leite uma
8 alternativa viável, visando ao baixo capital investido e de manutenção. Somado a isso, o valor
9 do leite chega a ser até três vezes maior que o de vaca, além de oferecer vários benefícios para
10 a saúde.

11 Além disso, a busca por alimentos saudáveis, em que os produtos oriundos do
12 processamento do leite de cabra ganharam ainda mais evidência, seguindo as novas tendências
13 alimentares (BARLOWSKA *et al.*, 2018). Os consumidores buscam produtos que tenham
14 qualidade, bom valor nutricional, atratividade sensorial (LINHARES *et al.*, 2017), entre os
15 produtos mais procurados a partir do leite de cabra se destacam: o iogurte (BRELTAN *et al.*,
16 2018), o leite fermentado (MITUNIEWICZ-MALEK *et al.*, 2019) e também o queijo
17 (BARLOWSKA *et al.*, 2018).

18 O leite de cabras possui características nutritivas que o torna um alimento indicado por
19 médicos para diversos setores da população: crianças, idosos e indivíduos alérgicos ao leite de
20 vaca (WANG *et al.*, 2015). O leite caprino apresenta composição química de ácidos graxos
21 essenciais e proteínas de alto valor biológico; assim, o produto é considerado de alto valor
22 nutricional, apresentando características como boa digestibilidade e hipoalergenicidade,
23 resultantes dos seus glóbulos de gordura diminuídos (COSTA; QUEIROGA; PEREIRA, 2009).

24 Na nutrição de ruminantes há uma tendência às pesquisas com enfoque na procura de
25 alimentos alternativos suprir as exigências nutricionais, e assim apresentar seu potencial de
26 produção. Em contrapartida, os maiores custos de produção estão agregados ao manejo
27 nutricional do rebanho, e esses, entre outros aspectos, reforçam o uso estratégico de alternativas
28 alimentares, como fonte ou como suplementação nutricional desses animais, objetivando
29 melhorar os índices de produtividade (SILVA, 2010). Assim, a busca de alternativas de baixo
30 custo para substituir alimentos tradicionais é crucial para aumentar a rentabilidade da produção
31 pecuária (SILVA *et al.*, 2015). Nesse propósito, os coprodutos da agroindústria têm se
32 destacado como alternativa para a mudança dessa realidade, para a alimentação de ruminantes,
33 visando melhorar os índices produtivos com baixo impacto ambiental. Assim, alimentos como
34 farelo de soja e milho têm sido os focos principais para serem substituídos por ingredientes

35 alternativos, visto os custos que esses produtos agregam a ração e por terem encontrados ótimos
36 ingredientes substitutivos, entre eles a glicerina bruta (LAGE *et al.*, 2014).

37 A glicerina bruta que é obtida após o processo de transesterificação e hidrólise dos óleos
38 ou gorduras para a produção do biodiesel é composta basicamente por glicerol e quantidades
39 variadas de água, sais, álcoois e catalisadores, e corresponde a aproximadamente 10% do
40 volume total de biodiesel produzido (RODRIGUES; RONDINA, 2013), sendo o Nordeste
41 responsável por 7,7% (ANP, 2020), além de apresentar ampla gama de aplicações nas indústrias
42 farmacêutica, de cosméticos, tabaco, alimentícia e até na fabricação de explosivos.

43 A glicerina se mostrou um alimento em potencial, não apenas por sua composição, tendo
44 como principais componentes o glicerol e ácidos graxos não esterificados, mas também por sua
45 grande disponibilidade (CHANJULA *et al.*, 2018). Sendo classificada em vários graus, tanto
46 pela quantidade de glicerol como pelas impurezas presentes, como água, lipídios, cinzas e
47 metanol. Para Südekum (2008), a glicerina é classificada quanto à pureza, sendo baixa pureza
48 (50 a 79% de glicerol), média pureza (80 a 98% de glicerol) e de alta pureza (acima de 99% de
49 glicerol). Carvalho *et al.* (2013) relataram que a glicerina pode ser comercializada purificada
50 (glicerina pura), na forma bruta (alto conteúdo de ácidos graxos) ou semipurificada (baixo
51 conteúdo de ácidos graxos).

52 Para utilizar um coproduto na alimentação animal, esse ingrediente deve trazer
53 benefícios à produção, mantendo ou melhorando os índices zootécnicos e não interferindo na
54 qualidade dos produtos de origem animal (DIAS *et al.*, 2009). Nenhuma restrição ao uso da
55 glicerina na nutrição animal foi relatada, quando utilizado em níveis seguros. Sendo assim, pode
56 se tornar um ingrediente comum em rações, com preço e qualidade competitivos quando
57 comparado ao milho e ao farelo trigo, principalmente em regiões produtoras de biodiesel
58 (PEREIRA *et al.*, 2008).

59 Chanjula *et al.*, (2014), trabalhando com cabras leiteiras com níveis de inclusão de
60 glicerina bruta, contendo (87% de glicerol) até 20% da MS, relataram aumento no consumo de
61 matéria seca (CMS) e sem efeitos negativos sobre a digestibilidade. Utilizando a glicerina bruta
62 como suplementação na alimentação de cabras leiteiras da raça Anglo Nubiana, com o objetivo
63 de aumento da densidade energética da dieta, a fim de reduzir a relação volumoso:concentrado,
64 relataram que a glicerina se mostrou bastante eficaz, reduzindo o incremento calórico,
65 compensando a menor ingestão de fibra em detergente neutro (ARAÚJO SARAIVA *et al.*,
66 2021).

67 Wilbert *et al.* (2013), ao trabalharem com vacas no terço médio de lactação, incluíram
68 4, 8 ou 12% de glicerina bruta e verificaram que não houve diferença na produção de leite,

69 gordura, lactose e sólidos totais, observando apenas alteração na produção de proteína do leite.
70 Os autores observaram que a concentração de energia líquida para lactação utilizando a
71 glicerina bruta (81,4% de glicerol) foi similar à densidade energética do grão de milho.

72 Contudo, são necessários estudos que expressem resultados práticos de como esse
73 coproduto se apresenta como concentrado energético para cabras leiteiras, considerando a
74 grande variabilidade dos níveis de inclusão e teor de glicerol da glicerina avaliada, bem como
75 suas características na ingestão, digestibilidade desse nutriente como mistura em uma dieta
76 balanceada, e também como seu consumo afeta as características de produção e qualidade do
77 leite.

78

79

80

81

82

83

84

85

86

87

88

89

90

91

92

93

94

95

96

97

98

99

100 REVISÃO DE LITERATURA

101 A glicerina surgiu recentemente como uma possibilidade para alimentação animal,
102 principalmente em estudos verificando o efeito de substituição do milho e outros grãos
103 energéticos na dieta de pequenos ruminantes (CHANJULA *et al.*, 2018). Em razão das novas
104 políticas de busca de fontes de energia renováveis, programas de incentivo de alguns governos,
105 vem ocorrendo a utilização e o aumento da produção dos biocombustíveis, entre eles o biodiesel
106 (ANP, 2014; ANP, 2016). Trata-se de um combustível líquido obtido a partir de lipídios
107 naturais, como óleo vegetal ou gordura animal (PEITER *et al.*, 2016), por meio de processos
108 industriais de esterificação ou transesterificação (QUISPE *et al.*, 2013).

109 O glicerol utilizado nessas aplicações passa por um processo de purificação que consiste
110 em um processo relativamente caro (QUISPE *et al.*, 2013). A glicerina “bruta” oriunda da
111 produção do biodiesel pode ser utilizada na alimentação animal sem a necessidade de passar
112 por uma purificação completa (SCHRÖDER; SÜDEKUM, 1999), desde que sejam garantidos
113 os baixos níveis de contaminantes, como metanol e sais (KUPCZYŃSKI *et al.*, 2020), que em
114 concentrações acima do recomendado podem ser tóxicos para os animais (DONKIN, 2008).

115 No Brasil, foram definidos padrões para utilização da glicerina na alimentação animal,
116 estabelecendo sendo eles 80% de glicerol e metanol <150 ppm, podendo ser utilizados até 10%
117 de uma ração animal (LEONETI *et al.*, 2012). Esses alimentos vêm sendo estudados a fim de
118 melhorar a rentabilidade da produção pecuária (SILVA *et al.*, 2015), por não sofrer com as
119 oscilações sazonais dos alimentos tradicionais (MENTEN *et al.*, 2008), além de contribuir com
120 a redução do impacto ambiental, através da utilização desses coprodutos e resíduos
121 agroindústrias.

122

123 GLICEROL: CARACTERÍSTICAS E SUAS INTERAÇÕES NO ORGANISMO DOS 124 RUMINANTES

125 O glicerol se apresenta como um líquido, oleoso, viscoso, incolor, inodoro, solúvel em
126 água e álcool e de sabor adocicado, além de ser considerado o mais simples dos álcoois e é
127 conhecido como propano-1,2,3-triol (QUISPE *et al.*, 2013). Como um produto comercial,
128 também está disponível como glicerol (1,2,3-propanotriol, trihidroxipropano, gliceritol ou
129 álcool glicídico).

130 De acordo com KREHBIEL (2008), de todo o glicerol que chega no rúmen, 13%
131 desaparecem por passagem junto a digesta, 43% são absorvidos pela parede ruminal e 44% são

132 fermentados, com valores variando de acordo com a quantidade e a forma de fornecimento do
133 glicerol. O glicerol não metabolizado pelos microrganismos do rúmen é absorvido pela corrente
134 sanguínea e metabolizado no fígado até glicose, ou usado na síntese de triacilglicerol (FARIAS
135 *et al.* 2012).

136 No fígado, o destino do glicerol absorvido é a oxidação pela via glicolítica, com
137 necessidade da enzima glicerol quinase (KREHBIEL, 2008). Entretanto, quando há alta
138 demanda de glicose, como no caso de vacas em lactação, o destino do glicerol passa a ser a
139 gliconeogênese, juntamente com o propionato (DONKIN, 2008) ou oxidado, por meio da
140 glicólise e ciclo de Krebs para produção de energia, em que o glicerol é o precursor do
141 gliceraldeído-3-fosfato, um intermediário da lipogênese (tecido adiposo) e da gliconeogênese
142 (fígado). Outra parte do glicerol é fermentado a ácidos graxos voláteis, em que o propionato é
143 convertido em glicose, representando mais de 40% do total de ácidos graxos (REMOND *et al.*,
144 1993; LEE *et al.*, 2011; CHUNG *et al.*, 2007).

145 Alguns trabalhos mostram que animais que recebem o glicerol na dieta, apresentam
146 maior proporção de propionato, além de redução na relação acetato: propionato em comparação
147 com animais que não receberam suplementação, evidenciando que provavelmente o glicerol
148 tenha sido fermentado a propionato e tenha similaridade com uma fonte de carboidrato
149 fermentável (DEFRAIN *et al.*, 2004; TRABUE *et al.*, 2007).

150 O efeito do glicerol na fermentação ruminal depende principalmente da quantidade
151 fornecida e da taxa de desaparecimento do glicerol no rúmen, que normalmente é rápida devido
152 à rápida adaptação dos microrganismos ruminais (PORCU *et al.*, 2018). A maior parte do
153 glicerol pode ser absorvida diretamente no rúmen; no entanto, é difícil determinar a quantidade
154 absorvida e a quanto é fermentada (RÉMOND *et al.*, 1993). Em relação a microbiota ruminal
155 o glicerol apresenta resultados bem diversificados. A causa dessas diferenças estão relacionadas
156 com a origem e composição da glicerina, teor de glicerol e principalmente seus contaminantes;
157 em especial sais e metanol (KUPCZYŃSKI *et al.*, 2020).

158 Alguns trabalhos mostram que quando os animais recebem dietas contendo mais 10%
159 de glicerina bruta ocorre diminuição nos sólidos totais inclusive o teor de gordura, que,
160 conforme Roger *et al.* (1992), a glicerina em excesso inibe a atividade e o crescimento das
161 bactérias celulolíticas no rúmen (*Ruminococcus flavefaciens* e *Fibrobacter succinogenes*), *in*
162 *vitro*. Esses efeitos podem ser responsáveis pela redução da digestibilidade dos nutrientes,
163 principalmente as fibras (KHOLIF, 2019).

164 Alguns efeitos negativos foram relatados sobre a cinética ruminal, *in vitro*, em que a
165 inclusão da glicerina em altos níveis reduziu a digestibilidade da fibra (FREITAS *et al.*, 2020;

166 ANDRADE *et al.*, 2018), a produção de ácidos graxos voláteis (KRUEGER *et al.*, 2010),
167 promoveu redução no pH (THOH *et al.*, 2017), afetando a eficiência da fermentação bacteriana
168 (ABOEL-NOR *et al.*, 1992).

169 Em contrapartida, quando o glicerol foi utilizado por maior período de tempo, com o
170 passar dos dias, foi observado uma melhora na digestibilidade, o que pode ser explicado pela
171 adaptação dos microrganismos a alimentação com glicerol, porque elevadas taxas de
172 desaparecimento foram encontradas (KREHBIEL, 2008). Confirmando esses resultados, Hess
173 *et al.* (2008), trabalhando com glicerina bruta até 15% da matéria seca da dieta, não encontrou
174 efeitos negativos na digestibilidade da fibra e consumo de matéria seca, o que sugere que o
175 ambiente ruminal e o CMS podem não ser afetados quando os níveis de glicerina permaneceram
176 entre 10 – 20% da MS da dieta (CHANJULA *et al.*, 2015), respeitando a composição da
177 glicerina. Van Cleef *et al.* (2018) encontraram resultados similares com a inclusão da glicerina
178 até 15%, além de um aumento nas proporções do propionato e butirato no rúmen, melhorias na
179 eficiência alimentar e redução no consumo de ração sem afetar o desempenho dos animais.

180 Efeitos positivos utilizando a glicerina bruta na alimentação foram observados na
181 digestão dos nutrientes, o que levanta a hipótese que o glicerol em níveis até 18% da MS das
182 dietas, pode fornecer energia suficiente para os microrganismos no rúmen se ligarem as fontes
183 de nitrogênio para produção de proteína microbiana (KHOLIF, 2019), além de promover a
184 utilização dos carboidratos solúveis (ANDRADE *et al.*, 2018). As bactérias *Selenomonas*
185 *ruminantium*, *Megasphaera elsdenii* e *Streptococcus bovis* quando utilizam o glicerol podem
186 reduzir a formação da nicotinamida adenina dinucleotídeo (NADH), promovendo a produção
187 de propionato, acetato e butirato para fornecer a outros microrganismos ruminais o ATP
188 necessário para fermentar alimentos e aumentar a eficiência energética no rúmen (LEE *et al.*,
189 2011).

190 GLICEROL E A PRODUÇÃO DE LEITE

191 Normalmente, com a utilização de fontes de lipídeos, esperam-se melhorias no
192 desempenho produtivo dos animais leiteiros (BAJRAMAJ *et al.*, 2017), por aumentar a
193 densidade energética e melhorar a eficiência alimentar principalmente nos casos em que o
194 consumo de matéria seca seja menor que a exigência dos animais. A glicerina por ter níveis de
195 energia similares ao milho (SCHRÖDER; SÜDEKUM, 1999) e grande disponibilidade se
196 mostra uma alternativa viável para inclusão além de ser considerado um ingrediente seguro para
197 o uso em rações (THON *et al.* 2017).

198 Alguns trabalhos encontram efeitos deletérios no consumo quando o glicerol é fornecido
199 nas dietas de animais leiteiros, sendo explicado pelo alto fornecimento de energia, levando à
200 saciedade, ocasionado pelo aumento da produção e do fluxo de ácidos graxos voláteis para o
201 fígado (TRABUE *et al.*, 2007). Alguns fatores podem explicar os resultados indesejados da
202 glicerina bruta em relação ao desempenho dos animais, além da concentração de metanol e
203 outras impurezas, a velocidade de fermentação, (SHIN *et al.*, 2012) e absorção pelo epitélio
204 ruminal (PAIVA *et al.*, 2016). Outro fator, é a grande quantidade de energia da glicerina que
205 influencia as reações oxidativas, além de aumentar o ciclo de Krebs no fígado, resultando na
206 saciedade (TRABUE *et al.*, 2007), bem como a ingestão de matéria seca (ALLEN *et al.*, 2009).

207 Efeitos negativos sobre o consumo de matéria seca relacionados à ingestão de glicerina
208 com níveis de glicerol abaixo de 70% e altos níveis de ácidos graxos foram observados por
209 alguns autores (LAGE *et al.*, 2014; CHANJULA *et al.*, 2016) ou mesmo altas concentrações de
210 sais (EZEQUIEL *et al.*, 2015).

211 Os ácidos graxos encontrados na matéria prima utilizada para fabricação do Biodiesel,
212 conseqüentemente, a glicerina, bem como as impurezas geradas nesse processo, está ligada aos
213 efeitos negativos no trato dos ruminantes (LAGE *et al.*, 2014), implicando em efeitos negativos
214 sobre o consumo de matéria seca, evidenciando que não apenas a concentração de glicerol da
215 glicerina, mas quantidade de impurezas e o nível de inclusão de glicerina bruta na dieta
216 (NOVAIS-EIRAS *et al.*, 2018) (Tabela 1).

217 A inconsistência dos dados pode ser devido ao nível de pureza da glicerina, ao tempo
218 de suplementação, fatores relacionados a dieta e ainda o estágio de lactação dos animais. Em
219 alguns experimentos, mesmo com a administração da glicerina com alto nível de glicerol
220 (99,7%) e nível de inclusão de 15%, mostram resultados similares à depressão na produção e
221 concentração da gordura do leite como os encontrados por Bajramaj *et al.*, (2017) (Tabela 1).

222

223

224

225

226

227

228

229

230

231

232 Tabela 1 – Efeitos da Glicerina bruta sobre a produção e composição do leite

Autores	Espécie	Glicerina na MS da dieta (%)	Características da Glicerina	Efeitos encontrados
Omazic <i>et al.</i> , 2013	Vacas	10	88,1% Glicerol 0,80% Metanol 99,5% Glicerol	Melhoria nos componentes dos sólidos do leite (proteína e gordura) nos tratamentos que receberam glicerol. Os animais que receberam glicerina de alta pureza apresentaram melhores resultados.
Saleem <i>et al.</i> , 2018	Búfalas	1,5 - 3,0 ¹	99,5 e 99,8% Glicerol	Redução do CMS nos tratamentos que receberam a glicerina, mas ocorreu uma tendência para aumento nos níveis de gordura, proteína e lactose
Thoh <i>et al.</i> , 2017	Cabras	5 - 10	87% Glicerol 0,64% Metanol 1,24% Sódio	Aumento dos sólidos do leite de cabras em aproximadamente 11%, quando a glicerina foi utilizada até 5% nas dietas
Paiva <i>et al.</i> , 2016	Vacas	7 - 21	80% Glicerol	Não apresentou efeitos significativos sobre o CMS, produção e composição do leite quando utilizada até 14% das dietas
Bajramaj <i>et al.</i> , 2017	Vacas	15	99,7% Glicerol	Aumento no CMS e produção de leite mais ocorreu uma redução nos teores de gordura do leite
Novais-Eiras <i>et al.</i> , 2018	Cabras	15	43% Glicerol 0,26% Metanol 13,46% Sódio	Reduziu o CMS, mas não influenciou a produção e composição do leite
Porcu <i>et al.</i> , 2018	Ovelhas	23 ¹	99% Glicerol	Acentuada redução na produção (lactose) e consumo durante os períodos que a dose da mistura glicogênica foi injetada no rúmen
Freitas <i>et al.</i> , 2020	Cabras	7 - 21	30,6% Glicerol 0,11% Metanol	Reduzindo o CMS, a produção e gordura do leite
Araújo Saraiva <i>et al.</i> , 2021	Cabras	7 - 21	30,6% Glicerol 0,11% Metanol	Não apresentou alterações quando utilizada até 7% nas dietas
Ezequiel <i>et al.</i> , 2015	Vacas	15 - 30	83% Glicerol 0,01% Metanol 6% Sódio	Redução no CMS, redução na produção de leite corrigida pra gordura e gordura do leite

233 *Adaptado pelo autor da revisão ¹ Infusão fornecida 2 vezes ao dia via oral.

234 Para explicar para redução acentuada na produção de leite de ovelhas alimentadas com
 235 uma solução com glicerina 99% de pureza (PORCU *et al.*, 2018) (Tabela 1) foi provocada
 236 possivelmente pela redução da disponibilidade água necessária para a diluição nos componentes
 237 sólidos do leite, pelo efeito osmótico ocasionado pela alta concentração glicerol circulante.
 238 Ainda de acordo com os autores, a diminuição na produção do leite pode estar relacionada à
 239 diminuição do teor de lactose, por sua propriedade osmorreguladora favorecendo a captação
 240 mamária da água. Alguns autores relataram que a lactose tende a diminuir à medida que se
 241 inclui glicerina mesmo em alguns casos não sendo suficiente para reduzir a produção de leite
 242 (EZEQUIEL *et al.*, 2015) (Tabela 1).

243 Outro motivo associado a esses efeitos seria pelo aumento da formação do ácido
 244 linoleico conjugado no rúmen, que diminui a expressão mamária de genes ligados a lipogênese

245 (HARVATINE; ALLEN, 2006). Como já mencionado anteriormente, a inclusão da glicerina
246 causa aumento na produção de propionato no rúmen reduzindo a proporção de acetato, podendo
247 ser o principal motivo da redução da gordura do leite (BAJRAMAJ *et al.*, 2017). Em
248 contrapartida, esse aumento das proporções de propionato no rúmen, de acordo com Thon *et al.*
249 (2017) (Tabela 1), foi um dos fatores responsáveis pelo aumento do teor de gordura do leite de
250 cabras, por atuar como substrato para a síntese de glicose no fígado via gliconeogênese.

251 Outros fatores descritos no trabalho foram o aumento da ingestão diária e o
252 fornecimento de um nível adequado de glicerina bruta na dieta com alto teor de lipídeos,
253 aumentando a digestibilidade dos lipídeos (ROGER *et al.*, 1992). Em relação ao aumento do
254 consumo (THON; BAJRAMAJ *et al.*, 2017), isso pode ocorrer devido ao sabor levemente
255 adocicado da glicerina, ocasionando um aumento na palatabilidade as dietas (KLASS *et al.*,
256 2012). Essas disparidades nos dados mostram que ainda se fazem necessários mais estudos para
257 investigar os efeitos do glicerol como ingrediente nas rações principalmente de caprinos
258 leiteiros.

259

260

261

262

263

264

265

266

267

268

269

270

271

REFERÊNCIAS

272

- 273 ABOEL-NOR, S.; ABU GHAZALEH, A.A.; POTU R.B. et al. Efeito de diferentes níveis de
274 glicerol na fermentação ruminal e bactérias. **Animal Feed Science Technology**; v.162: p. 99–
275 105, 2010.
- 276 ANP, 2014 ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Boletim
277 mensal do biodiesel. Disponível em: www.anp.gov.br.
- 278 ANP, 2016 ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Boletim
279 mensal do biodiesel. Disponível em: www.anp.gov.br.
- 280 ANP, 2020 ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. Boletim
281 mensal do biodiesel. Disponível em: www.anp.gov.br.
- 282 ARAÚJO SARAIVA, L.; MARQUES, C. A. T.; BEZERRA, L. R. et al. Can crude glycerin
283 and environmental conditions of semiarid affect the biological rhythm of ingestive behavior
284 and physiological parameters of lactating goats? **Biological Rhythm Research**, v. 52, p. 50-
285 59, 2021.
- 286 ARIKO, T.; KASS, M.; HENNO, M. et al. The effect of replacing barley with glycerol in the
287 diet of dairy cows on rumen parameters and milk fatty acid profile. **Animal Feed Science and
288 Technology**, v. 209, p. 69-78, 2015.
- 289 BAJRAMAJ, D. L.; CURTIS, R. V.; KIM, J. J. M. et al. The addition of glycerol to the diets
290 of lactating cows stimulates the intake of dry matter and the production of milk protein to a
291 greater extent than the addition of corn grains. **Journal of Milk Science**, v.100, p. 6139-6150,
292 2017.
- 293 BARLOWSKA, J.; PASTUSZKA, R.; RYSIAK, A. et al. Physicochemical and sensory
294 properties of goat cheeses and their fatty acid profile in relation to the geographic region of
295 production. **International Journal of Dairy Technology**, v.71, p. 699-708,
296 2018. <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0307.12506>.
- 297 BELTRAN, M.C.; MORARI-PIRLOG, A.; QUINTANILLA, P. et al. Influência da
298 enrofloxacin no tempo de coagulação e nos parâmetros de qualidade de iogurte de leite de
299 cabra. **International Journal of Dairy Technology**, v. 71, p. 105-111,
300 2018. <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0307.12388>.
- 301 CHANJULA, P. Use of crude glycerin as an energy source for goat diets: A review. **Journal
302 Dairy Veterinary Science**, v. 2, p. 1-5, 2018.
- 303 CHILLIARD Y.; TORAL P.G.; SHINGFIELD K.J. et al. Effects of diet and physiological
304 factors on milk fat synthesis, milk fat composition and lipolysis in the goat: a short
305 review. **Small Ruminants Research**, v.122, p.31–37, 2014.
- 306 CHUNG, Y. H.; RICO, D. E.; MARTINEZ, C. M. et al. Effects of feeding dry glycerin to early
307 postpartum Holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **Journal
308 Dairy Science**, v.12, p.5682-5691, 2007.
- 309 DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis
310 of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v. 281, p. 225-231, 2005.

- 311 DE FREITAS ALMEIDA, M. M. S.; DE ARAÚJO, M. J.; DA COSTA TORREÃO, J. N. et al.
312 Crude glycerin inclusion in Santa Inês ewes' diet before and during the breeding season: its
313 effects on physiological parameters, hematological variables, and reproductive
314 performance. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 41, p.1735-1772,
315 <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2020v41n5p1735>, 2020.
- 316 DEFRAIN J. M.; HIPPEN A.R.; KALSCHEUR K.F. Feeding glycerol to transition dairy cows:
317 effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal Dairy Science**; v. 87, p.4195-
318 206, 2004.
- 319
320 DONKIN, S. S. Glycerol from Biodiesel Production: The new corn for dairy cattle. **Revista**
321 **Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 280-286, 2008.
- 322 EZEQUIEL, J. M. B.; SANCANARI, J. B. D.; NETO, O. M. et al. Effects of high
323 concentrations of crude glycerin in the diet on milk productivity and quality in dairy cows.
324 **Journal of Dairy Science**, v. 98, p. 8009-8017, 2015.
- 325 FARIAS, M. S.; PRADO, I. N., VALERO, M. V. et al. Níveis de glicerina para novilhas
326 suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e
327 digestibilidade. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 3, p. 1177-1187, 2012.
- 328 FREITAS, N. E.; ARAÚJO, M. J.; OLIVEIRA, R. L. et al. Production, composition, fatty acid
329 profile and sensory traits of milk from goats fed crude glycerin from waste frying oils used in
330 biodiesel production. **Livestock Science**, v.238, p.104060, 2020,
331 <https://doi.org/10.1016/j.livsci.2020.104060>.
- 332 FLORES-NAJERA, M. J.; CUEVAS-REYES, V.; VÁZQUEZ-GARCÍA, J. M. et al. Milk
333 Yield and Composition of Mixed-Breed Goats on Rangeland during the Dry Season and the
334 Effect on the Growth of Their Progeny. **Biology**, v.10, p. 220, 2021
- 335 GAILLARD, C.; SØRENSEN, M.T.; VESTERGAARD, M. et al. Efeito da substituição da
336 cevada por glicerol como alimento energético no consumo de ração, produção e qualidade do
337 leite em vacas leiteiras em lactação média ou tardia. **Livestock Science**, v. 209, p. 25-31, 2018.
- 338 GUNN P. J.; SCHULTZ A. F.; VAN EMON M. L. et al. Effects of elevated crude glycerin
339 concentrations on feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and
340 hormone concentrations in finishing ewe and wether lambs. **Professional Animal Science**. v26,
341 p. 298–306, 2010.
- 342
343 HAMZAOUI, S. A. A. K.; SALAMA, A. A. K.; ALBANELL, E. et al. Physiological responses
344 and lactational performance of dairy goats at the end of lactation under heat stress conditions.
345 **Journal of Milk Science**, v. 96, p.6355-6365, 2013.
- 346 HARVATINE, K. J.; ALLEN, M. S. Effects of fatty acid supplements on feed intake, and
347 feeding and chewing behavior of lactating dairy cows. **Journal Dairy Science**, v. 89, p. 1104-
348 1112, 2006.
- 349 HESS, B.W.; LAKE, S.L.; GUNTER, S. L. Using glycerin as a supplement for forage-fed
350 ruminants. **Journal Animal Science**, v.86, p. 392, 2008.

- 351 KASS, M.; ARIKO, T.; KAART, T. et al. Effect of replacement of barley meal with crude
352 glycerol on lactation performance of primiparous dairy cows fed a grass silage-based
353 diet. **Livestock Science**. v.150, p. 240–247, 2012.
- 354 KHOLIF, A. E. Glycerol use in dairy diets: A systemic review. **Animal Nutrition**, v. 5, p. 209-
355 216, 2019.
- 356 KIJORA, C.; BERGNER, H.; GÖTZ, K.P. et al. Research note: investigation on the metabolism
357 of glycerol in the rumen of bulls **Archiv fur Tierernaehrung**, v. 4, p. 341-348, 1998.
- 358 KOZLOSKI, V. G. **Bioquímica dos ruminantes**. Fundação de Apoio a Tecnologia e Ciência-
359 Editora UFSM, 2017.
- 360 KREHBIEL, C. R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal Animal**
361 **Science**, Champaign, v. 86, p. 392, 2008.
- 362 KRISTENSEN, N. B.; RAUN, B. M. L. Ruminant fermentation, portal absorption, and hepatic
363 metabolism of glycerol infused into the rumen of lactating dairy cows. I. Ortigues- Marty (Ed.),
364 Energy and protein metabolism and nutrition – Proceedings of the 2nd International symposium
365 on energy and protein metabolism and nutrition. **Wageningen Academic Publishers**, The
366 Netherlands, v.1, p. 355-356, 2007.
- 367 KUPCZYŃSKI, R.; SZUMNY, A.; WUJCIKOWSKA, K. et al. Metabolism, Ketosis
368 Treatment and Milk Production after Using Glycerol in Dairy Cows: A Review. **Animals**, v.
369 10, p. 1379, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10081379>
- 370 LEE, S. Y.; LEE, S. M.; CHO, Y. B. et al. Glycerol as a feed supplement for ruminants: In vitro
371 fermentation characteristics and methane production. **Animal Feed Science Technology**,
372 v.166-167, p.269-274, 2011.
- 373 LEONETI A. B.; ARAGÃO-LEONETI V.; DE OLIVEIRA; S.V.W.B. Glycerol as a by-
374 product of biodiesel production in Brazil: alternatives for the use of unrefined
375 glycerol. **Renewable Energy**, v. 45, p.138–145, 2012.
- 376 MENTEN, J. F. M.; MIYADA, V. S.; BERENCHTEIN, B. Glicerol na alimentação animal. In:
377 **Simpósio sobre Manejo e Nutrição de Aves e Suínos**, Campinas, SP. Simpósio sobre Manejo
378 e Nutrição de Aves e Suínos. Campinas, SP: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal, p. 101-
379 114, 2008
- 380 NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger**. São Paulo: Sarvier,
381 v.1, p.1304, 2011.
- 382 NICORY, I. M. C.; CARVALHO, G. G. P.; RIBEIRO, O. L. et al. Ingestive behavior of lambs
383 fed diets containing castor seed meal. **Tropical Animal Health and Production**, v. 47, p.939-
384 944, 2015
- 385 NOVAIS-EIRAS, D.; DE CARVALHO, G.G.P.; LEITE, L.C. et al. Glicerina bruta na
386 suplementação alimentar de cabras lactantes a pasto. **Small Ruminant Research**, v. 168, p.39-
387 46, 2018.
- 388 NRC. 2007. **Nutrient Requirements of Small Ruminants**, Sheep, Goats, Cervids, and New
389 World Camelids. National Academies Press, Washington, DC.
- 390

- 391 OMAZIC, A. W.; TRÅVÉN, M.; BERTILSSON, J. et al. High-and low-purity glycerine
392 supplementation to dairy cows in early lactation: effects on silage intake, milk production and
393 metabolism. **Animal**, v.7, 1479-1485, 2013.
- 394 OSMAN, M.; MEHYER, N.; BOBE, G. et al. Acute effects of subcutaneous injection of
395 glucagon and/or oral administration of glycerol on blood metabolites and hormones of holstein
396 dairy cows affected with fatty liver disease. **Iowa State University Animal Industry Report**,
397 v. 3, p. 1, 2006.
- 398 PAIVA, P. G.; DEL VALLE, T. A.; JESUS, E. F. et al. Effects of crude glycerin on milk
399 composition, nutrient digestibility and ruminal fermentation of dairy cows fed corn silage-based
400 diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 212, p. 136-142, 2016.
- 401 PEITER, G. C.; ALVES, H. J.; SEQUINEL, R. et al. Alternativas para o uso do glicerol
402 produzido a partir do biodiesel. **Revista Brasileira de Energias Renováveis**, v.5, p.519-537,
403 2016.
- 404 PEREIRA A. M.; BONIFÁCIO A. M. R.; SANTOS C. V. et al. Thermoregulatory traits of
405 native sheep in pregnancy and supplemented in grazing system. **Journal Agricola Science**, v.
406 6, p.113–119, 2014.
- 407 PORCU, C.; MANCA, C.; CABIDDU, A. et al. Effects of short-term administration of a
408 glucogenic mixture at mating on feed intake, metabolism, milk yield and reproductive
409 performance of lactating dairy ewes. **Animal Feed Science Technology**, v. 243, p. 10-21, 2018.
- 410 QUISPE, C. A.; CORONADO, C. J.; CARVALHO, J. A. Glycerol: Production, consumption,
411 prices, characterization and new trends in combustion. **Renew. Sustain. Energy**
412 **Reviews**. 2013, 27, 475–493, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.017>
- 413 REMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J.P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by
414 rumen microbes. **Animal Feed Science Technology**, v.2, p.21-132, 1993.
415 [https://doi.org/10.1016/0377-8401\(93\)90118-4](https://doi.org/10.1016/0377-8401(93)90118-4)
- 416 ROCHA A.M.; SILVA T.P.D.; SEJIAN V. et al. Maternal and neonatal behavior as affected
417 by maternal nutrition during prepartum and postpartum period in indigenous sheep. **Journal**
418 **Veterinary Behaviour**. v.23, p.40-46, 2018.
- 419 ROCHA R. R.; SANTOS P. B.; NUNES A.G. et al. Adaptive parameters and thermal comfort
420 of postpartum ewes fed on concentrate supplementation in grazing system. **Acta Science**
421 **Animal Science**. v.36, p. 317–321, 2014.
- 422 ROGER V.; FONTY G.; ANDRE C. Effects of glycerol on the growth, adhesion, and
423 cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**,
424 v. 25, p.197-201,1992. [https://doi.org/10.15232/S1080-7446\(15\)30597-0](https://doi.org/10.15232/S1080-7446(15)30597-0)
425
- 426 RHOADS, M. L.; RHOADS, M. J.; VANBAALE, R.J. et al. Baumgard Effects of heat stress
427 and plane of nutrition on lactating Holstein cows: I. Production, metabolism, and aspects of
428 circulating somatotropin. **Journal Dairy Science**, v. 92, p. 1986-1997, 2009.
- 429 SALEEM, A. M.; ZANOUNY, A. I.; SINGAR, A. M. Effect of glycerol supplementation
430 during early lactation on milk yield, milk composition, nutrient digestibility and blood
431 metabolites of dairy buffaloes. **Animals**, v. 12, p. 757-763, 2018.

- 432 SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets
433 for ruminants. In: International Rapeseed Congress, v. 10, p. 241, 1999.
- 434 SHIN, J. H.; WANG, D.; KIM, S. C. et al. Effects of feeding crude glycerin on performance
435 and ruminal kinetics of lactating Holstein cows fed corn silage-or cottonseed hull-based, low-
436 fiber diets. **Journal of dairy science**, v. 95, p. 4006-4016, 2012.
- 437 SILANIKOVE, N. The physiological basis of adaptation in goats to harsh environments **Small**
438 **Ruminant. Research.**, v.35, p. 181-193, 2000.
- 439
- 440 SILVA, T. M.; OLIVEIRA, R. L.; DO NASCIMENTO JÚNIOR, N. G. et al. Ingestive behavior
441 and physiological parameters of goats fed diets containing biodiesel peanut cake. **Tropical**
442 **Animal Health and Production**, v. 48, p. 59-66, 2016.
- 443
- 444 SILVA, T. P. D.; TORREÃO, J. N. C.; MARQUES, C. A. T. et al. Effect of multiple stress
445 factors (thermal, nutritional and pregnancy type) on adaptive capability of native ewes under
446 semi-arid environment. **Journal of Thermal Biology**, v.59, p. 39-46.
447 <https://doi.org/10.1016/j.jtherbio.2016.05.001>, 2016.
- 448
- 449 SILVA, T. M.; MEDEIROS, A. N.; OLIVEIRA, R. L. et al. Peanut cake as a substitute for
450 soybean meal in the diet of goats. **Journal of Animal Science**, v. 93, p.2998–3005, 2015.
- 451 SILVA, T. P. D.; MARQUES, C. A. T.; TORREAO, J. N. C. et al. Ingestive behaviour of
452 grazing ewes given two levels of concentrate. **South African Journal of Animal Science**, v.
453 45, p. 180–187, 2014.
- 454 TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminal fermentation of
455 propylene glycol and glycerol. **Journal Agricola Food Chemistry**, v. 55, p. 7043-7051, 2007.
- 456 VAN CLEEF, E. H.; UWITUZE, S.; ALVARADO-GILIS, C. A. et al. High concentrations of
457 crude glycerin in diets for beef cattle: feedlot performance, carcass characteristics and ruminal
458 metabolism. **Journal of Animal Science**, v.97, p. 4341-4348, 2019.
- 459 VAN CLEEF, E. H. C. B.; ALMEIDA, M. T. C.; PEREZ, H. L. et al. Effects of partial or total
460 replacement of corn cracked grain with high concentrations of crude glycerin on rumen
461 metabolism of crossbred sheep. **Small Ruminant Research**, v. 159, p. 45-51, 2018.
- 462 WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W. J. et al. Effects of glycerol on ruminal fermentation, urinary
463 excretion of purine derivatives and digestibility of food in steers. **Livestock Science**, v.121, p.
464 15-20, 2009.
- 465
- 466
- 467
- 468
- 469
- 470

471
472
473
474
475
476
477
478
479
480
481
482
483
484
485
486
487
488
489
490
491
492
493
494
495
496
497
498

CAPÍTULO I

**Consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, parâmetros sanguíneos e produção de
leite de cabras leiteiras alimentadas com glicerina bruta**

499 **Consumo, digestibilidade, balanço de nitrogênio, parâmetros sanguíneos e produção de**
500 **leite de cabras leiteiras alimentadas com glicerina bruta**

501 Rodrigo Barbosa de Andrade*¹, Francisco Fernandes Ramos de Carvalho¹

502 *autor para correspondência rodrigoandradebarbosa@gmail.com;

503 ¹Universidade Federal Rural de Pernambuco

504

505

RESUMO

506 Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão da glicerina bruta na dieta de cabras leiteiras sob os
507 parâmetros consumo e digestibilidade dos nutrientes, produção de leite, consumo de água,
508 balanço de nitrogênio e parâmetros sanguíneos. Foram utilizadas 16 cabras da raça Saanen em
509 lactação, sendo 8 pluríparas e 8 primíparas, com peso corporal médio de 55 ± 6 kg, distribuídas
510 em quatro quadrados latinos (4x4). As dietas experimentais consistiram de níveis da inclusão
511 da glicerina bruta; 0 - sem adição de glicerina (dieta-controle), 50; 100 e 150g/kg de glicerina
512 na dieta de cabras em lactação. O consumo de MS e nutrientes decresceu linearmente com a
513 inclusão da glicerina bruta nas dietas ($P < 0,05$). A produção de leite foi corrigida para 3,5% de
514 gordura (PLCG_{3,5%}) observa-se redução na produção de leite ($P < 0,05$). Não houve efeito da
515 inclusão de glicerina no consumo de água ($P > 0,05$). O balanço de nitrogênio decresceu
516 linearmente à medida que a glicerina foi incluída. O colesterol apresentou efeito quadrático,
517 com valor máximo de 88,74 mg/dL no nível de inclusão de 56g/kg de glicerina. O fósforo foi
518 alterado com a inclusão de glicerina. Recomenda-se a inclusão da glicerina bruta em inclusão
519 ao milho até 50g/kg da dieta na alimentação de cabras em lactação.

520 **Palavras-chave:** Biodiesel; Coproduto; Glicerol; Pequenos ruminantes.

521

522

523

524

525

526

527

528

529

530

531

532

533

534 **Intake, digestibility, nitrogen balance, blood parameters, and milk production of dairy**
535 **goats fed crude glycerin**

536 Rodrigo Barbosa de Andrade*¹, Francisco Fernandes Ramos de Carvalho¹

537 *autor para correspondência rodrigoandradebarbosa@gmail.com;

538 ¹Universidade Federal Rural de Pernambuco

539

540

ABSTRACT

541

542 This study aimed to evaluate the effect of the inclusion of crude glycerin in partial replacement
543 of ground corn in the diets of dairy goats on dry matter and nutrients intake and digestibility,
544 milk production, water intake, nitrogen balance, and blood parameters. Sixteen lactating
545 Saanen goats (eight multiparous and eight primiparous), with an average body weight of 55 ±
546 6 kg, were used and distributed in a replicated 4 x 4 Latin square design. The experimental
547 diets consisted of crude glycerin of corn in the following proportions: 0 (no glycerin; control
548 diet), 50, 100, and 150g/kg of glycerin in the diet of lactating goats. The intake of DM and
549 nutrients were negatively affected by the inclusion of crude glycerin in the diets (P <0.05).
550 Milk production was not altered (P > 0.05) with the inclusion of glycerin; however, when milk
551 production was corrected to 3.5% fat (FCM3.5%), there was a reduction in milk production
552 (P <0.05). There was no effect of the inclusion of glycerin on water intake (P > 0.05). The
553 nitrogen balance (NB) reduced linearly as glycerin was added, and the control and the 50g/kg
554 diets provided the greatest NB. The inclusion of glycerin did not negatively affect the energy
555 profile of the animals. There was a quadratic effect on cholesterol levels with a maximum
556 value of 88.74 mg / dL estimated at the level of inclusion of 56g/kg glycerin, while the other
557 treatments were similar to each other. The protein profile was not influenced by the inclusion
558 of glycerin, thus not causing liver or kidney damage. For the enzymatic profile, there were no
559 disorders in liver function nor muscle injuries. For the mineral profile, phosphorus was the
560 only mineral altered with the inclusion of glycerin, with the other minerals within the normal
561 range. Therefore, it is recommended to replace corn with up to 50g/kg crude glycerin in the
562 diets of lactating goats.

563

564 **Keywords:** Biodiesel; Co-product; Glycerol; Small ruminants.

565

566

567

568

569

570

571

572

573

574

575

576

577

578

579

580 1. INTRODUÇÃO

581 Com o intuito de buscar formas de tornar produção de animais leiteiros viável tem se
582 buscado cada vez mais a utilização de coprodutos da agroindústria. Neste contexto, a glicerina
583 bruta surge como uma boa possibilidade, por sua viabilidade econômica e disponibilidade
584 atrelada a fabricação de biodiesel. O crescente aumento da procura e utilização de combustíveis
585 oriundos de fontes renováveis, além dos programas de incentivos criados em vários países,
586 inclusive no Brasil, que, por meio do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel
587 (PNPB) (GARCEZ; VIANA, 2009), a cada 9 kg de Biodiesel, 1kg de glicerina é produzido
588 (DASARI *et al.*, 2005), mostrando uma grande disponibilidade deste coproduto.

589 Na produção do biodiesel ocorre o processo de conversão de triglicerídeos a ácidos
590 graxos esterificados, que tem a glicerina bruta como coproduto; esta, quando é purificada,
591 contém teores de 99,5% de glicerol, e então pode ser utilizada nas redes farmacêuticas e
592 alimentícias. O principal componente da glicerina bruta é o glicerol, que contém alto teor de
593 energia, semelhante ao amido de milho (DONKIN; DOANE, 2007). A glicerina vem sendo
594 usada como um suplemento alimentar, proporcionando um aumento no consumo de energia em
595 dietas para bovinos (SCHRÖDER; SÜDEKUM, 1999; WANG *et al.*, 2009; LAGE *et al.*, 2010).

596 Alguns experimentos mostram resultados diferentes diminuição do consumo de ração
597 em vacas (EZEQUIEL *et al.*, 2015, PAIVA *et al.*, 2016), búfalos (SALEEM *et al.*, 2018) e
598 cabras (FREITAS *et al.*, 2020), considerando que a digestibilidade da matéria seca (MS) e da
599 proteína bruta (PB) melhora, e a diminuição da digestibilidade da fibra (DONKIN *et al.*,
600 2009 , SHIN *et al.*, 2012) foi observada em alguns experimentos. Já outros trabalhos mostram
601 aumento da digestibilidade da fibra com a suplementação do glicerol (WANG *et al.*, 2009).

602 LEÃO *et al.* (2012) afirmaram que a adição de glicerol em substituição ao milho na
603 alimentação de bovinos leiteiros foi segura até o nível de 24% da matéria seca total da dieta,
604 uma vez que não apresentou toxicidade e pode ser utilizada em dietas para bovinos leiteiros
605 adultos, visando reduzir os custos com alimentação, uma vez que não alterou o ganho de peso
606 e a conversão alimentar dos animais.

607 Em experimento com vacas lactantes, Costa *et al.* (2013) puderam observar que os
608 níveis de 0, 4, 8 e 12% de glicerina na matéria seca não influenciaram o consumo de matéria
609 seca ou matéria orgânica, ou mesmo no consumo dos nutrientes, sendo eles proteína bruta, fibra
610 em detergente neutro, carboidratos não fibrosos e nos nutrientes digestíveis totais.

611 Essas inconsistências nos resultados revelam que mais experimentos são necessários
612 para avaliar os efeitos do glicerol como ingrediente nas dietas de caprinos leiteiros. Nesse
613 contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os efeitos da inclusão da glicerina bruta na dieta

614 de cabras leiteiras sobre o consumo de nutrientes e de água, digestibilidade, balanço de
615 nitrogênio e parâmetros sanguíneos.

616

617 2. MATERIAL E MÉTODOS

618 Todos os procedimentos experimentais com os animais foram realizados com
619 autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural
620 de Pernambuco (UFRPE) (licença 059/2016), Recife, Brasil. O experimento foi conduzido no
621 setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ), na UFRPE, (coordenadas
622 08°01'15,1"S e 34°56'3,2"W), clima (tipo As' e Ams' classificação climática de Koppen)
623 quente e úmido, precipitação acima de 1000 mm, temperatura média do ar superior a 26° C e
624 umidade relativa do ar alta, com variação de 79,2 a 90,7% nos meses com maior ocorrência de
625 chuvas (abril a julho), podendo chegar até 100%.

626 2.1 ANIMAIS, MANEJO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

627 Foram utilizadas dezesseis cabras da raça Saanen em lactação, sendo oito pluríparas (\pm
628 4,0 anos de idade) e oito primíparas (\pm 1,6 anos de idade), com peso corporal médio de 55 ± 6
629 kg e produção média de 3,0 kg/leite/dia. Após o parto (15 dias), os animais foram transferidos
630 para as baias onde passaram mais 14 dias para adaptação as instalações. As fêmeas foram
631 identificadas, pesadas e tratadas contra ecto e endoparasitos antes do início do período
632 experimental. Em seguida, foram alojadas em instalações higienizadas em galpão coberto com
633 telhas de barro, mantidas individualmente em baias de madeira, medindo 1,10 x 1,20 m,
634 suspensas a 60 cm do solo e providas de comedouro e bebedouro.

635 Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (4x4) simultâneos,
636 distribuídos conforme ordem de parição (pluríparas e primíparas) e produção, a partir daí,
637 distribuídas aleatoriamente nos tratamentos. O experimento teve duração de 76 dias,
638 correspondendo a quatro períodos de 19 dias no total (14 dias de adaptação as dietas e 5 dias
639 de coleta de dados e amostras). Ao final de cada período de 19 dias foram realizadas pesagens
640 dos animais com o objetivo de acompanhar a variação de peso corporal e o consumo de
641 alimentos por peso vivo (PV).

642 As dietas foram fornecidas *ad libitum* na forma de mistura completa, permitindo-se
643 sobras de aproximadamente 150 g/kg de MS. Os animais recebiam a dieta duas vezes ao dia,
644 logo após a finalização de cada ordenha, aproximadamente as 07h30 e 15h00, tendo água limpa
645 e fresca sempre à disposição.

646 As dietas experimentais consistiram de níveis crescentes de inclusão de glicerina bruta
 647 (0, 50, 100 e 150 g/kg) na matéria seca da dieta total de cabras em lactação. A glicerina bruta
 648 foi pesada diariamente e misturada ao alimento volumoso (feno de capim Tifton) e ao
 649 concentrado (milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e sal comum) no momento do
 650 fornecimento da dieta. A glicerina bruta utilizada no experimento foi doada pelo Centro de
 651 Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). A composição química-bromatológica dos
 652 ingredientes utilizados para compor as dietas consta na Tabela 1.

653

654 **Tabela 1.** Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas
 655 experimentais

Variável (g/kg de MS)	Feno de tifton	Milho moído	Farelo de Soja	Glicerina bruta
Matéria Seca (g/kg de alimento na MN)	876,0	871,9	884,0	742,4
Matéria Orgânica	918,3	981,8	928,6	920,0
Matéria Mineral	81,7	18,2	71,4	80,0
Proteína bruta	94,2	86,5	529,3	29,0
Extrato etéreo	29,5	32,5	38,3	18,4
Fibra em detergente neutro cp ¹	760,8	122,7	254,3	0,00
Fibra em detergente neutro i ²	256,9	6,7	4,4	0,00
Carboidratos não fibrosos	2,3	740,1	106,7	898,7
Glicerol	0,0	0,0	0,0	616,1
Metanol	0,0	0,0	0,0	3,8

656 ¹Corrigido para cinzas e proteína; ²Fibra em detergente neutro indigestível.

657 As dietas foram calculadas de acordo com o NRC (2007) para atender às exigências
 658 nutricionais de cabras em lactação, pesando em média 50 kg e média de produção de 3,0 kg de
 659 leite/dia (Tabela 2).

660

661

662

663

664

665

666

667 **Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química-bromatológica das dietas
 668 experimentais

Ingredientes (g/kg de MS)	Níveis de glicerina bruta (g/kg)			
	0	50	100	150
Feno de tifton	400	390	380	370
Milho grão	440	390	340	290
Farelo de soja	125	137	149	161
Glicerina bruta	0	50	100	150
Suplemento mineral ¹	25	25	25	25
Sal comum	10	8	6	4
Composição química-bromatológica (g/kg)				
Matéria seca (g/kg de alimento na MN)	878,8	872,2	865,6	859,1
Matéria orgânica	915,4	914,2	913,1	912,0
Matéria mineral	84,6	85,8	86,9	88,0
Proteína bruta	141,9	143,1	144,3	145,6
Extrato etéreo	30,9	30,3	29,8	29,3
Fibra em detergente neutro ²	390,1	379,4	368,7	358,0
Fibra em detergente neutro i ³	106,2	103,4	100,6	97,7
Carboidratos não fibrosos	340,0	349,0	358,0	367,0
Glicerol	0,0	30,8	61,6	92,4
Metanol	0,0	0,2	0,3	0,5

¹Níveis de garantia (nutrientes/kg): Cálcio-150g; Enxofre-12g; Fósforo-65g; Magnésio-6.000mg; Sódio- 107g; Cobre- 100mg; Cobalto-175mg; Ferro-1000mg; Flúor máximo-650mg; Iodo-175mg; Manganês-1440mg; Selênio-27mg e Zinco- 6000mg. ²Corrigida para cinzas e proteínas; ³Fibra em detergente neutro indigestível

669 2.2 ANÁLISES QUÍMICO-BROMATOLÓGICAS

670 Ao final de cada período de coleta foram colhidas amostras dos alimentos (milho, farelo
 671 de trigo, feno de tifton e glicerina), das sobras e das fezes por animal/período. Essas amostras
 672 foram descongeladas e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55-60°C, durante 72 horas,
 673 sendo, em seguida, processadas em moinho de facas (Marconi®, Modelo MA 340, Brasil),
 674 utilizando-se peneiras de porosidade de 2 mm (análise da digestibilidade aparente total) e 1mm
 675 (análise químico-bromatológica). Para avaliação dos teores de matéria seca (MS; método
 676 934,01), matéria orgânica (MO; método 930,05), proteína bruta (PB; método 968,06), extrato
 677 etéreo (EE; método 920,39) de acordo com AOAC (2000). As análises de fibra em detergente
 678 neutro corrida para cinzas (FDNc) foram realizadas de acordo com método descrito por Mertens
 679 (2002), utilizando-se alfa-amilase estável ao calor para cinzas residuais. A fibra em detergente
 680 neutro corrigida para compostos nitrogenados (FDNp), utilizando-se o método descrito por
 681 Licitra *et al.* (1996).

682 Os consumos de MS, MO, PB, EE, FDNcp e carboidratos não-fibrosos (CNF) foram
 683 obtidos pela diferença entre a quantidade ofertada de nutrientes por meio da dieta e a quantidade
 684 de nutriente encontrado nas sobras.

685 Os carboidratos totais (CT) foram obtidos segundo a equação proposta por Sniffen *et al.*
686 (1992):

$$687 \quad \mathbf{CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM).}$$

688 Os carboidratos não fibrosos (CNF) foram quantificados utilizando a equação segundo
689 Detmann e Valadares Filho (2010):

$$690 \quad \mathbf{CNF = 100 - [(\%PB + \%FDNcp + \%EE + MM)].}$$

691 Os resultados obtidos foram expressos em kg de MS.

692 Para estimativa dos nutrientes digestíveis totais (NDT) foi utilizada a equação descrita
693 por Weiss (1999), em que:

$$694 \quad \mathbf{NDT = PBD + EED*2,25 + CNFD + FDNcpD, \text{ sendo } PBD = (PB \text{ ingerida} - PB \text{ fezes}),}$$

$$695 \quad \mathbf{EED = (EE \text{ ingerido} - EE \text{ fezes}), CNFD = (CNF \text{ ingeridos} - CNF \text{ fezes) e FDNcpD =}$$

$$696 \quad \mathbf{(FDNcp \text{ ingerido} - FDNcp \text{ fezes}).}$$

697 O balanço de nitrogênio (BN) foi calculado pela equação adaptada de Decandia *et al.*
698 (2000), sendo:

$$699 \quad \mathbf{BN = N \text{ ingerido (g)} - (N \text{ fezes (g)} + N \text{ na urina (g)} + N \text{ no leite (g)})}$$

700 Para estimar a produção de matéria seca fecal foi utilizado o marcador interno, fibra em
701 detergente neutro indigestível (FDNi), descrito por Valente *et al.* (2011). Foram pesadas
702 alíquotas de 1,5 g das amostras de alimentos, sobras e fezes em triplicata, em sacos de tecido-
703 não-tecido (TNT) de 6 x 6 cm, com porosidade de 100 µm, previamente pesados e identificados.
704 Esses sacos foram incubados durante 288 horas no rúmen de bovino adulto provido de fístula
705 ruminal. Após o tempo de incubação, os sacos foram retirados do rúmen, lavados, secos em
706 estufa de ventilação forçada a 60°C por 72 horas e submetidos à lavagem com solução de
707 detergente neutro.

708 Para determinação do perfil energético (glicose, colesterol, triglicerídeos, frutossamina),
709 perfil proteico (creatinina, ácido úrico, ureia, albumina, proteína, N-ureico), perfil enzimático
710 (creatina quinase-CK-NAC, fosfatase alcalina-FA, gamaglutaminotransferase-GGT, aspartato
711 aminotransferase-AST, alanina aminotransferase-ALT) e perfil mineral (magnésio, fósforo,
712 cálcio, sódio e potássio) foram utilizados kits bioquímicos LABTEST® ao qual foram inseridos
713 em analisador bioquímico automatizado LABMAX 240 (LABTEST®). As análises foram
714 realizadas no Laboratório de Patologia do Departamento de Medicina Veterinária, da UFRPE.

715 A creatinina na urina foi determinada utilizando kits comerciais LABTEST® no
716 equipamento analisador bioquímico automatizado LABMAX 240 (LABTEST®). A matéria
717 seca (MS) e nitrogênio total (N) foram determinados pelos métodos 934,01 e 968,06 (método

718 *Kjeldahl*), respectivamente. A determinação de creatinina e MS na urina foram necessários para
719 determinar o volume urinário e a excreção de água via urina.

720 2.3 COLETA DE DADOS E AMOSTRAS

721 A ingestão voluntária de alimentos foi realizada pela pesagem diária, durante todo o
722 período experimental, dos alimentos e sobras para obtenção da diferença entre o ofertado e as
723 sobras. Do 15º ao 19º dia de cada período experimental foram coletadas amostras de
724 aproximadamente 20% das sobras por animal, 0,2 kg de feno e 0,1 kg de glicerina bruta. Essas
725 amostras foram acondicionadas em sacos ou frascos identificados por animal ou alimento e
726 armazenados em freezer à temperatura de -20°C. Os ingredientes dos alimentos concentrados
727 foram coletados durante a mistura dos concentrados de cada tratamento.

728 A ingestão voluntária de água (IVA) foi realizada, pesando-se a água ofertada e as
729 sobras durante três dias consecutivos (72 horas) durante o período destinado para coleta de
730 amostras. Essa ingestão foi corrigida pela taxa de evaporação, segundo a equação a seguir:

731 **IVA = água ofertada - sobras (após 24 horas de ingestão de água) – água evaporada.**

732 Para calcular a taxa de evaporação da água, concomitantemente às pesagens do ofertado,
733 foram pesados e posicionados 6 baldes com água ao longo do galpão, próximos as baias. No
734 momento de mensurar as sobras (água) dos animais, esses baldes também foram pesados. Esse
735 manejo foi necessário para o conhecimento da taxa de evaporação da água.

736 As coletas de fezes foram realizadas nos 16º (12h00 e 18h00), 17º (10h00 e 16h00) e
737 18º (08h00 e 14h00) dias de cada período experimental. As coletas foram realizadas de forma
738 espontânea (utilizando-se recipientes plásticos descartáveis) para que não houvesse
739 interferência na produção de leite pelas cabras. Após a coleta, as fezes foram acondicionadas
740 em sacos identificados por animal e armazenados em freezer à temperatura de -20°C.

741 As amostras de sangue foram coletadas no 19º dia do período experimental, 4 horas após
742 a alimentação matinal, por meio de punção da veia jugular com agulhas 21Gx1” (Vacuette®,
743 Greiner Bio-One, Áustria) e utilizando-se tubo *vacutainers* (Vacuette®, Greiner Bio-One,
744 Brasil) contendo fluoreto de sódio e sem anticoagulante com gel ativador da coagulação. Após
745 a coleta, as amostras foram imediatamente acondicionadas sob refrigeração, em seguida
746 centrifugadas a 3.500 rpm por 15 min para obtenção do plasma e do soro, respectivamente.
747 Após esse procedimento o soro e plasma foram armazenados em micro tubos *ependorffs*
748 identificados por análise e armazenados em freezer à temperatura de -20°C.

749 Logo após a coleta de sangue foi realizada a coleta *spot* de urina, obtida após micção
750 espontânea e colhida em recipientes plásticos. Foi retirada uma alíquota de 10 mL de urina, à

751 qual foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico de normalidade 0,072. O ácido foi utilizado com
 752 o objetivo de manter o pH inferior a 3,0. Para garantir esse pH, após a mistura da urina e do
 753 ácido foi utilizado um potenciômetro (Kasavi, Modelo K39-0014P, Taiwan) para aferir o pH.
 754 Após esse procedimento, as amostras foram acondicionadas em coletores universais e
 755 congeladas à temperatura de -20°C para posterior determinação do nitrogênio, matéria seca e
 756 creatinina.

757 O volume urinário foi estimado multiplicando-se o peso corporal (PC) pela excreção
 758 diária de creatinina (mg/kg PC), na qual se adotou 26,05 mg/kg PC, segundo recomendações
 759 de Fonseca *et al.* (2006), dividindo-se o produto pela concentração de creatinina (mg/L) na
 760 urina *spot* de cada animal.

761 2.4. ANÁLISES ESTATÍSTICAS

762 Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a
 763 normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Uma vez que as
 764 premissas foram atendidas, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão,
 765 utilizando o procedimento MIXED do programa estatístico SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc.,
 766 Cary, NC, USA), assumindo-se 5% ($P < 0,05$) como nível de significância para o erro tipo I. Foi
 767 utilizado o seguinte modelo:

$$768 \quad Y_{ijk} = \mu + T_i + Q_j + P_k + (A/Q)_{lj} + T \times Q_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

769 Em que: Y_{ijk} = observação ijk ; μ = média geral; T_i = efeito fixo do tratamento i ; Q_j =
 770 efeito fixo do quadrado j ; P_k = efeito aleatório do período k ; $(A/Q)_{lj}$ = efeito aleatório do animal
 771 l dentro do quadrado j ; $T \times Q_{ij}$, = efeito aleatório da interação tratamento i e quadrado j ; ϵ_{ijk} =
 772 efeito aleatório do erro.

773 O teste de Dunnett foi usado para comparar a média de cada grupo de tratamento (níveis
 774 de glicerina), com a média da dieta-controle.

775

776 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

777 3.1 RESULTADOS

778 Houve resposta linear decrescente para o consumo de MS e nutrientes com inclusão de
 779 glicerina bruta nas dietas ($P < 0,05$; Tabela 3). Observa-se também que essa redução no consumo
 780 de MS e dos nutrientes ocorre no nível de inclusão de 100 g/kg de glicerina bruta.

781 A produção de leite não foi alterada ($P > 0,05$; Tabela 4) com a inclusão da glicerina
 782 bruta; entretanto, quando a produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLCG_{3,5%})

783 observa-se redução na produção de leite ($P<0,05$), assim como ocorreu no consumo de MS e
784 nutrientes, a redução na $PLCG_{3,5\%}$.

785 **Tabela 3** – Consumo de MS e nutrientes em cabras leiteiras recebendo dietas com diferentes níveis de
786 glicerina bruta

Variável (kg/dia)	Níveis de glicerina bruta (g/kg)				EPM	p-Valor			787	*:
	0	50	100	150		T	L	Q		
Matéria seca	1,917	1,770	1,558*	1,578*	0,0422	0,0077*	0,0015 ³	0,2923		
Matéria orgânica	1,764	1,625	1,442*	1,454*	0,0384	0,0088*	0,0017 ⁴	0,2986		
Matéria mineral	0,162	0,148	0,136*	0,129*	0,0044	0,0313*	0,0039 ⁵	0,6692		
Proteína bruta	0,314	0,286	0,257*	0,249*	0,0076	0,0071*	0,0009 ⁶	0,4550		
Extrato etéreo	0,060	0,055	0,046*	0,043*	0,0018	0,0002*	<0001 ⁷	0,6839		
Fibra em detergente neutro cp ¹	0,658	0,624	0,512*	0,529*	0,0147	0,0011*	0,0003 ⁸	0,3659		
Carboidratos não fibrosos	0,550	0,490	0,455*	0,421*	0,0140	0,0069*	0,0007 ⁹	0,6078		
Fibra em detergente neutro i ²	0,179	0,175	0,154	0,165	0,0056	0,1244	0,0714	0,3662		
Nutrientes digestíveis totais	1,435	1,375	1,372	1,326*	0,0155	0,0759	0,0147 ¹⁰	0,7866		
Produção de leite (kg)										
Produção de leite	3,046	3,160	3,050	2,985	0,0812	0,1968	0,2200	0,1086		
PLCG	2,597	2,598	2,414*	2,330*	0,0699	0,0013	0,0002 ¹	0,4208		

788 Difere do tratamento controle (0%) pelo teste de Dunnett ($P<0,05$); PM: erro padrão da média; T: tratamento; L:
789 linear; Q: quadrático; PLCG: produção de leite corrigido para 3,5% de gordura; ¹Corrigida pra cinzas e proteína;
790 ²Indigestível; ³ $Y= 1,89066-0,02637x$; ⁴ $Y=1,73771-0,02382x$; ⁵ $Y=0,16071-0,00242x$; ⁶ $Y=0,30918-0,00465x$;
791 ⁷ $Y=0,05924-0,00120x$; ⁸ $Y=0,65890-0,0167x$; ⁹ $Y=0,53963-0,00869x$; ¹⁰ $Y=1,420327516-0,005918279x$.

792 Houve diferença nos consumos de água via alimento entre o tratamento-controle e os
793 tratamentos com inclusão de glicerina ($P<0,05$; Tabela 4). Os menores consumos de água de
794 origem alimentar foram observados nos tratamentos com maiores níveis de glicerina - 100 e
795 150g/kg. Já para a água bebida não houve diferença entre os tratamentos-controle e com
796 inclusão de glicerina, nem entre os diferentes níveis de glicerina.

797 Para a excreção de água via leite e fezes, consumo total e água absorvida não foi
798 observado efeito entre os tratamentos-controle e os níveis de glicerina, assim como não houve
799 efeito entre os diferentes níveis de glicerina ($P>0,05$; Tabela 4). Já para a excreção de água
800 via urina, observa-se efeito quadrático para os níveis de inclusão de glicerina com menor
801 excreção de 0,664 kg estimado no nível de inclusão de 52g/kg de glicerina.

802

803

804

805

806

807

808

809 **Tabela 4** – Consumo de água de cabras Saanen alimentadas com glicerina bruta

Variável (kg)	Níveis de inclusão (g/kg)				EPM	p-Valor		
	0	50	100	150		T	L	Q
Água via alimento								
Consumida do alimento	2,470	2,240	2,075*	2,105*	0,0554	0,0190*	0,0042 ²	0,1575
Água via bebida								
Bebida (- taxa evaporação)	14,937	14,149	14,013	14,287	0,4139	0,5061	0,3328	0,2567
Excreção de água								
Urina	0,855	0,607	0,812	0,964	0,0620	0,0559	0,1454	0,0148 ³
Leite	2,742	2,842	2,758	2,704	0,0733	0,2494	0,3427	0,1134
Fezes	0,185	0,191	0,178	0,181	0,0068	0,8804	0,6267	0,8993
Total	3,827	3,653	3,916	3,797	0,1264	0,5209	0,7712	0,8316
Consumo total	17,495	16,419	16,252	16,445	0,4301	0,2939	0,1579	0,2114
Água absorvida	13,558	12,751	12,337	12,557	0,4075	0,3227	0,1344	0,2955

810 *: Difere do tratamento controle (0%) pelo teste de Dunnett (P<0,05); EPM: erro padrão da média; T: tratamento;
 811 L: linear; Q: quadrático; ¹Y=2,91104-0,0340x; ²Y=2,39280-0,02610x; ³Y=0,73842-0,02841x+0,00273x²

812 A inclusão de glicerina nas dietas decresceu a digestibilidade da MS, MO, PB e CNF,
 813 além de reduzir também o consumo dos nutrientes digestíveis totais quando comparada ao
 814 tratamento-controle (P<0,05; Tabela 4), fato não observado para a digestibilidade do EE e
 815 FDNcp (P>0,05; Tabela 4).

816 Para a digestibilidade da MS, MO e CNF observa-se que as menores digestibilidades
 817 ocorreram no nível com 50 g/kg de glicerina bruta, sendo os tratamentos-controle, 100 e
 818 150g/kg de glicerina semelhantes entre si. Para a digestibilidade da PB observa-se que a dieta-
 819 controle apresentou um valor superior quando comparada às dietas com inclusão de glicerina
 820 bruta.

821 **Tabela 5** – Digestibilidade da MS, dos nutrientes e consumo de nutrientes digestíveis totais em dietas
 822 para cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de glicerina bruta

Variável (g/kg)	Níveis de glicerina bruta (g/kg)				EPM	p-Valor		
	0	50	100	150		T	L	Q
Matéria seca	0,657	0,613*	0,649	0,635	0,0079	0,0483	0,5514	0,1980
Matéria orgânica	0,666	0,629*	0,670	0,660	0,0077	0,0446	0,6330	0,1973
Proteína bruta	0,696	0,652*	0,648*	0,650*	0,0091	0,0253	0,0178 ²	0,0791
Extrato etéreo	0,407	0,407	0,352	0,353	0,0201	0,4834	0,1828	0,9909
Fibra em detergente neutro ¹	0,446	0,418	0,416	0,416	0,0147	0,4056	0,1757	0,3654
Carboidratos não fibrosos	0,832	0,800*	0,865	0,861	0,0098	0,0078*	0,0185 ³	0,3180

823 *: Difere do tratamento controle (0%) pelo teste de Dunnett (P<0,05); EPM: erro padrão da média; T: tratamento;
 824 L: linear; Q: quadrático; ¹Corrigida pra cinzas e proteína. ²Y=0,68487-0,00311x; ³Y=0,81816+0,00300x;

825 Já para a digestibilidade dos CNF observou-se que houve diferença entre os níveis de
 826 inclusão de glicerina quando comparado ao tratamento sem adição de glicerina. Constatou-se,
 827 também, que houve aumento linear na digestibilidade dos CNF quando a glicerina foi
 828 adicionada aos tratamentos (P<0,05; Tabela 5).

829 Para o balanço de nitrogênio, observa-se que houve diferença entre os níveis de inclusão
 830 de glicerina quando comparado à dieta-controle ($P < 0,05$; Tabela 6), fato observado, também,
 831 para os parâmetros N consumido, N absorvido e balanço de N (%). Para o N absorvido, balanço
 832 de N (g/kg) e balanço de N (%) a redução ocorreu no nível de inclusão de 100g/kg de glicerina;
 833 entretanto, para o N absorvido, observa-se redução a partir do nível 50g/kg de inclusão. Para os
 834 parâmetros de excreção de N via fezes, urina e leite não foi constatado diferença entre os níveis
 835 de inclusão e a dieta-controle, nem efeito dos níveis de inclusão ($P > 0,05$; Tabela 6).

836 **Tabela 6**– Balanço de nitrogênio (N) em cabras leiteiras alimentadas com dietas contendo diferentes
 837 níveis de glicerina bruta

Variável (g/d)	Níveis de glicerina bruta (g/kg)				EPM	p-Valor		
	0	50	100	150		T	L	Q
N consumido	51,569	45,638	39,933*	40,648*	1,2275	0,0009	0,0001 ¹	0,1027
Excreção de N								
N fezes	15,619	16,372	14,042	14,004	0,5154	0,2233	0,0960	0,6789
N urina	3,789	3,540	3,443	3,980	0,2760	0,7848	0,8064	0,3513
N leite	12,696	12,910	12,521	12,298	0,3722	0,3549	0,1591	0,3730
Excreção Total	32,384	32,277	29,741	28,703	0,8424	0,1703	0,0401 ²	0,7306
N absorvido	35,090	29,269*	26,613*	26,638*	0,8723	0,0006	<0001	0,0398 ³
Balanço de N	16,599	13,794	11,049*	9,863*	0,7060	0,0022	0,0002 ⁴	0,4861
Balanço de N (%)	35,849	30,205	27,457*	24,462*	1,3080	0,0020	0,0002 ⁵	0,5059

838 *: Difere do tratamento controle (0%) pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$); EPM: erro padrão da média; T: tratamento;
 839 L: linear; Q: quadrático; ¹ $Y = 49,90780 - 0,78653x$; ² $Y = 32,51974 - 0,30657x$; ³ $Y = 34,92195 - 1,47038x + 0,05935x^2$;
 840 ⁴ $Y = 16,3303 - 0,48437x$; ⁵ $Y = 35,30657 - 79634x$.

841 Em relação ao perfil energético, apenas o colesterol apresentou diferença entre os
 842 tratamentos com diferentes níveis de glicerina quando comparado com o tratamento controle
 843 ($P < 0,05$; Tabela 7), sendo o tratamento com 50g/kg de glicerina o de maior valor. Constatou-
 844 se efeito quadrático para o parâmetro colesterol, no qual o valor máximo observado foi de 88,74
 845 mg/dL estimado no nível de inclusão de 56,0g de glicerina na dieta.

846 Para o perfil proteico não foi observado efeito para a albumina nem para a proteína
 847 sérica ($P > 0,05$; Tabela 7). Quando se comparou o tratamento-controle com os níveis de
 848 inclusão de glicerina, observou-se redução nos parâmetros ureia (menores valores em 100 e
 849 150g/kg de glicerina) e N-ureico (menores valores no nível de 150 g/kg de glicerina), efeito
 850 adverso foi observado com o parâmetro ácido úrico, em que a resposta linear crescente com
 851 maiores valores encontrados nos níveis de 100 e 150g/kg de glicerina. Já para a creatinina, foi
 852 verificado efeito quadrático ($P < 0,05$; Tabela 7) que apresentou valor máximo de 0,457 mg/dL
 853 estimado com 35,2g/kg de inclusão de glicerina bruta.

854 Para o perfil enzimático, observou-se aumento linear para os parâmetros CK-NAC e
 855 GGT, e redução para ALT quando comparado o tratamento-controle aos níveis de inclusão de
 856 glicerina ($P < 0,05$; Tabela 7). Para o parâmetro AST não houve diferença nem entre os

857 tratamentos-controle comparado aos níveis de glicerina nem entre os níveis de glicerina
858 ($P>0,05$). Efeito quadrático foi constatado para FA com valor mínimo de 52,02 U/L estimado
859 com 102,5g/kg de glicerina bruta.

860 No perfil mineral, apenas o fósforo apresentou diferença entre os níveis de inclusão
861 quando comparado ao tratamento-controle. Constatou-se que a inclusão de glicerina nas dietas
862 provocou um aumento nos níveis de fósforo no sangue ($P<0,05$; Tabela 7). Quando avaliado
863 em relação aos níveis de inclusão de glicerina não houve efeito significativo. Para os demais
864 parâmetros (magnésio, cálcio, sódio e potássio) não houve efeito entre os tratamentos nem entre
865 os níveis de inclusão de glicerina bruta nas dietas.

866

867 **Tabela 7** – Parâmetros sanguíneos de cabras Saanen alimentadas com glicerina bruta

Variável	Níveis de glicerina bruta (g/kg)				EPM	p-Valor		
	0	50	100	150		T	L	Q
Perfil energético (mg/dL)								
Glicose	51,651	52,020	52,045	53,698	0,5919	0,3164	0,0998	0,4308
Colesterol	84,880	92,077*	84,409	77,769	0,2753	0,0031	0,0124	0,0078 ¹
Triglicerídeos	8,442	10,446	8,810	8,857	0,0671	0,0896	0,8770	0,0932
Frutosamina ($\mu\text{mol/L}$)	227,500	223,110	240,550	233,940	0,6477	0,0657	0,118	0,8203
Perfil proteico (mg/dL)								
Creatinina	0,413	0,463*	0,486*	0,477*	0,0509	0,0044	0,0020	0,0418 ²
Ácido úrico	0,045	0,046	0,058*	0,059*	0,6528	0,0211	0,0050 ³	0,9025
Ureia	31,240	31,050	25,704*	26,144*	0,1329	0,0158	0,0061 ⁴	0,8347
Albumina (g/gL)	2,852	2,841	2,880	2,857	0,0006	0,9146	0,7822	0,8824
Proteínas totais (g/dL)	7,036	7,009	6,994	7,023	0,3320	0,6915	0,6527	0,2786
N-uréico	14,521	14,527	12,639	12,158*	0,2526	0,0335	0,0087 ⁵	0,7293
Perfil enzimático (U/L)								
CK-NAC	99,022	94,495	116,650*	119,850*	0,1263	0,0007	0,0004 ⁶	0,4033
FA	66,464	53,222*	50,713*	51,971*	0,6550	0,0039	0,0024	0,0256 ⁷
GGT	37,629	40,327	41,490	41,430	0,3082	0,1370	0,0396 ⁸	0,2867
AST	69,977	69,271	67,3356	65,7534	0,0482	0,2494	0,0511	0,7902
ALT	19,527	17,690*	16,661*	16,458*	0,2904	0,0024	0,0003 ⁹	0,1561
Perfil mineral								
Magnésio (mg/dL)	1,802	1,855	1,866	1,894	0,5331	0,4346	0,1173	0,7555
Fósforo (mg/dL)	6,976	8,180*	8,857*	9,471*	0,1543	<0001	<0001 ¹⁰	0,3498
Cálcio (mg/dL)	8,274	8,072	8,028	7,923	0,7547	0,3492	0,0833	0,7172
Sódio (mmol/L)	145,950	143,950	145,110	147,020	0,0008	0,7547	0,6438	0,3527
Potássio (mmol/L)	4,951	4,729	4,787	4,827	0,5541	0,7503	0,6342	0,3804

868 *: Difere do tratamento-controle (0%) pelo teste de Dunnett ($P<0,05$); EPM: erro padrão da média; T: tratamento;
869 L: linear; Q: quadrático; CK-NAC: creatina quinase; FA: fosfatase alcalina; GGT: gamaglutaminotransferase;
870 AST: aspartato aminotransferase; ALT: alanina aminotransferase; ¹ $Y=84,25152+1,60347X-0,14314X^2$;
871 ² $Y=0,4168+0,01415X-0,00070511X^2$; ³ $Y=0,04398+0,00103X$; ⁴ $Y=32,22719-0,48000X$; ⁵ $Y=15,13383-$
872 $0,20513X$; ⁶ $Y=93,79020+1,82435X$; ⁷ $Y=66,30350-3,22795X+0,15749X^2$; ⁸ $Y=39,33498+0,09689X$;
873 ⁹ $Y=18,68522-0,16751X$; ¹⁰ $Y=7,15118+0,16134X$

874

875

876 3.2 DISCUSSÃO

877 O comportamento observado para o parâmetro consumo de MS mostra que a inclusão
878 de glicerina nas dietas provoca a redução no consumo de alimentos. Este fato pode estar
879 relacionado à redução do desenvolvimento de bactérias fermentadoras da celulose e
880 principalmente pela seleção de alimentos no cocho. Outros fatores que podem explicar os
881 resultados indesejados da glicerina bruta em relação ao desempenho dos animais são: as
882 características organolépticas da glicerina referentes a origem (vegetal ou animal) e composição
883 (KUPCZYŃSKI *et al.*, 2020), a concentração de metanol e outras impurezas, velocidade de
884 fermentação (SHIN *et al.*, 2012), absorção pelo epitélio ruminal (PAIVA *et al.*, 2016) e a grande
885 quantidade de energia da glicerina que influencia as reações oxidativas, além de aumentar o
886 ciclo de Krebs no fígado, resultando na saciedade (TRABUE *et al.*, 2007), além de reduzir a
887 ingestão de matéria seca (ALLEN *et al.*, 2009).

888 O ensaio experimental foi composto por 14 dias de adaptação às dietas, tempo suficiente
889 para ocorrer mudanças na população dessa bactéria devido à suplementação com glicerina
890 (glicerol). As dietas experimentais avaliadas continham em sua composição teores de 0; 30,8;
891 61,6 e 92,4 g/kg de glicerol (Tabela 2).

892 Observa-se que a redução no consumo ocorreu a partir do nível de inclusão de glicerina
893 de 100g/kg; essa redução pode estar ligada há alguns fatores, entre eles, a redução na
894 disponibilidade de carboidratos no rúmen (Tabelas 2 e 3), associada à redução da relação
895 acetato:propionato e à quantidade de metanol encontrada na glicerina, 380 ppm, valor acima do
896 recomendado para uso em animais de 150 ppm de metanol e o glicerol 61%, abaixo dos 80%
897 (oriundo de óleos vegetais), conforme a regulamentação brasileira ANP 42/04 e especificações
898 internacionais da Food and Drug Administration (FDA, 2006).

899 A soma desses fatores pode ter contribuído para reduzir a população de bactérias
900 celulolíticas, acarretando menor degradação da fração fibrosa, resultando em maior tempo de
901 retenção dessa fração no ambiente ruminal e, conseqüentemente, menor consumo de alimentos.
902 Or-Rashid *et al.* (2009) relataram que a bactéria *Butyrivibrio fibrisolvens* é um microrganismo
903 que tem atividade celulolítica, hemicelulolítica e proteolítica e pode representar uma parcela
904 considerável na população microbiana ruminal, aproximadamente de 10 a 30%.

905 No presente trabalho foi utilizado até 150 g/kg de glicerina bruta. Parsons *et al.* (2009)
906 trabalharam com glicerina na terminação de novilhas e observaram redução linear na ingestão
907 de alimentos à medida que a glicerina foi adicionada às dietas. Os autores ressaltaram que
908 pequenas quantidades de glicerina podem ser benéficas para o desenvolvimento de novilhas,

909 entretanto, quantidade superiores a 50g/kg podem criar um ambiente inadequado, resultando
910 em redução no consumo de MS.

911 Para o consumo de FDN, observa-se que os tratamentos com menores consumos foram
912 com 100 e 150 g/kg de glicerina; provavelmente isso se deve ao fato de que a composição das
913 dietas ficou com teores de FDN de 390,1; 379,4; 368,7 e 358,0 g/kg de FDN na MS para os
914 níveis de 0; 50; 100 e 150 g/kg de inclusão de glicerina nas dietas, respectivamente. Essa
915 redução no teor de FDN das dietas é decorrente da diminuição do consumo do consumo de MS
916 e ao fato da inclusão de um alimento com 122,7% de FDN (milho) por outro com 0g de FDN
917 em sua composição (glicerina); aliado a esse fator, ainda pode-se observar a redução de até 3%
918 do feno na formulação das dietas (Tabela 2), que tem em sua composição 760,8 g/kg de MS.

919 A resposta encontrada para a redução do consumo de CNF pode ser resultado da seleção
920 dos animais pelo feno de Tifton, que contém 2,3 g/kg de MS de CNF. Durante a execução do
921 ensaio experimental, observou-se muitas vezes grandes quantidades de alimento concentrado
922 nas sobras deixadas pelos animais. Apesar do fornecimento das dietas serem realizadas de
923 forma ‘mistura completa’, a aderência da glicerina no alimento concentrado é mais fácil quando
924 comparado ao feno, provavelmente pelo tamanho da partícula e também a capacidade de
925 adsorção do concentrado. Além disso, características organolépticas da glicerina podem ter
926 resultado em maior rejeição dessa substância, quando incluída em maiores quantidades nas
927 dietas.

928 O comportamento observado para a produção de leite se deve à relação
929 volumoso:concentrado ser de aproximadamente 40:60 (40:60 a 37:63). Alguns fatores que
930 podem interferir na produção de leite são raça, genética, período de lactação, clima e
931 alimentação, sendo a última o que mais se destaca. A dieta ofertada aos animais é de extrema
932 importância, pois é ela que conterà os alimentos que fornecerão os nutrientes em quantidade
933 ideal a atender as exigências nutricionais para produção de leite, tanto em quantidade como em
934 qualidade.

935 Ao consumir uma dieta com maior teor de concentrado em sua composição, os
936 microrganismos terão substratos que são mais facilmente e rapidamente degradados, por serem
937 ricos em CNF. Ao degradar o CNF, como o amido do milho, há um aumento na produção de
938 ácido propiônico, que é o principal precursor da lactose no leite, resultando em maior
939 quantidade de leite produzido. Quando a dieta é rica em carboidratos fibrosos oriundos de
940 pastagens e volumosos conservados, como o feno, há aumento na produção de ácido acético,
941 que é um importante precursor da gordura no leite, resultando em aumento na gordura do leite
942 (JENKINS; HARVATINE, 2014).

943 Mesmo que tenha corrido redução e seleção do feno nas dietas com 100 e 150g/kg de
944 inclusão de glicerina, não foi suficiente alterar a produção de leite. Deve-se levar em
945 consideração que todas as dietas continham teor semelhante de concentrado (aproximadamente
946 60% da dieta), ou seja, quantidade maior de concentrado na MS em relação ao volumoso na
947 dieta e, conseqüentemente, favorecimento de produções de leite semelhantes entre os
948 tratamentos, propiciado pela inclusão de glicerina bruta na dieta com maior quantidade de CNF.
949 Quando a produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura observa-se redução na produção
950 de leite nos níveis de inclusão de glicerina de 100 e 150 g/kg. Mesmo havendo seleção de feno
951 nos tratamentos com maior quantidade de glicerina, essa fibra não foi degradada de forma
952 satisfatória devido à redução na flora de bactérias que degradam a fibra pelo aumento da
953 glicerina que é mais fermentável no rúmen, sendo, provavelmente, suficiente para redução da
954 gordura no leite e conseqüentemente redução na produção de leite corrigida para gordura.

955 Segundo Abo El-Nor *et al.* (2010), a suplementação com glicerol na dieta de ruminantes,
956 provavelmente auxilia no desenvolvimento de bactérias que utilizam como substrato para seu
957 desenvolvimento os carboidratos não fibrosos. A proliferação mais acelerada desse tipo de
958 bactéria inibe o desenvolvimento e adesão das bactérias que degradam a fração fibrosa. Para
959 este ensaio experimental observa-se que, apesar de não haver diferença para a digestibilidade
960 da FDN nem dos CNF há uma tendência a redução da FDN e aumento da CNF quando utiliza
961 a glicerina (glicerol) nas dietas, apresentando digestibilidades com médias de 0,446 a 0,416 kg
962 e 0,832 a 0,861 kg, respectivamente. Diante desse resultado sugere-se que, com a redução das
963 bactérias celulolíticas houve comprometimento da digestibilidade da FDN e favorecimento
964 para a digestibilidade dos CNF, apesar de não haver efeito significativo para esses parâmetros.

965 A redução observada para a digestibilidade da PB (0,696 a 0,648 kg) com a inclusão da
966 glicerina nas dietas, provavelmente também foi afetada pela redução na população das bactérias
967 celulolíticas e proteolíticas, já que essas bactérias também utilizam a proteína como substrato
968 para seu desenvolvimento, havendo dessa forma uma redução na degradação da proteína.

969 O resultado observado para o consumo de água via alimento apresentou comportamento
970 semelhante ao consumo de MS, que foi menor para os níveis com 100 e 150 g/kg de inclusão
971 de glicerina, justificado pelo menor consumo de alimentos e pelas dietas, nas quais os valores
972 de MS foram semelhantes (0 - 878,8; 50 - 872,2; 100 - 866,5 e 150 g/kg - 850,1 g/kg de
973 alimento).

974 O N consumido apresentou redução para os níveis de 100 e 150 g/kg quando comparado
975 ao consumo obtido na dieta-controle, refletindo o comportamento obtido para o consumo de
976 PB (Tabela 3). Redução também foi observada na excreção de total de N à medida que a

977 glicerina foi incluída nas dietas. Como reflexo da redução de N consumido e excretado, o
978 balanço de N também foi afetado, uma vez que ele depende da quantidade de N consumido e
979 excretado. O balanço de N pode ser considerado um índice para avaliar o estado nutricional de
980 proteína no organismo de ruminantes. Apesar de ocorrer redução no balanço de N ao incluir
981 glicerina nas dietas é observado um balanço positivo, o que indica influência positiva com a
982 inclusão de glicerina em inclusão ao milho.

983 De acordo com Krehbiel (2008), o glicerol que chega no rúmen, aproximadamente 43%
984 são absorvidos pela parede ruminal, esse glicerol é absorvido pela corrente sanguínea e
985 metabolizado no fígado até glicose, ou usado na síntese de triacilglicerol (FARIAS *et al.*, 2012).
986 No fígado, o destino do glicerol absorvido é a oxidação pela via glicolítica (KREHBIEL, 2008).
987 A glicose é uma importante fonte de energia, sendo necessária para o desenvolvimento,
988 produção e reprodução dos animais. O nível de glicose no sangue pode ser um indicador do
989 status energético dos animais. Segundo Kaneko *et al.* (2008), os níveis de glicose no sangue
990 deve ser de 50 a 75 mg/dL, no presente estudo as cabras apresentaram valores de glicose,
991 variando de 51,65 a 53,69 mg/dL, indicando que todas estavam em um estado energético
992 normal.

993 Em relação à variável colesterol, pode-se observar que para os tratamentos sem glicerina
994 e com 50 e 100 g/kg de glicerina, as médias obtidas estão dentro do padrão recomendado de 80
995 a 130 mg/dL (KANEKO *et al.*, 2008) e que, para o tratamento com 150 g/kg de glicerina, a
996 média ficou perto do limite mínimo recomendado. A concentração sérica de colesterol é um
997 indicador do total de lipídeos que circulam no plasma e depende diretamente da alimentação do
998 animal (VILLA *et al.*, 2009), como quantidade e qualidade de lipídeos presentes na dieta.

999 Os triglicerídeos observados no estudo ficaram abaixo do recomendado para a espécie
1000 caprina (20 a 100 mg/dL; GREGORY *et al.*, 2009) apresentando médias de 8,442; 10,446;
1001 8,810 e 8,857 mg/dL para os níveis de 0; 50; 100 e 150 g/kg, respectivamente. O fato desse
1002 metabólito se apresentar abaixo do intervalo referência pode ser pelo fato de ele diminuir à
1003 medida que os animais ficam mais velhos, pois está ligado diretamente à utilização de energia
1004 para deposição muscular (SANTOS *et al.*, 2015). No presente estudo, metade dos animais
1005 utilizados no ensaio tinham mais de 48 meses de idade. Os triglicerídeos, assim como o
1006 colesterol, também estão ligados diretamente ao consumo de alimentos. O fato de as dietas
1007 serem semelhantes para o teor de EE pode ter refletido na falta de alteração para os
1008 triglicerídeos.

1009 Segundo Cantley *et al.* (1991), o intervalo ideal para a variável fruttosamina deve ser de
1010 106,31 a 242,42 $\mu\text{mo/L}$. No presente estudo observa-se que todas as médias obtidas para os

1011 tratamentos ficaram dentro desse intervalo preconizado como ideal para o parâmetro (223,11 a
1012 240,55 $\mu\text{mo/L}$). A frutossamina é um biomarcador hiperglicêmico utilizado a longo prazo para
1013 monitorar os valores de glicose. Talvez pelo fato de não haver no presente ensaio diferença para
1014 a glicose nos tratamentos experimentais, também não houve diferença para a frutossamina. Por
1015 meio desse comportamento podemos supor que os níveis de glicose ficaram, durante todo o
1016 período experimental em níveis adequados, já que a frutossamina reflete a concentração de
1017 glicose no soro nas 3 semanas anteriores (ECKERSAL, 2008).

1018 Dentro do perfil proteico, as concentrações de albumina e proteínas totais se mantiveram
1019 dentro dos valores-referência de 7 a 3,9 g/dL e 6,4 a 7,0g/dL, respectivamente (KANEKO *et*
1020 *al.*, 2008). Para ambas, não foi observado diferença à medida que a glicerina foi incluída nas
1021 dietas. A albumina é uma proteína presente no plasma e constitui aproximadamente 50% da
1022 proteína total. Segundo González e Silva (2006), a alteração desse metabólito pode ser
1023 evidenciada quando o animal mostra algum quadro patológico, mal funcionamento hepático,
1024 má-distribuição de aminoácidos. A redução da albumina a níveis baixos pode indicar
1025 deficiência proteica, o que não ocorreu no estudo.

1026 As concentrações séricas de creatinina e ureia são utilizadas para avaliação da função
1027 renal dos animais (BRAUN *et al.*, 2010). No presente estudo a ureia se manteve dentro do
1028 intervalo referência (21,4 a 48,8 mg/dL; KANEKO *et al.*, 2008) apresentando médias que
1029 variaram de 31,24 a 25,10 mg/dL) entretanto, para a variável creatinina observa-se que as
1030 médias encontradas (0,413; 0,463; 0,486 e 0,477 mg/dL) ficaram abaixo do intervalo referência
1031 de 1,0 a 2,0 mg/dL (KANEKO *et al.*, 2008). Com as médias observada para a creatinina e ureia
1032 constatou-se que não houve falha da função renal, por se encontrarem abaixo e dentro do
1033 intervalo de referência, respectivamente.

1034 A proteína total se manteve dentro do intervalo (6,4 a 7,0 g/dL; KANEKO *et al.*, 2008)
1035 recomendado como padrão para a espécie com médias variando de 6,99 a 7,03 g/dL. A proteína
1036 total é constituída principalmente pela soma da albumina e globulinas, sendo as alterações
1037 ligadas às variações destas proteínas. No presente ensaio, a proteína total não foi alterada
1038 quando se adicionou a glicerina nas dietas, provavelmente pela não diferença observada na
1039 albumina e provavelmente na globulina também.

1040 A concentração de N-ureico no plasma dos animais ruminantes está diretamente ligada
1041 ao consumo de proteína, sendo dessa forma utilizada para avaliação do status nutricional
1042 proteico (RUAS *et al.*, 2000). O comportamento observado para o N-ureico pode ter relação ao
1043 observado para o consumo de proteína.

1044 Avaliando de forma geral, o perfil proteico obtido pela análise desses parâmetros
1045 constatou-se que não houve influência negativa da glicerina, por não causar danos hepáticos e
1046 renais.

1047 Em estudos para ruminantes, é comum utilizar as enzimas aspartato aminotransferase
1048 (AST), alanina aminotransferase (ALT) e gamaglutaminotransferase (GGT) para confirmar a
1049 presença de lesão hepática; já as enzimas aspartato aminotransferase (AST) e creatina quinase
1050 (CK-NAC) para avaliar lesões musculares. Os parâmetros AST e GGT se encontram dentro do
1051 intervalo referência de 60 a 280 U/L e 20 a 52 U/L, respectivamente (KANEKO *et al.*, 2008).
1052 Para essas enzimas, a inclusão de glicerina não alterou as médias, sendo semelhantes entre os
1053 tratamentos. Quando avaliamos as enzimas fosfatase alcalina (FA) e alanina aminotransferase
1054 (ALT) observa-se valores abaixo do intervalo de 68 a 387 U/L e 26 a 34 U/L, respectivamente
1055 (KANEKO *et al.*, 2008). Ambas apresentaram médias menores para os tratamentos com
1056 glicerina quando comparado à dieta-controle e redução linear à medida que a glicerina foi
1057 inclusa nas dietas.

1058 Segundo Kaneko *et al.* (2008), transtornos na função hepática podem ocorrer quando os
1059 níveis de albumina, colesterol e GGT estão altos e de AST estão baixos, o que não foi observado
1060 no presente estudo, estando esses parâmetros dentro do intervalo referência. Ainda segundo os
1061 autores níveis altos de ALT pode ser indicativo de degeneração de células hepáticas, por estar
1062 abaixo do intervalo recomendado, provavelmente não ocorreu problemas com as células
1063 hepáticas. De forma geral, para o perfil enzimático, pode-se observar que não houve transtornos
1064 na função hepática, nem lesões musculares.

1065 Apesar de não haver diferença nas concentrações de magnésio entre os tratamentos,
1066 observa-se que as médias obtidas nos tratamentos, 1,80; 1,85; 1,86 e 1,89 mg/dL para 0; 5; 10 e
1067 15% de glicerina, ficaram abaixo da média recomendada para cabras leiteiras (2,8 a 3,6 mg/dL;
1068 KANEKO *et al.*, 2008). A redução do magnésio plasmático está intimamente ligada a produção
1069 de leite. Quando os níveis de magnésio plasmático ficam abaixo dos limites fisiológicos
1070 recomendados para a espécie em determinado estágio fisiológico pode significar que a dieta
1071 não atendeu de forma significativa às necessidades para crescimento (cabras de primeira cria),
1072 manutenção e produção de leite.

1073 O fósforo tem papel importante para o bom funcionamento do rúmen, especialmente
1074 para o desenvolvimento de bactérias celulolíticas, que tem alta exigência desse mineral. Além
1075 disso, esse mineral também é exigido em alta concentração para a formação do leite. Como
1076 comentado anteriormente, a possível redução da flora microbiana que degrada a celulose devido
1077 à inclusão de glicerina nas dietas pode ter causado o aumento de fósforo na corrente sanguínea,

1078 pois, com a redução desses microrganismos ocorre também uma redução na utilização do
1079 fósforo por essas bactérias. Apesar do aumento no P circulante, pode-se afirmar que para todas
1080 as dietas os níveis de P estiveram dentro da normalidade (4,2 a 9,1 mg/dL; KANEKO *et al.*,
1081 2008) apresentando médias de 6,97; 8,18; 8,85 e 9,47 mg/dL para os tratamentos com 0; 50;
1082 100 e 150 g/kg de glicerina.

1083 Para o cálcio, observa-se que a inclusão da glicerina nas dietas não alterou a resposta
1084 para esse mineral. Entretanto, as médias obtidas (8,27; 8,07; 8,02 e 7,92 mg/dL) ficaram abaixo
1085 do recomendado por Kaneko *et al.* (2008) de 8,9 a 11,7mg/dL. Segundo González e Scheffer
1086 (2002), uma das causas para haver redução nos níveis desse mineral é a idade dos animais,
1087 quanto mais velhos forem menores será o nível de cálcio nos organismos, o que pode ter
1088 ocorrido neste ensaio, já que metade dos animais utilizados já tinham idade superior a 48 meses.

1089 As médias encontradas para o potássio (4,91; 4,72; 4,78 e 4,82 mg/dL) se encontram
1090 dentro do intervalo referência para a espécie (4 a 9 mg/dL; KANEKO *et al.*, 2008). O potássio
1091 participa de alguns processos no organismo, como o balanço ácido-básico, reação enzimática,
1092 regulação da pressão osmótica e balanço de água. Como os valores encontrados estavam dentro
1093 do intervalo referência presume-se que não houve alterações para esses processos.

1094 O sódio é fundamental na manutenção da pressão osmótica, participa do equilíbrio
1095 ácido-básico e no controle do metabolismo da água (DANTAS; NEGRÃO, 2010). Alguns
1096 sintomas da deficiência desse mineral inclui a redução na produção de leite (MACDOWELL,
1097 1999) e apetite depravado (ato de comer e lambar madeira e suor de outros animais), o que não
1098 foi observado neste ensaio.

1099

1100

1101 **4. CONCLUSÃO**

1102

1103 Recomenda-se a inclusão da glicerina bruta em até 50g/kg da dieta na alimentação de
1104 cabras em lactação por manter a produção de leite menor consumo de matéria seca e não alterar
1105 a utilização dos nutrientes e o perfil bioquímico.

1106

1107

1108

1109

REFERÊNCIAS

1110

1111

1112 ABOEL-NOR, S.; ABU GHAZALEH, A.A.; POTU R.B. et al. Efeito de diferentes níveis de
1113 glicerol na fermentação ruminal e bactérias. **Animal Feed Science Technology**, v.162: p. 99–
1114 105, 2010.

1115 ALLEN, M. S.; BRADFORD, B. J.; OBA, M. Board-invited review: The hepatic oxidation
1116 theory of the control of feed intake and its application to ruminants. **Journal of animal science**,
1117 v. 87, n. 10, p. 3317-3334, 2009.

1118 ALENCAR, L.A.C. **Desenvolvimento de queijo caprino condimentado defumado**. 2016.
1119 33f. Monografia (Graduação em Tecnologia em Laticínios) – Instituto Federal de Sergipe –
1120 IFS, 2016.

1121 ANDRIGUETO et al. **Nutrição Animal**. 4. Ed. São Paulo: Nobel, v.1, p. 396, 1990.

1122 AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**.
1123 Washington, 14^a ed.; 2000.

1124 BATESON, M.; MARTIN, P. **Measuring Behaviour an Introductory Guide** (3rd Edition),
1125 Cambridge University Press, Cambridge, Uk, 2007.

1126 BELENGUER, A.; TORAL P.G.; FRUTOS, P. et al. Changes in the rumen bacterial
1127 community in response to sunflower oil and fish oil supplements in the diet of dairy sheep.
1128 **Journal Dairy Science**, v.93, p.3275-3286, 2010.

1129 BRASIL - MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E DO ABASTECIMENTO.
1130 2008. **Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Leite de Cabra**. Disponível em:
1131 http://www.engetecno.com.br/legislacao/leite_rtfiq_leite_cabra.htm. Acesso em: 18 jan. 2021.

1132 BRAUN, JP; TRUMEL, C.; BÉZILLE, P. Bioquímica clínica em ovinos: uma revisão
1133 selecionada. **Small Ruminant Research**, v. 92, p. 1-3, 2010.

1134 BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C.; et al.; Ingestive behavior in Holstein calves
1135 fed diets with different concentrate levels. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236–242,
1136 2000.

1137 CANTLEY, C. E. L.; FORD, C. M.; HEATH M. F. Serum fructosamine in ovine pregnancy: a
1138 possible prognostic index. **Veterinary Record**, v.128, p.525-526, 1991.

1139 CARVALHO, P.L.O.; MOREIRA, I.; SCAPINELLO, C. et al. Crude glycerine in growing and
1140 finishing pigs feeding. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, p.1399-1410, 2013.

1141 COSTA, L. T.; SILVA, F. F; PIRES, A. J. V. et al. Análise bioeconômica de níveis de glicerina
1142 bruta em dietas de vacas lactantes alimentadas com cana-de-açúcar. **Semina: Ciências
1143 Agrárias**, v.34, p.833-844, 2013.

1144 COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R. E.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na
1145 produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307-321,
1146 2009.

- 1147 DASARI, M. A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure
1148 hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v.281, p. 225-
1149 231, 2005.
- 1150 DANTAS, C. C. O.; NEGRÃO, F. M. Funções e sintomas de deficiência dos minerais
1151 essenciais utilizados para suplementação dos bovinos de corte. **UNICIÊNCIAS**, v.14, p.199-223,
1152 2010.
- 1153 DECANDIA, M.; SITZIA, M.; CABIDDU, A. et al. The use of polyethylene glycol to reduce
1154 the anti-nutritional effects of tannins in goats fed woody species. **Small Ruminant Research**,
1155 v.38157, p. 164, 2000. [https://doi.org/10.1016/S0921-4488\(00\)00145-0](https://doi.org/10.1016/S0921-4488(00)00145-0).
- 1156 DETMANN, E.; SOUZA, M. A.; VALADARES FILHO, S. C. **Métodos para análise de**
1157 **alimentos**: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, INCT. Viçosa, MG:
1158 Suprema. p.214, 2012.
- 1159 DIAS, J. C.; SILVEIRA, A. L. F.; LANÇANOVA, A. C. Crude glycerin in meat goat diets:
1160 intake, performance and carcass traits. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.46, p.719-724, 2016.
1161 <https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20141489>
- 1162 DIAS, J.C.; SILVEIRA, A.L.F.; LANÇANOVA, A.C.; et al. Avaliação da inclusão de glicerina
1163 bruta, coproduto da extração de biodiesel, na dieta de caprinos de corte: II - Desempenho e
1164 rendimento de carcaça. In: Simpósio Paranaense de ovinocultura, 14; Simpósio Paranaense de
1165 caprinocultura, 2; Simpósio sul brasileiro de ovinos e caprinos, 2. 2009, Curitiba. **Anais...**
1166 Curitiba, 2009.
- 1167 DONKIN, S. S. Glycerol from Biodiesel Production: The new corn for dairy cattle. **Revista**
1168 **Brasileira de Zootecnia**, v.37, p. 280-286, 2008. [https://doi.org/10.1590/S1516-](https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300032)
1169 [35982008001300032](https://doi.org/10.1590/S1516-35982008001300032)
- 1170 DONKIN, S.S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: **Proceeding from**
1171 **the 2007 Tri-State Dairy Nutrition Conference**, Fort Wayne, IN. The Ohio State University,
1172 Columbus, v.1, p.97–103, 2007.
- 1173 EL-NOR, S.A.; ABUGHAZALEH, A.A.; POTU, R.B. et al. Effects of differing levels of
1174 glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v.162,
1175 p.99-105, 2010.
- 1176 ECKERSAL, P.D. Proteins, proteomics, and dysproteinemias. In: KANEKO, J.J.; HARVEY,
1177 J.W.; BRUSS, M.L. (eds) **Clinical biochemistry of domestic animals**, Academic, San Diego,
1178 v. 6, p. 117-155, 2008.
- 1179 ENSMINGER, M. E.; OLDFIELD, J. E.; HEINEMANN, W. W. **Feeds & nutrition** v. 636.085,
1180 p. 58, 1990.
- 1181 FDA (**Code of Federal Regulations**), 21 CFR 582.1320, Title 21, Vol. 6, 21CFR582.1320.
1182 Disponível em xxxxxxxxxx. Acesso em: 10 abr. 2021.
- 1183 FARIAS, M.S.; PRADO, I. N.; VALERO, M.V. et al. Níveis de glicerina para novilhas
1184 suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade.

- 1185 **Semina: Ciências Agrárias**, v. 3, p. 1177-1187, 2012. <https://doi.org/10.5433/1679->
1186 [0359.2012v33n3p1177](https://doi.org/10.5433/1679-0359.2012v33n3p1177)
- 1187 FELISBERTO, N.D.O.; OLIVEIRA, L.; CORDEIRO, A. Sistemas de produção de caprinos
1188 leiteiros. In: Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Workshop
1189 sobre Produção de Caprinos na Região da Mata Atlântica, Coronel Pacheco. **Anais...** Sobral:
1190 Embrapa Caprinos e Ovinos; Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, v.13, p.11-35, 2016.
- 1191 GARCEZ, C. A. G.; VIANNA, J. N. S. Brazilian Biodiesel Policy: social and environmental
1192 considerations of sustainability. **Energy**, V. 34, P. 645-654, 2009.
- 1193 GREGORY, L.; BARDESE, C. B.; BIRGEL JR, E. H. et al. Lipidograma e glicemia de caprinos
1194 da raça Saanen, durante os primeiros dias de vida. **Ars Veterinária**, v.25, p. 109-115, 2009.
- 1195 GONZÁLEZ, F.H.D. **Avaliação metabólico-nutricional de vacas leiteiras por meio de**
1196 **fluidos corporais (sangue, leite e urina)**. Porto Alegre – Rio Grande do Sul. v.1, p.72, 2001.
- 1197 GONZÁLEZ, F.H.D.; SILVA, S.C. **Introdução à bioquímica clínica veterinária**. Porto
1198 Alegre: UFRGS. v.1, p. 364, 2006.
- 1199 GONZÁLEZ, F.H.D.; SCHEFFER, J.F.S. **Perfil sanguíneo: ferramenta de análise clínica**
1200 **metabólica e nutricional. Avaliação metabólico nutricional de vacas leiteiras por meio de**
1201 **fluidos corporais (sangue, leite e urina)**. In: Congresso Nacional de Medicina Veterinária, 29.
1202 Gramado-RS, Brasil. Anais, v. 29, p.5-17, 2002.
- 1203 IBGE. (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). **Produção da Pecuária Nacional**. Rio
1204 de Janeiro: IBGE, 2015. <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 18 mar. 2021.
- 1205 JENKINS, T.C.; HARVATINE, K.J. Lipid feeding and milk fat depression. **Veterinary Clinics**
1206 **of North America - Food Animal Practice**, v.30, p. 623–642, 2014.
1207 <https://doi.org/10.1016/j.cvfa.2014.07.006>.
- 1208 JOHNSON, T.R.; COMBS, D.K. Effects of prepartum diet, inert rumen bulk, and dietary
1209 polythylene glicol on dry matter intake of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.
1210 74, p. 933–944, 1991. [https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302\(91\)78243-X](https://doi.org/10.3168/jds.S0022-0302(91)78243-X)
- 1211 KANEKO, J. J.; HARVEY, J. W.; BRUSS, M. L. (Eds.) **Clinical biochemistry of domestic**
1212 **animals**. Academic press, v.1, 2008.
- 1213 KREHBIEL, C.R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal Animal**
1214 **Science**, v. 86, p.392, 2008.
- 1215 LAGE, J. F.; PAULINO, P. V.; DUARTE, M. S. et al. Carcass characteristics of feedlot lambs
1216 fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. **Meat Science**, v.96,
1217 p.108-113, 2014. <https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2013.06.020>.
- 1218 LAGE, J. F.; PAULINO, P. V.; PEREIRA, L. G. R. et al. Glicerina bruta na dieta de cordeiros
1219 terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v.45, p.1012–1020, 2010.
- 1220 LEÃO, J. P.; RAMOS, A. T.; MARUO, V. M. et al. Anatomopatologia de amostras de bovinos
1221 alimentados com glicerol. **Ciência Rural, Santa Maria**, v.42, p.1253-1256, 2012.

- 1222 LICITRA, G., HERNANDEZ, T. M. VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for
1223 nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, p.347-
1224 358, 1996.
- 1225 LIMA, T. L. S.; ALVES, R. N.; ROCHA, T. C. et al. Padronização do processamento de queijo
1226 Coalho caprino condimentado com cumaru produzido por agroindústria na Paraíba. **Revista**
1227 **Verde**, v.12, p.562-567, 2017.
- 1228 KIJORA C.; BERGNER H.; GOTZ K. P. et al. Research note: Investigation on the metabolism
1229 of glycerol in the rumen of bulls. **Arch Tierernahr**, v.51, p.341–348, 1998.
- 1230 MCDOWELL, L.R. **Minerais para ruminantes sob pastejo em regiões tropicais,**
1231 **ênfatizando o Brasil.** Departamento de Zootecnia. Centro de Agricultura tropical.
1232 Universidade da Florida, Gainesville. 3ª edição, v.1, p.80, 1999,
- 1233 MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on
1234 performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal Animal**
1235 **Science**, v.87, p.632-638, 2009.
- 1236 MERTENS, D. R.; Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in
1237 feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC**
1238 **International**, v.85, p.1217–1240, 2002.
- 1239 MURPHY, J. J.; MCNEILL, G. P. Effects on milk fat composition and cow performance of
1240 feeding concentrates containing full fat rapessed and maize distillers grains on grass-silage
1241 based diets. **Livestock Production Science**, v.44, p.1–11, 1995.
- 1242 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep,**
1243 **goats, cervids, and new world camelids.** 6th ed. Washington, DC: National Academy Press,
1244 2007.
- 1245 NELSON, D. L.; COX, M. M. **Princípios de bioquímica de Lehninger.** São Paulo: Sarvier,
1246 p.1304, 2011.
- 1247 OR-RASHID M.; WRIGHT T.; MCBRIDE B. Conversão de ácidos graxos microbianos no
1248 rúmen e a subsequente utilização desses ácidos graxos para melhorar a saúde dos produtos
1249 alimentares de ruminantes. **Microbiologia e Biotecnologia Aplicadas**, v.84, p.1033-1043,
1250 2009. [10.1007 / s00253-009-2169-3].
- 1251 PAIVA, P. G.; DEL VALLE, T. A.; JESUS, E. F. et al. Effects of crude glycerin on milk
1252 composition, nutrient digestibility and ruminal fermentation of dairy cows fed corn silage-based
1253 diets. **Animal Feed Science and Technology**, v. 212, p. 136-142, 2016.
- 1254 PARSONS. G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of
1255 finishing heifers fed crud glycerin. **Journal Animal Science**, v. 87, p.653-657, 2009.
- 1256 PEIXOTO, R. M.; ARAÚJO, R. M. P.; PEIXOTO, L. J. S. et al. Composição do leite de cabras
1257 Saanen infectadas experimentalmente com *Staphylococcus aureus* e submetidas a dois
1258 protocolos de tratamento. **Ciência Animal Brasileira**, v.17, p.449-458, 2016.

- 1259 PEREIRA, L. G. R.; MAURÍCIO, R. M.; MENEZES, D. R. et al. Influência da glicerina bruta
1260 na cinética de fermentação ruminal in vitro. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de
1261 Zootecnia, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008.
- 1262 RODRIGUES, F.V., RONDINA, D. Alternativas de uso de subprodutos da cadeia do biodiesel
1263 na alimentação de ruminantes: glicerina bruta. **Acta Veterinária Brasilica**, v.7, p.91-99, 2013.
- 1264 ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C. et al. Effects of glycerol on the growth, adhesion, and
1265 cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**.
1266 v.25, 197–201, 1995.
- 1267 RUAS, J. R. M.; TORRES, C. A. A.; BORGES, L. E. et al. Efeito da Suplementação protéica
1268 a pasto sobre eficiência reprodutiva e concentrações sanguíneas de colesterol, glicose e uréia,
1269 em vacas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p. 2043-2050, 2000.
- 1270 SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Ed. Cary: SAS Institute USA,
1271 2009.
- 1272 SANTOS, R. P.; SOUSA, L. F.; SOUSA, J. T. L. et al. Parâmetros sanguíneos de cordeiros em
1273 crescimento filhos de ovelhas suplementadas com níveis crescentes de propilenoglicol. **Revista**
1274 **Brasileira de Ciências Agrárias**, v.10, p.473-478, 2015. <https://doi.org/10.5039/agraria.v10i3a4924>.
- 1276 SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. **Glycerol as a by-product of biodiesel production in**
1277 **diets for ruminants**. In: Proceedings of the 10th International Rapeseed Congress, Canberra,
1278 Australia, September, v.241, p.26–29, 1999.
- 1279 SHIN, J. H.; WANG, D.; KIM, S. C. et al. Effects of feeding crude glycerin on performance
1280 and ruminal kinetics of lactating Holstein cows fed corn silage-or cottonseed hull-based, low-
1281 fiber diets. **Journal of Dairy Science**, v. 95, p. 4006-4016, 2012.
- 1282 SILVA, C. L. S. DA. **Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de**
1283 **ração para frangos de corte**. Dissertação (Mestrado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de
1284 Queiroz/USP, Piracicaba, p.81, 2010.
- 1285 SILVA, T.M.; OLIVEIRA, R.L.; NASCIMENTO JÚNIOR N.G. et al. Ingestive behavior and
1286 physiological parameters of goats fed diets containing peanut cake from biodiesel. **Tropical**
1287 **Animal Health and Production**, v.48, p.59-66, 2015. <http://dx.doi.org/10.1007/s11250-015-0920-6>.
- 1289 SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein
1290 system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal Animal**
1291 **Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.
- 1292 SOUZA, G. N.; BRITO, J. R. F.; BRITO, M. A. V. P. et al. Composition and bulk tank somatic
1293 cell counts of milk from dairy goat herds in Southeastern Brazil. **Brazilian Journal of**
1294 **Veterinary Research and Animal Science**. v.46, p.19-24, 2009.
- 1295 SÜDEKUM, K.H. Co-products from biodiesel production. In: Recent advances in animal
1296 nutrition. Nottingham: **Nottingham University Press**, v.1, p.201-219, 2008.

- 1297 SKAL, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids and
1298 cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463–2472, 1992.
- 1299 TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; et al.; Ruminal fermentation of
1300 propylene glycol and glycerol. **Journal Agricola Food Chemistry**, v. 55, p. 7043-7051, 2007.
- 1301 VALENTE, T. N. T.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. et al. In situ estimation of
1302 indigestible compounds contents in cattle feed and feces using bags made from different textiles.
1303 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 666-675, 2011.
- 1304 VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral
1305 detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy
1306 Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.
- 1307 VILLA, N.A.; PULGARÍN, E.F.; TABARES, P.A. et al. Medidas corporales y concentración
1308 sérica y folicular de lípidos y glucosa en vacas Brahman fértiles y subfértiles. **Pesquisa
1309 Agropecuária Brasileira**, v.44, p.1198-1204, 2009.
- 1310 WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W. J. et al. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary
1311 excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**. v.121, p.15–
1312 20, 2009.
- 1313 WANG, L.; REN, C.; YOU, J. et al. A novel fluorescence reporter system for the
1314 characterization of dairy goat mammary epithelial cells. **Biochemical and Biophysical
1315 Research Communications**, v. 458, p. 783-789, 2015.
- 1316 WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: Cornell Nutrition Conference
1317 for Feed Manufacturers, **Proceedings...**, Ithaca: Cornell University, v.61, p.176-185, 1999.
- 1318 WILBERT, C. A.; PRATES, E. R.; BARCELLOS, J. O. J. et al. Crude glycerin as an alternative
1319 energy feedstuff for dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 183 p.116-123,
1320 2013.
- 1321 ZAWADSKI, F.; VALERO, M.V.; PRADO, I.V. **Uso de aditivos na dieta de bovinos de
1322 corte**. In: Prado, I.N. (Organizador). *Produção de Bovinos de Corte e Qualidade da Carne*.
1323 Maringá: Eduem, 2010.
1324
1325
1326
1327
1328
1329
1330
1331
1332

1333

1334

1335

1336

1337

1338

1339

1340

1341

1342

1343

1344

1345

1346

CAPÍTULO II

1347

Qualidade do leite e do queijo de cabras alimentadas com glicerina bruta

1348

1349

1350

1351

1352

1353

1354

1355

1356

1357

1358

1359

1360

1361

1362

1363 **Qualidade do leite e do queijo de cabras alimentadas com glicerina bruta**

1364 Rodrigo Barbosa de Andrade*¹, Francisco Fernandes Ramos de Carvalho¹

1365

1366 *autor para correspondência rodrigoandradebarbosa@gmail.com;

1367 ¹Universidade Federal Rural de Pernambuco

1368

RESUMO

1369 Objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta na dieta de cabras leiteiras sobre a
1370 composição do leite, composição e análise sensorial do queijo coalho e perfil de ácidos graxos.
1371 Foram utilizadas 16 cabras da raça Saanen em lactação, sendo 8 pluríparas e 8 primíparas, com
1372 peso corporal médio de 55 ± 6 kg, distribuídas em quatro quadrados latinos (4x4). As dietas
1373 experimentais consistiram de níveis de glicerina bruta: 0 - sem adição de glicerina (dieta-
1374 controle), 50; 100 e 150g/kg de glicerina na dieta de cabras em lactação. Na avaliação dos
1375 nutrientes digestíveis totais pode-se observar maior participação dos carboidratos não fibrosos,
1376 seguido da fibra em detergente neutro, proteína bruta e, por fim, o extrato etéreo. O tratamento-
1377 controle apresentou maior quantidade de nutrientes digestíveis quando comparado aos níveis
1378 de inclusão de glicerina bruta. Para proteína bruta, extrato etéreo e carboidratos não fibrosos
1379 ocorreu decréscimo a partir do nível de 50g/kg de inclusão de glicerina, enquanto para fibra
1380 em detergente neutro, a redução foi a partir do nível de 100g/kg de glicerina bruta ($P<0,05$).
1381 Para o parâmetro gordura do leite, observa-se diferença significativa entre o tratamento-
1382 controle e os níveis de inclusão de glicerina nas dietas e redução linear à medida que a glicerina
1383 foi incluída nas dietas ($P<0,05$). Para sólidos totais, ureia, N-ureico e energia líquida houve
1384 redução à medida que a glicerina substituiu o milho da dieta. Essa redução foi observada
1385 quando a glicerina foi incluída a partir do nível de 10% nas dietas. Para os parâmetros análise
1386 sensorial, o que se observa é diferença para aparência, cor, odor e sabor, em que a inclusão de
1387 glicerina bruta afetou de forma negativa esses atributos. Para aparência, os tratamentos 0 e
1388 50g/kg foram semelhantes entre si; já os de 100 e 150g/kg de glicerina receberam notas
1389 inferiores. Quanto a cor, os tratamentos 0, 50 e 100g/kg foram semelhantes, enquanto o
1390 tratamento com 150g/kg de glicerina recebeu menor nota. O perfil de ácidos graxos apresentou
1391 redução, a partir do nível 100g/kg de glicerina bruta ($P<0,05$). Recomenda-se que a glicerina
1392 bruta pode substituir o milho até o nível de 50g/kg sem comprometer a composição do leite,
1393 composição do queijo coalho, atributos sensoriais e perfil de ácidos graxos.

1394 **Palavras-Chave:** Caprinos; Coproduto; Glicerol; Produtos lácteos.

1395

1396

1397

1398

1399

1400

1401

1402

1403

1404

Quality of milk and cheese from goats fed with crude glycerin

1405

Rodrigo Barbosa de Andrade*¹, Francisco Fernandes Ramos de Carvalho¹

1406

*autor para correspondência rodrigoandradebarbosa@gmail.com;

1407

¹Universidade Federal Rural de Pernambuco

1408

1409

ABSTRACT

1410

1411

1412

1413

1414

1415

1416

1417

1418

1419

1420

1421

1422

1423

1424

1425

1426

1427

1428

1429

1430

1431

1432

1433

1434

This study was to evaluate the effect of including different levels of crude glycerin in partial replacement of ground corn in the diet of dairy goats under a composition of milk and rennet cheese and sensory analysis. 16 lactating Saanen goats were used, 8 pluriparous and 8 primiparous, with an average body weight of 55 ± 6 kg, distributed in four Latin squares (4x4). The experimental diets consisted of different levels of crude glycerin in partial replacement for corn in the following proportions: 0 - without addition of glycerin (control diet), 50; 100 and 150g/kg glycerin in the diet of lactating goats. In the evaluation of total digestible nutrients, a greater participation of non-fibrous carbohydrates can be observed, followed by neutral detergent fiber, crude protein and finally, the ether extract. The control treatment showed a higher amount of digestible nutrients when compared to the levels of inclusion of crude glycerin. For all treatments, inclusion of crude glycerin caused a linear reduction of the parameters. For crude protein, ether extract and non-fibrous carbohydrates, this reduction occurred from the level of 50g/kg inclusion of glycerin, while for neutral detergent fiber and reduction from the level of 100g/kg crude glycerin ($P < 0.05$). For the milk fat parameter, the difference between the treatment and control of levels of inclusion of glycerin in the diets and linear reduction as the glycerin was included in the diets ($P < 0.05$) is observed. For total solids, urea, N-urea and liquid energy, there was a reduction as the glycerin was inserted in the diets, this reduction was observed when the glycerin was included from the level of 100g/kg in the diets. For the sensory analysis parameters, what is observed is a difference in appearance, color, odor and taste, where the inclusion of crude glycerin negatively affected these attributes. Parameters, treatments 0 and 50g/kg were similar to each other, while those of 100 and 150g/kg glycerin received lower scores. As for color, treatments 0, 50 and 100g/kg were similar, while treatment with 150g/kg normal glycerin notes. O perfil de ácidos graxos apresentou redução, a partir do nível 100g/kg de glicerina bruta ($P < 0,05$). In this context, it is recommended that crude glycerin substitutes for corn up to the level of 50g/kg because it does not present changes related to the composition of milk, composition of rennet cheese, sensory attributes and fatty acids profile.

1435

Keywords: Co-product; Glycerol; Small ruminants; Dairy products.

1436

1437

1438

1439

1440

1441

1442

1443

1444

1445 1. INTRODUÇÃO

1446 A criação de caprinos é uma das principais ferramentas para sobrevivência em áreas
1447 onde os recursos são limitados, o que possibilita muitas vezes um meio de sobrevivência e
1448 fonte de renda para pequenos produtores com seus produtos nutritivos e saudáveis (MILLER;
1449 LU, 2019). A produção de leite de cabra no Brasil é pequena comparada à produção de leite
1450 de vaca, mas, conforme Delgado-Júnior *et al.* (2020), o leite de cabra apresenta uma grande
1451 importância na geração de emprego, subsistência e como fonte de renda.

1452 Devido às características nutricionais do leite caprino, tem aumentado o interesse pelos
1453 derivados nas mais diferentes regiões do Brasil (GOLINELLI *et al.*, 2014). O leite caprino,
1454 assim como seus derivados, apresentam melhor digestibilidade, importante fonte de cálcio,
1455 altos valores nutricionais e de proteínas, além de ser considerado hipoalergênico (SANTANA
1456 *et al.*, 2021), isso por conta do tamanho dos glóbulos de gorduras e a composição dos ácidos
1457 graxos (SILANIKOVE *et al.*, 2010). Esses fatores mostram o quanto o mercado de produtos
1458 lácteos de origem caprina é promissor. Um desses principais produtos é o queijo coalho,
1459 tradicionalmente nordestino, um dos queijos mais produzidos com leite de cabra (MAMEDE
1460 *et al.*, 2010).

1461 Apesar da criação de caprinos apresentar um fluxo bem dinâmico, bom valor agregado
1462 e suas facilidades de manejo, tendo sua viabilidade comprovada (FELISBERTO *et al.*, 2016),
1463 essa atividade ainda é considerada uma atividade de subsistência realizada em sua maioria por
1464 pequenos produtores. Nesse sentido, a utilização de coprodutos das agroindústrias surge como
1465 alternativa para viabilizar, sistemas de produção e reduzir o impacto ambiental. Entre as muitas
1466 possibilidades, a glicerina bruta surge como coproduto muito promissor, em face da sua
1467 disponibilidade. A glicerina bruta é resultante do processo de fabricação do Biodiesel e em
1468 sua composição tem como principais componentes, o glicerol e ácidos graxos não esterificados
1469 (CHANJULA *et al.*, 2018).

1470 Com relação aos resultados da utilização da glicerina bruta na dieta de ruminantes são
1471 encontradas bastante divergências, principalmente quando observamos a produção e a
1472 composição do leite, em que Omazic *et al.* (2013) e Saleem *et al.* (2018), trabalhando com vacas
1473 e búfalas, respectivamente, relataram melhorias na produção e composição do leite. Resultados
1474 diferentes encontraram dos encontrados por Paiva *et al.* (2016) e Porcu *et al.* (2018), que
1475 verificaram acentuada redução tanto na produção quanto nos sólidos do leite em vacas e
1476 ovelhas, respectivamente. Outros autores (EZEQUIEL *et al.*, 2015), trabalhando com vacas, e
1477 Thoh *et al.* (2017), com cabras leiteiras, não identificaram alterações para nenhum desses
1478 parâmetros. Essas diferentes respostas podem estar ligadas ao grau de pureza, à composição da

1479 glicerina e às impurezas resultantes do processo de fabricação, entre eles o metanol e as
1480 combinações de ingredientes utilizados nas dietas, além da própria espécie animal. Isso
1481 evidencia a necessidade de mais estudos dos efeitos do glicerol sobre a composição do leite
1482 caprino assim como seus derivados, por conta do número limitado de estudos sobre o tema e na
1483 perspectiva de avaliar o potencial desse ingrediente na dieta de cabras em lactação. A hipótese
1484 é que a glicerina bruta pode substituir o milho sem comprometer a composição do leite e do
1485 queijo de cabras. Com isso, o objetiva-se avaliar a composição, qualidade físico-química, perfil
1486 de ácidos graxos do leite e a composição e atributos sensoriais do queijo coalho de cabras,
1487 alimentadas com glicerina bruta.

1488

1489 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

1490 Todos os procedimentos experimentais com os animais foram realizados com
1491 autorização da Comissão de Ética no Uso de Animais (CEUA) da Universidade Federal Rural
1492 de Pernambuco (UFRPE; licença 059/2016) e do Comitê para Uso de Humanos da
1493 Universidade Federal de Pernambuco (UFPE; licença 3.689.321). O experimento foi conduzido
1494 no setor de Caprinocultura do Departamento de Zootecnia (DZ), na UFRPE, (coordenadas
1495 08°01'15,1''S e 34°56'3,2''W), clima (tipo As' e Ams' classificação climática de Koppen)
1496 quente e úmido, precipitação acima de 1000 mm, temperatura média do ar superior a 26° C e
1497 umidade relativa do ar alta, com variação de 79,2 a 90,7% nos meses com maior ocorrência de
1498 chuvas (abril a julho), podendo chegar até 100%.

1499 **2.1 ANIMAIS, MANEJO E DELINEAMENTO EXPERIMENTAL**

1500 Foram utilizadas dezesseis cabras da raça Saanen em lactação, sendo oito pluríparas (\pm
1501 4,0 anos de idade) e oito primíparas (\pm 1,6 anos de idade), com peso corporal médio de 55 ± 6
1502 kg e produção média de 3,0 kg/leite/dia. Duas semanas após o parto, os animais foram
1503 transferidos para as baias, onde passaram mais 14 dias para adaptação às instalações. As fêmeas
1504 foram identificadas, pesadas e tratadas contra ecto e endoparasitos antes do início do período
1505 experimental. Em seguida, foram alojadas em instalações higienizadas em galpão coberto com
1506 telhas de barro, mantidas individualmente em baias de madeira medindo 1,10 x 1,20 m,
1507 suspensas a 60 cm do solo e providas de comedouro e bebedouro.

1508 Os animais foram distribuídos em quatro quadrados latinos (4x4) simultâneos,
1509 distribuídos conforme ordem de parição (pluríparas e primíparas) e produção, e a partir daí,
1510 distribuídas aleatoriamente nos tratamentos. O experimento teve duração de 76 dias,
1511 correspondendo a quatro períodos de 19 dias no total (14 dias de adaptação as dietas e 5 dias

1512 de coleta de dados e amostras). Ao final de cada período de 19 dias foram realizadas pesagens
1513 dos animais com o objetivo de acompanhar o consumo de alimentos por peso vivo (PV).

1514 As dietas foram fornecidas *ad libitum* na forma de mistura completa, permitindo se
1515 sobras de aproximadamente 150 g/kg de MS. Os animais recebiam a dieta duas vezes ao dia,
1516 logo após a finalização de cada ordenha, aproximadamente às 07h30 e às 15h00, tendo água
1517 limpa e fresca sempre à disposição.

1518 As dietas experimentais consistiram de diferentes níveis de glicerina bruta em inclusão
1519 parcial ao milho nas seguintes proporções: 0 – sem adição de glicerina (dieta controle), 50, 100
1520 e 150 g/kg de glicerina na dieta de cabras em lactação. Para o fornecimento da Glicerina, esta
1521 foi pesada diariamente e misturada ao alimento volumoso (feno de capim Tifton) e ao
1522 concentrado (milho moído, farelo de soja, suplemento mineral e sal comum) no momento do
1523 fornecimento da dieta. A Glicerina Bruta utilizada no experimento foi doada pelo Centro de
1524 Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE). A composição química-bromatológica dos
1525 ingredientes utilizados para compor as dietas consta na Tabela 1.

1526

1527 **Tabela 1.** Composição químico-bromatológica dos ingredientes utilizados nas dietas
1528 experimentais

Variável (g/kg de MS)	Feno de tifton	Milho moído	Farelo de Soja	Glicerina bruta
Matéria Seca (g/kg de alimento MN)	876,0	871,9	884,0	742,4
Matéria Orgânica	918,3	981,8	928,6	920,0
Matéria Mineral	81,7	18,2	71,4	80,0
Proteína bruta	94,2	86,5	529,3	29,0
Extrato etéreo	29,5	32,5	38,3	18,4
Fibra em detergente neutro cp ¹	760,8	122,7	254,3	0,00
Fibra em detergente neutro i ²	256,9	6,7	4,4	0,00
Carboidratos não fibrosos	2,3	740,1	106,7	898,7
Glicerol	0,0	0,0	0,0	616,1
Metanol	0,0	0,0	0,0	3,8

1529 ¹Corrigido para cinzas e proteína; ²Fibra em detergente neutro indigestível.

1530 As dietas foram calculadas de acordo com o NRC (2007) para atender às exigências
1531 nutricionais de cabras em lactação, pesando em média 50kg e média de produção de 3,0 kg de
1532 leite/dia (Tabela 2).

1533

1534

1535

1536 **Tabela 2.** Proporção dos ingredientes e composição química-bromatológica das dietas
 1537 experimentais

Ingredientes (g/kg de MS)	Níveis de glicerina bruta (g/kg)			
	0	50	100	150
Feno de tifton	400	390	380	370
Milho grão	440	390	340	290
Farelo de soja	125	137	149	161
Glicerina bruta	0	50	100	150
Suplemento mineral ¹	25	25	25	25
Sal comum	10	8	6	4
Composição química-bromatológica (g/kg)				
Matéria seca (g/kg de alimento MN)	878,8	872,2	865,6	859,1
Matéria orgânica	915,4	914,2	913,1	912,0
Matéria mineral	84,6	85,8	86,9	88,0
Proteína bruta	141,9	143,1	144,3	145,6
Extrato etéreo	30,9	30,3	29,8	29,3
Fibra em detergente neutro ²	390,1	379,4	368,7	358,0
Fibra em detergente neutro i ³	106,2	103,4	100,6	97,7
Carboidratos não fibrosos	340,0	349,0	358,0	367,0
Glicerol	0,0	30,8	61,6	92,4
Metanol	0,0	0,2	0,3	0,5

¹Níveis de garantia (nutrientes/kg): Cálcio-150g; Enxofre-12g; Fósforo-65g; Magnésio-6.000mg; Sódio-107g; Cobre- 100mg; Cobalto-175mg; Ferro-1000mg; Flúor máximo-650mg; Iodo-175mg; Manganês-1440mg; Selênio-27mg e Zinco- 6000mg. ²Corrigida para cinzas e proteínas; ³Fibra em detergente neutro indigestível

1538

1539 2.2 COLETA DE DADOS E AMOSTRAS

1540 As ordenhas foram realizadas diariamente e de forma manual, sempre pelo mesmo
 1541 ordenhador, duas vezes ao dia (6h00 e 14h00). Antes de proceder a ordenha, os tetos foram
 1542 lavados com água clorada e secos com toalhas de papel e, em seguida, testados para mastite
 1543 (teste da caneca de fundo preto). Após cada ordenha, os tetos das cabras foram mergulhados
 1544 em solução de iodo glicerinado a 2%. Após a ordenha, o leite foi pesado, computando-se as
 1545 produções individuais.

1546 Para as análises físico-químicas e perfil de ácidos graxos, durante o 16º ao 18º dia de
 1547 cada período experimental foram coletadas amostras de leite de cada animal nos diferentes
 1548 horários das ordenhas, sendo coletado 10% do leite obtido pela ordenha da manhã mais 10% da
 1549 ordenha da tarde. As amostras do leite da manhã foram acondicionadas em ambiente refrigerado
 1550 (4°C) para serem posteriormente misturadas à amostra de leite coletado na ordenha da tarde,
 1551 formando uma amostra composta por animal/período.

1552 A produção de leite foi medida diariamente pela soma das duas ordenhas diárias, sendo
 1553 corrigida para 3,5% de gordura (PLCG), utilizando-se equação proposta por SKLAN *et. al.*,
 1554 (1992): $PLCG = (0,432 + 0,1625 \times \%G) \times \text{kg/dia de leite}$, em que: %G = percentual de gordura
 1555 do leite.

1556 Para determinar a composição centesimal do leite foram realizadas coletas de leite das
1557 duas ordenhas diárias, em três dias seguidos durante cada período experimental e enviadas em
1558 recipientes padronizados e identificados com conservante bromopol, em caixas isotérmicas com
1559 gelo, para o Laboratório de Qualidade do Leite do Departamento de Zootecnia da UFRPE, para
1560 as análises de gordura, proteína, lactose e sólidos totais, realizadas pelo equipamento Bentley®
1561 2000 (Bentley 2000, Bentley instrument, Inc. Minnesota, USA). A contagem de células
1562 somáticas foi feita utilizando-se um contador eletrônico Somacount 500.

1563 A fabricação dos queijos de coalho correspondentes a cada tratamento, assim como as
1564 análises físico-química e sensorial, foi realizada no Laboratório de Tecnologia do Leite (LTL)
1565 do Departamento de Química da Universidade Federal de Pernambuco (UFPE). Foram
1566 utilizados os protocolos propostos pelo LTL para a fabricação do queijo de coalho seguindo as
1567 etapas: 1) Pasteurização do leite (65°C por 30 min); 2) Resfriamento até 35°C; 3) Adição de
1568 cloreto de cálcio (CaCl₂ - 0,001% p/v); 4) Adição do coalho (0,001% p/v); 5) Corte da coalhada;
1569 6) Homogeneização; 7) Dessoragem – retirada do soro; 8) Salga – adição de cloreto de sódio
1570 (NaCl) 2% para cada 10 L de leite; 9) Prensagem, 10) Embalagem a vácuo e 11) Maturação (7
1571 dias). A maturação foi realizada em condições de refrigeração a 10°C (± 1°C), conforme
1572 recomendação do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Queijo de Coalho
1573 (BRASIL, 2001). Após este período de maturação, as amostras foram submetidas às análises
1574 físico-químicas e sensoriais.

1575 O rendimento dos queijos foi calculado utilizando a equação sugerida por Yunes e
1576 Benedet (2000):

$$1577 \quad R (\%) = (Pq/Pf) \times 100,$$

1578 Em que: R = Rendimento; Pq = Peso do queijo coalho e Pf = peso Leite + Ingredientes.

1579 A determinação do pH foi mensurado por meio do auxílio de pHmetro, a acidez dornic
1580 por meio de método titulométrico, sendo analisada a acidez em ácido láctico. Para umidade
1581 utilizou-se o processo de secagem até a obtenção de peso constante (AOAC 925.23); para
1582 análise de cinzas, as amostras foram incineradas em temperatura a 600°C, gordura utilizando o
1583 Lactobutirômetro de Gerber pelo método IAL 465 IV, proteína pelo método de Micro-Kjedahl,
1584 com o fator 6,38 multiplicando pela porcentagem de nitrogênio (AOAC, 991.20 e 991.23).

1585 Para a análise sensorial, utilizou-se amostras de cubos com 30g do queijo coalho
1586 distribuídas em copos descartáveis codificados com números de três dígitos definidos de forma
1587 aleatória para 100 provadores não treinados, em cabines individuais, utilizando-se escala
1588 hedônica de sete pontos, considerando os atributos sabor, suculência, aroma, cor e textura. Os

1589 sete pontos da escala consistiram em: 1 – desgostei muito; 2 – desgostei moderadamente; 3 –
1590 desgostei ligeiramente; 4 – nem gostei nem desgostei; 5 – gostei ligeiramente; 6 – gostei
1591 moderadamente; 7 – gostei muito. Para remover o sabor residual entre as amostras foi servida
1592 água a temperatura ambiente e uma bolacha sem sal.

1593 Para o perfil de ácidos graxos as amostras de leite foram liofilizadas no Centro de Apoio
1594 a Pesquisa (CENASPESQ) e enviadas para o Laboratório de Sistemas de Produção Animal do
1595 Departamento de Medicina Veterinária da Universidade de Lisboa para realização das análises.

1596

1597 2.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

1598 Os dados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Bartlett para verificar a
1599 normalidade dos resíduos e homogeneidade das variâncias, respectivamente. Uma vez que as
1600 premissas foram atendidas, os dados foram submetidos à análise de variância e regressão,
1601 utilizando o procedimento MIXED do programa estatístico SAS (versão 9.4, SAS Institute Inc.,
1602 Cary, NC, USA), assumindo-se 5% ($P < 0,05$) como nível de significância para o erro tipo I.

1603 Para análise sensorial dos queijos coalho foi utilizado delineamento em blocos
1604 completos casualizados com 100 provadores não treinados. Inicialmente, foi realizado teste de
1605 ordenação para a preferência, em seguida, foram analisadas as pontuações para aparência, cor,
1606 odor, sabor, textura, impressão global e intenção de compra dos queijos. Nenhum desses
1607 parâmetros avaliados mostrou uma distribuição normal dos resíduos. Portanto, foi utilizado o
1608 teste não paramétrico de Friedman, que considerou o avaliador como um bloco para comparar
1609 os efeitos do tratamento com níveis de inclusão da glicerina bruta, assumindo-se nível de
1610 significância de 5%. Quando o teste de Friedman foi significativo, a diferença mínima
1611 significativa (DMS) foi calculada para determinar se os valores médios diferiam ($P < 0,05$).

1612

1613 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1614 3.1 RESULTADOS

1615 A produção de leite não foi alterada ($P > 0,05$; Tabela 3) com a inclusão da glicerina
1616 bruta; entretanto, quando a produção de leite foi corrigida para 3,5% de gordura (PLCG_{3,5%})
1617 observou-se redução na produção de leite ($P < 0,05$). A redução na PLCG_{3,5%} também ocorreu a
1618 partir do nível de inclusão de glicerina bruta de 100 g/kg; já a dieta-controle e com 50 g/kg de
1619 glicerina permaneceram semelhantes ao controle.

1620 Não foi observada diferença entre o tratamento-controle e níveis de inclusão de glicerina
 1621 nem quanto aos níveis de inclusão de glicerina para as variáveis: proteína, lactose, extrato seco
 1622 desengordurado (ESD), caseína e contagem de células somáticas (CCS).

1623 Para a variável gordura do leite, observa-se diferença significativa entre o tratamento-
 1624 controle e os níveis de inclusão de glicerina nas dietas e redução linear à medida que a glicerina
 1625 foi incluída nas dietas ($P < 0,05$; Tabela 3). Para sólidos totais, ureia, N-ureico e energia líquida
 1626 houve redução à medida que a glicerina foi inserida nas dietas. E essa redução foi observada
 1627 quando a glicerina foi inclusa a partir do nível de 100 g/kg nas dietas.

1628

Tabela 3. Produção e composição do leite de cabras alimentadas com diferentes níveis de glicerina bruta

Variável	Níveis de Glicerina Bruta (g/kg)				EPM	p-Valor		
	0	50	100	150		T	L	Q
Produção de leite (kg)	3,046	3,160	3,050	2,985	0,0812	0,1968	0,2200	0,1086
PLCG (kg)	2,597	2,598	2,414*	2,330*	0,0699	0,0013	0,0002 ³	0,4208
Composição do leite								
Gordura (g/100g)	2,594	2,410*	2,197*	2,088*	0,0440	<0001	<0001 ⁴	0,3795
Proteína (g/100g)	2,635	2,607	2,575	2,645	0,0245	0,3715	0,9891	0,1162
Lactose (g/100g)	3,829	3,850	3,848	3,853	0,0201	0,6758	0,3132	0,5994
Sólidos totais (g/100g)	9,963	9,829	9,583*	9,526*	0,0710	0,0002	<0001 ⁵	0,5738
ESD (g/100g)	7,387	7,438	7,386	7,457	0,0369	0,4820	0,3886	0,8024
Ureia (mg/dL)	19,399	17,782	15,551*	14,988*	0,7817	0,0005	<0001 ⁶	0,4522
N-uréico (mg/dL)	8,969	8,089	7,213*	6,996*	0,3744	0,0006	<0001 ⁷	0,3003
Caseína (g/100g)	2,167	2,145	2,122	2,165	0,0204	0,4234	0,7832	0,1424
CCS (x1000cel/mL)	843,440	950,550	824,240	845,640	68,8290	0,6930	0,7488	0,6084
Energia líquida (mcal/Kg)	0,536	0,519	0,498*	0,492*	0,0048	<0001	<0001 ⁸	0,3609

1629 *Difere do tratamento controle (0%) pelo teste de Dunnett ($P < 0,05$); EPM – erro padrão da média; T –
 1630 tratamento; L – linear; Q – quadrático; MS – matéria seca; EE – extrato etéreo; PLCG – produção de leite
 1631 corrigido pra produção de leite corrigido para 3,5% de gordura; ESD – extrato seco desengordurado; CCS –
 1632 contagem de células somáticas; ³Y=2,58455-0,02150x; ⁴Y=2,52605-0,03404x; ⁵Y=9,89908-0,02946x;
 1633 ⁶Y=19,46802-0,32909x; ⁷Y=8,86597-0,15864x; ⁸Y=0,52740-0,00276x

1634 Quanto ao perfil de ácidos graxos do leite (Tabela 4), observamos que até 50g/kg MS
 1635 de inclusão de glicerina bruta não exerceu nenhuma influência ($P > 0,05$). Nos demais
 1636 tratamentos 100 e 150g/kg as respostas variaram tanto de forma positiva quanto negativa sobre
 1637 os ácidos saturados, monoinsaturados e poliinsaturados.

1638

1639

1640

1641

1642

1643 **Tabela 4.** Concentrações de ácidos graxos (g/100 g total AG) no leite de cabras recebendo dietas com
 1644 diferentes níveis de glicerina bruta

Ácidos Graxos (g/100 g total)	Glicerina bruta (g/kg de Leite)				EPM	<i>p</i> -valor		
	0	50	100	150		T	L	Q
Saturados								
C4:0	1,783	1,705	1,762	1,868	0,028	0,085	0,117	0,0415 ¹
C6:0	2,269	2,186	2,399	2,464*	0,037	0,0038*	0,0023 ²	0,166
C8:0	2,740	2,723	3,1194*	3,252*	0,066	0,0006*	0,0002 ³	0,425
C10:0	9,559	10,150	11,376*	11,440*	0,246	<0001*	<0001 ⁴	0,109
C12:0	4,303	4,665	5,700*	5,809*	0,141	<0001*	<0001 ⁵	0,444
a-C13:0	0,042	0,045	0,055*	0,054*	0,003	0,005	0,0008 ⁶	0,928
C13:0	0,082	0,104	0,167*	0,175*	0,007	<0001*	<0001 ⁷	0,530
i-C14:0	0,121	0,133	0,106	0,105	0,005	0,025*	0,035 ⁸	0,377
C14:0	11,864	11,600	12,051	11,870	0,175	0,571	0,650	0,854
i-C15:0	0,231	0,212	0,204	0,204	0,007	0,373	0,116	0,408
a-C15:0	0,550	0,532	0,488	0,445*	0,013	0,0108*	0,0011 ⁹	0,555
C15:0	0,806	0,862	1,092*	1,081*	0,028	<0001*	<0001 ¹⁰	0,363
i-C16:0	0,248	0,226	0,198*	0,187*	0,009	0,0121*	0,0014 ¹¹	0,666
C16:0	25,159	24,931	25,225	25,411	0,467	0,901	0,629	0,657
i-C17:0	0,282	0,293	0,257	0,229*	0,009	0,0100*	0,0041 ¹²	0,168
a-C17:0	0,441	0,415	0,374*	0,345*	0,010	<0001*	<0001 ¹³	0,867
C17:0	0,536	0,567	0,579	0,601*	0,012	0,192	0,0327 ¹⁴	0,829
C18:0	8,919	8,860*	7,707*	6,936*	0,221	<0001*	<0001 ¹⁵	0,119
C20:0	0,231	0,219	0,219	0,206	0,006	0,214	0,0469 ¹⁶	0,947
C21:0	0,039	0,031	0,047	0,043	0,004	0,095	0,177	0,662
C22:0	0,068	0,067	0,060	0,052	0,003	0,102	0,0188 ¹⁷	0,450
Monoinsaturados								
C12:1	0,097	0,098	0,151*	0,148*	0,007	<0001*	<0001 ¹⁸	0,804
C14:1c9	0,180	0,177	0,190	0,201	0,009	0,189	0,062	0,390
C16:1c7	0,326	0,363	0,433*	0,455*	0,016	<0001*	<0001 ¹⁹	0,669
C16:1c9	0,489	0,494	0,535	0,562*	0,025	0,0247*	0,0038 ²⁰	0,551
C17:1c9	0,234	0,242	0,262	0,296*	0,016	0,076	0,0137 ²¹	0,468
C18:1t6/t7/t8	0,140	0,134	0,100*	0,096*	0,005	<0001*	<0001 ²²	0,768
C18:1t9	0,153	0,158	0,123*	0,118*	0,005	<0001*	<0001 ²³	0,334
C18:1t10	0,205	0,188	0,163*	0,154*	0,007	0,0018*	0,0002 ²⁴	0,644
C18:1t11	0,549	0,557	0,439*	0,396*	0,019	<0001*	<0001 ²⁵	0,200
C18:1t12	0,169	0,187	0,144	0,148	0,006	0,0137*	0,0241 ²⁶	0,494
C18:1c9	21,441	22,604	19,805	20,585	0,649	0,112	0,162	0,818
C18:1t15	0,064	0,059	0,036*	0,041*	0,003	<0001*	<0001 ²⁷	0,239
C18:1c11	0,349	0,325	0,307	0,342	0,013	0,380	0,665	0,124
C18:1c12	0,096	0,099	0,084	0,097	0,006	0,205	0,656	0,342
C18:1c13	0,004	0,014	0,007	0,004	0,002	0,103	0,664	0,052
C18:1t16/c14	0,116	0,101	0,084*	0,075*	0,004	<0001*	<0001 ²⁸	0,504
C19:1	0,068	0,083	0,080	0,087*	0,004	0,057	0,0168 ²⁹	0,366
C20:1	0,015	0,008	0,006	0,004	0,002	0,196	0,0417 ³⁰	0,531

Poliinsaturados									
C18:2n-6	2,407	2,358	2,211*	2,206*	0,057	0,0158*	0,0127 ³¹	0,290	
C18:3n-6	0,026	0,027	0,027	0,026	0,004	0,996	0,956	0,827	
C18:3n-3	0,310	0,302	0,279	0,316	0,010	0,328	0,929	0,153	
CLA-c9t11	0,416	0,406	0,372*	0,369*	0,012	0,0003*	0,0003 ³²	0,245	
C20:2n-6	0,005	0,008	0,007	0,006	0,002	0,808	0,912	0,406	
C20:3n-6	0,018	0,017	0,016	0,015	0,002	0,100	0,0499 ³³	0,253	
C20:4n-6	0,170	0,162	0,181	0,176	0,006	0,221	0,272	0,784	
Total de AG (mg/g de MS)	232,61	218,33	204,67*	199,16*	5,2067	0,004*	0,0004 ³⁴	0,5028	

1645 *Difere do tratamento controle (0%) pelo teste de Dunnett (P<0,05); EPM – erro padrão da média; T – tratamento;
 1646 L – linear; Q – quadrático; ¹Y=1,78609 - 0,02231 + 0,00189X²; ² Y=2,21027 + 0,01605X; ³Y=2,66155 +
 1647 0,03642X; ⁴ Y=9,64477 + 0,13885X; ⁵ Y=0,35845 + 0,01471X; ⁶ Y=4,24769 + 0,11582X; ⁷ Y=0,04103 +
 1648 0,00117X; ⁸ Y= 0,09063 + 0,00426X; ⁹Y = 0,08130 + 0,00693X; ¹⁰ Y= 0,13157 - 0,00187X; ¹¹ Y=0,55558 -
 1649 0,00688X; ¹² Y=0,80429 + 0,02127X; ¹³Y=0,25262 - 0,00487X; ¹⁴Y=0,29722 - 0,00419X; ¹⁵ Y=0,32930 +
 1650 0,00881X; ¹⁶ Y=0,49393 + 0,00406X; ¹⁷ Y=0,43619 - 0,00619X; ¹⁸ Y=0,54200 + 0,00400X; ¹⁹ Y=0,22961 +
 1651 0,00400X; ²⁰ Y=9,36283 - 0,15481X; ²¹ Y=0,14182 - 0,00327X; ²² Y=0,16131 - 0,00306X; ²³ Y=0,20194 -
 1652 0,00349X; ²⁴ Y=0,55655 - 0,00961X; ²⁵ Y=0,17915 - 0,00229X; ²⁶ Y=0,06438 - 0,00191X; ²⁷ Y=0,11330 -
 1653 0,00265X; ²⁸Y=2,393489 - 0,01880X; ²⁹ Y=0,07035 + 0,00111X; ³⁰Y=0,23178 - 0,00167X; ³¹ Y=0,01327 -
 1654 0,00070352X; ³² Y=0,41721 - 0,00584X; ³³ Y=0,06936 - 0,00098434X; ³⁴ Y=0,01324 + 0,00063445X

1655

1656

1657

1658 A maior parte dos ácidos graxos saturados aumentou linearmente (P<0,05; Tabela 4)
 1659 com a inclusão da glicerina, por outro lado, i-C14:0; a – C 15:0; i- C16:0; i- C17:0; a- C17:0 e
 1660 C 18:0 reduziram linearmente (P<0,05), nos tratamentos com maior concentração de glicerina
 1661 bruta. Apenas o C4:0 que apresentou efeito quadrático (P<0,05) aumentando à medida que se
 1662 incluiu a glicerina bruta na dieta e para os ácidos graxos: C14:0; C15:0; C16:0; C21:0 e C22:0
 1663 não foi observado diferença estatística entre os tratamentos (P>0,05).

1663

1664

1665

1666

1667

1668

1669

1670

1671

1672

1673

1674

1675

1676

1677

1678

1679

1680

1681

1682

1683

1684

1685

1686

1687

1688

Os ácidos graxos monoinsaturados C12:1; C16:1 *cis* 7; C16:1 *cis* 9; C17:1 *cis* 9; C19:1;
 C20:1 aumentaram linearmente (P<0,05; tabela 4) à medida que se incluiu a glicerina nas dietas.
 Já os ácidos graxos C18:1 *trans* 6/ *trans* 7/ *trans* 8; C18:1 *trans* 9; C 18:1 *trans* 10; C18:1 *trans*
 11; C18:1 *trans* 15; C18:1 *trans* 16/ *cis* 14; C20:1 apresentaram comportamento inverso aos
 dados citados acima, reduzindo linearmente com a inclusão da glicerina bruta (P<0,05). Os
 demais ácidos C14:1 *cis* 9; C18:1 *trans* 12; C18:1 *cis* 9; C18:1 *cis* 11; C18:1 *cis* 12; C18:1 *cis*
 13 não foram afetados pela inclusão da glicerina bruta.

A maioria dos ácidos graxos poliinsaturados não foram influenciados (P>0,05) pelos
 tratamentos. Apenas o C18:2 *n-6* e CLA *cis* 9 *trans* 11 diminuíram linearmente (Tabela 4;
 P<0,05), assim como o total de ácidos graxos (mg/g de MS) com a inclusão da glicerina bruta.

Quanto às características físico-químicas do queijo coalho, pôde-se observar diferença
 do queijo do tratamento controle e dos queijos provenientes dos tratamentos com adição de
 glicerina bruta nas dietas para os parâmetros gordura (menor valor em 150 g/kg) e pH
 (menores valor para 50, 100 e 150 g/kg) (P<0,05; Tabela 5). Para os demais variáveis não foi

1677 observada diferença entre o tratamento-controle e os níveis de glicerina para as características
 1678 do queijo coalho ($P>0,05$). Quando as características físico-químicas são avaliadas para os
 1679 níveis de glicerina, observou-se redução linear para a gordura e aumento para cinzas, pH e
 1680 acidez Dornic ($P<0,05$; Tabela 5).

1681

1682 **Tabela 5.** Características físico-químicas e rendimento do queijo coalho de leite de cabras recebendo
 1683 dietas com diferentes níveis de glicerina bruta

Variáveis	Níveis de glicerina (g/kg)				EPM	p-Valor	
	0	50	100	150		L	Q
Gordura	15,59	13,62	13,37	10,69*	0,564	0,0040 ¹	0,6386
Umidade	59,61	61,72	61,19	62,45	0,592	0,1223	0,6671
Cinzas	3,16	3,46	3,58	3,92	0,133	0,0120 ²	0,8978
Proteína	17,60	17,46	17,79	19,46	0,843	0,3960	0,5405
pH	6,38	6,61*	6,69*	6,67*	0,036	0,0010	0,0146 ³
Acidez Dornic	10,20	10,87	11,87	14,61	0,683	0,0271 ⁴	0,3606
Rendimento	12,47	13,73	13,77	13,65	0,347	0,4086	0,6340

1684 *Difere do tratamento controle (0%) pelo teste de Dunnett ($P<0,05$); EPM – erro padrão da média; T – tratamento;
 1685 L – linear; ¹ $Y= 15,47465-0,28710x$; ² $Y= 3,14318+0,05555x$; ³ $Y= 6,37024+0,05875x - 0,00257x^2$; ⁴ $Y= 9,52304$
 1686 $+ 0,30645x$

1687

1688 Em relação à análise sensorial, o que se observa é diferença para aparência, cor, odor e
 1689 sabor, em que a inclusão de glicerina bruta interferiu de forma negativa esses atributos. Para
 1690 aparência, os tratamentos 0 e 50 g/kg foram semelhantes entre si; já os de 100 e 150 g/kg de
 1691 glicerina receberam notas inferiores. Quanto a cor, os tratamentos 0, 50 e 100 g/kg foram
 1692 semelhantes, enquanto o tratamento com 150 g/kg de glicerina recebeu menor nota. Já para
 1693 odor, apenas o tratamento sem glicerina se mostrou com cheiro mais agradável quando
 1694 comparado aos demais tratamentos. A maior classificação para o parâmetro sabor foi observado
 1695 para o tratamento sem glicerina, sendo o tratamento com 150 g/kg o de menor aceitação, por
 1696 ter recebido a menor nota. A textura observada para os queijos coalho não foram diferentes
 1697 entre os tratamentos ($P>0,05$; Tabela 6).

1698 **Tabela 6.** Pontos médios das características sensoriais, impressão global e intenção de compra do queijo
 1699 coalho de leite de cabras recebendo dietas com diferentes níveis de glicerina bruta

Ítem ¹	Níveis de glicerina bruta (g/kg)				FT ²	p-Valor ³
	0	50	100	150		
Aparência	6,50a	6,30a	6,05b	5,97b	34,50	<,0001
Cor	6,38a	6,36a	6,33a	6,14b	14,71	0,0021
Odor	5,57a	5,27b	5,09b	5,08b	15,00	0,0018
Sabor	6,10a	5,84b	5,82b	5,36c	17,86	0,0005
Textura	5,44	5,25	5,01	4,86	4,27	0,2340
Impressão global	5,63a	5,62a	5,26b	4,92b	23,99	<,0001
Intenção de compra	4,09a	3,94a	3,25b	3,28b	37,97	<,0001

1700 ¹ Escala hedônica estruturada de 7 pontos;

1701 ² Teste não paramétrico de Friedman (Friedman test);

1702 ³ Letras diferentes na mesma linha indicam diferenças significativas entre os tratamentos.

1703 De forma geral, a impressão global dos provadores foi que, os melhores queijos foram
1704 aqueles do tratamento com 0 e 50 g/kg de MS de inclusão de glicerina. Para a intenção de
1705 compra, os tratamentos com 0 e 50 g/kg de MS de glicerina receberam os maiores escores
1706 quando comparados aos tratamentos com maiores níveis de glicerina nas dietas.

1707 3.2 DISCUSSÃO

1708 Apesar de a produção de leite não ter apresentado diferenças significativas, quando
1709 observamos a produção de leite corrigida para 3,5% de gordura encontramos redução a partir
1710 do nível de inclusão de glicerina de 100 e 150g/kg da MS da dieta (Tabela 3). Esses fatores
1711 podem ter ocorrido porque nesses tratamentos houve uma redução acentuada, no teor de gordura
1712 do leite (Tabela 9) (THOH *et al.*, 2017). Quando o glicerol é adicionado à dieta, causa o
1713 aumento na produção de propionato, reduzindo a proporção de acetato, sendo considerado o
1714 principal motivo da redução da gordura do leite (BAJRAMAJ *et al.*, 2017), por ser a principal
1715 fonte de carbono para síntese de novo na glândula mamária (EL-NOR *et al.*, 2010). Esses
1716 fatores influenciaram também na redução dos sólidos totais, por conta da redução de cerca de
1717 19,5% da gordura de leite que compõe os sólidos totais (Tabela 9).

1718 A ureia, N-ureico e energia líquida da lactação, reduziram linearmente conforme a
1719 inclusão da glicerina bruta de forma mais acentuada nos tratamentos 100 e 150 g/kg (Tabela 9).
1720 Esse parâmetro pode ser utilizado como ferramenta para acompanhar a eficiência alimentar da
1721 proteína e a sua relação com a energia das dietas (RIOS *et al.*, 2001). Esses resultados podem
1722 ser explicados pela redução da disponibilidade de carboidratos no rúmen (Tabela 2 e 8),
1723 associados ao menor CMS, à medida que ocorreu a inclusão da glicerina (CNF – redução de
1724 339,9 para 232,7 g/kg - Tabela 3), tendo efeitos sobre a utilização dos compostos nitrogenados
1725 (Tabela 3) que servem de fontes de energia para os microrganismos ruminais, sendo importantes
1726 para síntese de proteína microbiana, visto que, diante dessa disponibilidade os microrganismos
1727 podem passar a utilizar os aminoácidos como fontes de energia (PEREIRA *et al.*, 2011).

1728 Neste contexto, de acordo com a classificação de Wittwer (2000), utilizando os valores
1729 de proteína no leite e da ureia no leite, encontrados neste trabalho (Tabela 3), transformando os
1730 valores encontrados para mmol/L adequando a classificação, obtemos; 0 - 3,23; 50 - 2,96; 100
1731 - 2,59; 150 g/kg - 2,5 mmol/L, para os valores de ureia do leite. O balanço entre energia/proteína
1732 para todos os tratamentos com glicerina no presente ensaio estão classificados como: baixa
1733 energia e as proteínas solúveis no rúmen e proteínas degradadas no rúmen estão classificadas
1734 como normais, dentro da faixa descrita pelo autor; em que as proteínas do leite (%) <3,0 e a
1735 ureia no leite (mmol/L) entre 2,5 – 7,0. Mesmo as proteínas solúveis e as proteínas degradadas

1736 no rúmen sendo classificadas como normais podemos identificar que os valores se encontram
1737 um pouco acima do limite inferior, em que seriam consideradas como baixa energia e as
1738 proteínas também seriam classificadas como baixas.

1739 A redução na energia observada nesses resultados podem estar ligados à substituição do
1740 milho pela glicerina, na qual, para ajustar os níveis de proteína, foram utilizadas relações
1741 volumoso:concentrado variáveis (Tabela 2), sendo de 40:60; 39:61; 38:62 e 37:63 para os
1742 tratamentos 0 (controle), 50, 100 e 150 g/kg de glicerina, respectivamente. Associando esses
1743 fatores aos efeitos da glicerina bruta sobre a microbiota ruminal, como citado anteriormente,
1744 pode justificar os resultados observados para o consumo de NDT.

1745 A gordura do leite é um componente importante da qualidade nutricional do leite de
1746 cabras (BERNARD *et al.*, 2005). Desse modo, esperava-se que o uso do glicerol possibilitaria
1747 o enriquecimento do leite com ácidos graxos insaturados em especial os ácidos de cadeia ímpar
1748 e *cis* 9, CLA *cis* 9 *trans* 11 (KUPCZYŃSKI *et al.*, 2020), o ácido linoléico conjugado (CLA)
1749 por seus efeitos benéficos à saúde humana (KOBÁ; YANAGITA, 2014), mas nossa hipótese
1750 não foi sustentada, porque de forma geral, esses ácidos foram reduzidos à medida que se incluiu
1751 a glicerina bruta nas dietas, apresentando as maiores reduções em 100 e 150g/kg de MS,
1752 comportamento observado também para o total de ácidos graxos (Tabela 6), em que os valores
1753 204,67 e 199,16 mg/g de MS, respectivamente.

1754 Os ácidos graxos podem ser originados da dieta, a partir da atividade dos
1755 microrganismos ruminais e os de origem endógena, como a síntese de novo na glândula
1756 mamária e incorporação dos lipídeos de reserva. Com a inclusão da glicerina nas dietas, Torres
1757 *et al.* (2021), em uma meta-análise, observaram redução na concentração dos ácidos graxos,
1758 porque a glicerina possui baixa concentração desses ácidos em sua composição. Os autores
1759 concluíram que o glicerol atua em todas as vias de formação dos ácidos graxos (AG), mas
1760 apresenta menor participação desses ácidos em sua composição resultando em menor
1761 quantidade de ácidos graxos insaturados quando utilizada em substituição aos grãos, entre eles
1762 o milho.

1763 Os ácidos graxos (AG) de cadeia curta e de cadeia média são formados pela síntese de
1764 novo na glândula mamária e são os mais encontrados no leite de cabras, enquanto os AG de
1765 cadeia longa derivam principalmente da alimentação (GERMAN *et al.*, 2019). O aumento de
1766 energia e seu efeito sobre o teor de ácidos graxos insaturados poderia ser favorecida pelas
1767 alterações que a glicerina provoca no tamanho das cadeias de ácidos graxos que constituem a
1768 gordura do leite (ARIKO *et al.*, 2015; GAILLARD *et al.*, 2018), apesar de observarmos um

1769 aumento na concentração de ácidos graxos saturados C6:0; C8:0; C10:0 e C17:0, enquanto que
1770 C14:0; C16:0 reduziram ($P < 0,05$; Tabela 6).

1771 Segundo os mesmos autores, essa redução pode ter contribuído para redução da gordura
1772 do leite porque esses ácidos (C14:0; C16:0) são usados pela enzima esteroil-CoA dessaturase
1773 1, para a síntese de gorduras monoinsaturadas na glândula mamária (BUINTENHUIS *et al.*,
1774 2019). Trabalhando com cabras leiteiras, Thoh *et al.* (2017) também observaram que cabras
1775 recebendo até 50g/kg de MS de glicerina bruta na dieta, apresentaram aumento nos ácidos
1776 graxos de cadeia média do leite sem afetar os CLA's.

1777 A redução no teor de gordura do leite quando a glicerina bruta foi incluída na dieta de
1778 animais leiteiros pode ser decorrente da diminuição da concentração de acetato ruminal e da
1779 mobilização de AG dos depósitos corporais (KHOLIF, 2019). O glicerol por ser absorvido pela
1780 parede do rúmen, entra no fígado para a gliconeogênese, reduzindo a necessidade de propionato
1781 para a síntese de glicose, e torna-se disponível como um precursor para a produção de ácidos
1782 graxos de cadeia curta na glândula mamária com diminuição na síntese de novo (MAXIN *et*
1783 *al.*, 2011).

1784 Além desses AG, observamos a redução em outros precursores da gordura e dos CLA's
1785 (C18:1 *trans* 9; C18:1 *trans* 10), isômeros como C18:1 *trans* 6/ *trans* 7/ *trans* 8; C18:1 *trans* 9;
1786 C 18:1 *trans* 10; C18:1 *trans* 11; C18:1 *trans* 15; C18:1 *trans* 16/ *cis* 14; e também encontramos
1787 redução do C18:2n-6, que por meio de sua isomerização no rúmen, obtém-se C:18:2 *trans* 10
1788 *cis* 12, um dos inibidores da síntese de gordura do leite na glândula mamária, (THOH *et al.*
1789 (2017). Mais estudos são necessários para esclarecer a relevância dos isômeros CLA formados
1790 no rúmen, bem como os isômeros C18:1 *trans* influenciados pelo glicerol e a suas relações com
1791 a formação de AG e o teor de gordura do leite.

1792 A redução dos teores de gordura no leite à medida que se incluiu a glicerina bruta, foi
1793 responsável pela redução na gordura do queijo coalho, conforme também afirma Souza *et al.*,
1794 (2011). Observou-se redução de cerca de 19,5% na gordura do leite (Tabela 3) e 31,4% para
1795 gordura do queijo coalho (Tabela 4), quando se comparou o tratamento-controle ao nível de
1796 150 g/kg de inclusão de glicerina. A legislação brasileira (BRASIL, 1996) classifica queijos
1797 com teores de gordura entre 10 e 24,9% como queijos tipo magro, caso dos queijos obtidos
1798 nesta pesquisa (10,69 a 15,59%) (Tabela 4).

1799 A umidade, quando em altos teores, como os dados encontrados nessa pesquisa,
1800 variando de 59,61 a 62,45% (Tabela 4), de acordo com a legislação vigente no Brasil, mostra
1801 que os queijos obtidos neste trabalho podem ser considerados como queijos de alta umidade
1802 (acima de 55%), resultado da maior presença de soro e proteínas desnaturadas, elevando, assim,

1803 os teores de umidade no queijo (CUNHA *et al.*, 2002). Essa característica pode ser considerada
1804 negativa, porque a água interfere diretamente sobre os microrganismos responsáveis pela
1805 maturação dos queijos, levando a alterações no pH (SANTOS *et al.*, 2011).

1806 Nesse contexto, o pH foi afetado pelo teor de umidade cerca de 4,6% em relação ao
1807 tratamento controle (Tabela 4). O pH pode influenciar a atividade microbiana necessária para
1808 maturação durante o processo de fabricação, e também na textura (ROBINSON; WILBEY,
1809 2002). Mesmo sendo um parâmetro de grande importância, não há valores-referência
1810 estabelecidos na legislação brasileira, mas os valores encontrados nesta pesquisa estão bem
1811 próximos aos encontrados por Santos *et al.* (2011), que também trabalhou com cabras Saanen,
1812 em torno de 6,36% (Tabela 4).

1813 A gordura exerce grande influência sobre os atributos sensoriais do leite e, por
1814 conseguinte, o queijo também (FROST *et al.*, 2001), posto que a atividade da lipase e da lipólise
1815 são importantes, pois evidenciam características peculiares da espécie, o *flavour* caprino.

1816 Os resultados das características sensoriais do queijo coalho encontrados neste trabalho
1817 revelam que as menores notas foram atribuídas aos queijos produzidos a partir do leite dos
1818 tratamentos com maiores níveis de glicerina bruta (Tabela 5), provavelmente pela redução dos
1819 teores de gordura no leite, em que essa redução favoreceu aumento da umidade dos queijos,
1820 exercendo influências diretas nas características sensoriais, aparência, textura, sabor e odor
1821 (SANTOS *et al.*, 2011), justifica os resultados encontrados também para impressão global e
1822 intenção de compra (Tabela 5).

1823

1824 **4. CONCLUSÃO**

1825 A glicerina bruta pode ser utilizada substituindo até o nível de 50g/kg na dieta de cabras
1826 leiteiras, sem alterar a composição do leite, a composição e atributos sensoriais do queijo coalho
1827 e o perfil dos ácidos graxos.

1828

1829

1830

1831

1832

REFERÊNCIAS

1833

1834 ARIKO, T.; KASS, M.; HENNO, M. et al. The effect of replacing barley with glycerol in the
1835 diet of dairy cows on rumen parameters and milk fatty acid profile. **Animal Feed Science and**
1836 **Technology**, v. 209, p.69-78, 2015.

1837 AOAC - Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**.
1838 Washington, 14^a ed.; 2000.

1839 BARLOWSKA, J.; PASTUSZKA, R.; RYSIAK, A. et al. Physicochemical and sensory
1840 properties of goat cheeses and their fatty acid profile in relation to the geografic region of
1841 production. **International Journal of Dairy Technology**, v.71, p. 699-708,
1842 2018. <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0307.12506>.

1843 BELTRAN, M.C.; MORARI-PIRLOG, A.; QUINTANILLA, P. et al. Influência da
1844 enrofloxacina no tempo de coagulação e nos parâmetros de qualidade de iogurte de leite de
1845 cabra. **International Journal of Dairy Technology**, v. 71, p. 105-111,
1846 2018. <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0307.12388>.

1847 BERNARD, L.; ROUEL, J.; LEROUX, C. et al. Mammary Lipid Metabolism and Milk Fatty
1848 Acid Secretion in Alpine Goats Fed Vegetable Lipids. **Journal. Dairy Science**. v. 88, p.1478–
1849 1489, 2005.

1850 BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº
1851 12, de 02 de Janeiro de 2001. Aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos
1852 para alimentos. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 10 jan. 2001.
1853 Seção 1DETMANN, E. et al. **Métodos para análises de alimentos** - INCT – Ciência Animal.
1854 Editora UFV. 2012.

1855 _____. Ministério da Agricultura e do Abastecimento Secretaria de Defesa Agropecuária.
1856 Instrução Normativa Nº 30, de 26 de Junho de 2001. Aprovar os **Regulamentos Técnicos de**
1857 **Identidade e Qualidade de Manteiga da Terra ou Manteiga de Garrafa; Queijo de Coalho**
1858 **e Queijo de Manteiga**, conforme consta dos Anexos desta Instrução Normativa.

1859 _____. **Regulamentos Técnicos de Identidade e Qualiade dos Produtos Lácteos**. In P. e.
1860 A. Ministro de Estado da Agricultura (Ed.), Portaria nº 146 de 07 de março de 1996 Brasília:
1861 Ministério da Agricultura Secretaria de Defesa Agropecuária. D.O.U. — Diário Oficial da
1862 União, de 11 de março de 1996.

1863 BUITENHUIS, B.; LASSEN, J.; NOEL, S. J. et al. Impact of the rumen microbiome on milk
1864 fatty acid composition of Holstein cattle. **Genetics Selection Evolution**, v.51, p.1-8, 2019.

1865 CARLSSON, J.; PEHRSON, B. The relationship between seasonal variations in the
1866 concentration of urea in bulk milk and the production and fertility of dairy herds. **Journal**
1867 **Veterinary Medic**, v. .40, p. 205-212, 1993.

1868 CUNHA, C. R.; SPADOTI, L. M; ZACARCHENCO, P. B. et al. Efeito do fator de
1869 concentração do retentado na composição e proteólise de queijo Minas Frescal de baixo teor de
1870 gordura fabricado por ultrafiltração. **Food Science and Technology**, v.1, p. 82-87,
1871 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612002000100015>.

- 1872 DELGADO-JÚNIOR, I. J.; SIQUEIRA, K. B.; STOCK, L. A. **Produção, composição e**
 1873 **processamento de leite de cabra no Brasil**. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária,
 1874 Circular Técnica, v.122, 2020.
- 1875 DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C. et al. **Métodos para análise de**
 1876 **alimentos**: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Ciência Animal, INCT. Viçosa, MG:
 1877 Suprema. p.214, 2012.
- 1878 DONKIN, S.S., DOANE, P. **Glycerol as a feed ingredient in dairy rations**. In: Proceeding
 1879 from the 2007 Tri-State Dairy Nutrition Conference, Fort Wayne, IN. The Ohio State
 1880 University, Columbus, p.97–103, 2007.
- 1881 EL-NOR, S. A., ABUGHAZALEH, A. A., POTU, R. B. et al. Effects of differing levels of
 1882 glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v.162,
 1883 p. 99-105, 2010, <https://doi.org/10.1016/j.anifeedsci.2010.09.012>
- 1884 FELISBERTO, N. D. O.; OLIVEIRA, L.; CORDEIRO, A. Sistemas de produção de caprinos
 1885 leiteiros. In: Embrapa Caprinos e Ovinos-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Workshop
 1886 sobre Produção de Caprinos na Região da Mata Atlântica, 13., 2016, Coronel Pacheco. **Anais...**
 1887 Sobral: Embrapa Caprinos e Ovinos; Coronel Pacheco: Embrapa Gado de Leite, 2016. p.11-35.
- 1888 FROST, M.B.; DIJKSTERHUIS, G.; MARTENS, M. Sensory perception of fat in milk. **Food**
 1889 **Quality and Preference**, v.12, p.327-336, 2001.
- 1890 GAILLARD, C.; SØRENSEN, M. T.; VESTERGAARD, M. et al. Effect of substituting barley
 1891 with glycerol as energy feed on feed intake, milk production and milk quality in dairy cows in
 1892 mid or late lactation. **Livestock Science**, v. 209, p.25-31, 2018.
- 1893 GERMAN, J.B.; ARGOV-ARGAMAN, N.; BOYD, B. J.; Milk Lipids: A Complex Nutrient
 1894 Delivery System. **In Human Milk: Composition, Clinical Benefits and Future**
 1895 **Opportunities**. v. 90, p. 217-225, 2019.
- 1896 GOLINELLI, L. P.; CARVALHO, A. C.; CASAES, R.S. et al. Sensory análise e PCR
 1897 espécie-específica para detecção de adulteração de leite bovino em queijo de cabra frescal
 1898 (fresco). **Journal of Dairy Science**, v.97, p.6693-6699, 2014. doi:
 1899 <https://dx.doi.org/10.3168/jds.2014-7990>.
- 1900 JAUBERT, J.P.; BODIN, J.P.; JAUBERT, A. Flavour of goat farm bulk milk. In: MORAND-
 1901 FEHR, P. (Ed.) **Recent Advances In Goats Research**. Zaragoza: CIHEAM-IAMZ, v.1, p. 93,
 1902 1997.
- 1903 KHOLIF, Ahmed E. Glycerol use in dairy diets: A systemic review. **Animal Nutrition**, v. 5,
 1904 n. 3, p. 209-216, 2019.
- 1905 KOKA, K.; YANAGITA, T. Health benefits of conjugated linoleic acid (CLA) **Obesity**
 1906 **research & clinical practice**, v.8, p.525-532, 2014.
- 1907 KREHBIEL, C.R. Ruminant and physiological metabolism of glycerol. **Journal of Animal**
 1908 **Science**, Champaign, v.86(E-Suppl. 2), p.392., Abstracts., 2008.
- 1909 KUPCZYŃSKI, R.; SZUMNY, A.; WUJCIKOWSKA, K. et al. Metabolism, Ketosis
 1910 Treatment and Milk Production after Using Glycerol in Dairy Cows: A Review. **Animals**, v.
 1911 10, p. 1379, 2020. <https://doi.org/10.3390/ani10081379>.

- 1912 LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P.J. Standardization of procedures for
1913 nitrogen fractionation of ruminants feeds. **Animal Feed Science and Technology**, v.57, n.4,
1914 p.347-358, 1996.
- 1915 LINARES, D. M.; GOMEZ, C.; RENES, E. et al. Lactic acid bacteria and bifidobacteria with
1916 potential to design natural biofunctional health-promoting dairy foods. **Frontiers in**
1917 **Microbiology**, v. 8, p. 846, 2017. <http://dx.doi.org/10.3389/fmicb.2017.00846>.
- 1918 MAMEDE, M. E. D. O.; VIANA, A. C.; SOUZA, A. L. C. et al. Estudo das características
1919 sensoriais e da composição química de queijo de coalho industrializado. **Revista do Instituto**
1920 **Adolfo Lutz (Impresso)**, v. 69, p.364-370, 2010.
- 1921 MAXIN, G.; GLASSER, F.; HURTAUD, C. et al. Combined effects of trans-10, cis-12
1922 conjugated linoleic acid, propionate, and acetate on milk fat yield and composition in dairy
1923 cows. **Journal of Milk Science**, v.94, 2051-2059, 2011.
- 1924 MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds
1925 with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of Aoac International**, v.85,
1926 p.1217–1240, 2002.
1927
- 1928 MILLER, B. A.; LU, C. D. Current status of global dairy goat production: an overview. **Asian-**
1929 **Australasian Journal of Animal Sciences**, v. 32, p. 1219-1232, 2019.
- 1930 MITUNIEWICZ-MALEK, A.; ZIELINSKA, D.; ZIARNO, M. Probiotic monocultures in
1931 fermented goat milk beverages—sensory quality of final product. **International Journal of**
1932 **Dairy Technology**, v.72, p. 240-247, 2019. <http://dx.doi.org/10.1111/1471-0307.12576>.
- 1933 NRC. **Nutrient requirements of small ruminants: Sheep, goats, cervids, and new world**
1934 **camelids (6th ed.)** Washington, DC: National Academy Press, 2007.
- 1935 PEREIRA, E. S.; PIMENTEL, P. G.; BOMFIM, M. A. D. et al. Torta de girassol em rações de
1936 vacas em lactação: produção microbiana, produção, composição e perfil de ácidos graxos do
1937 leite. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v. 33, p.387-394, 2011.
1938 <https://doi.org/10.4025/actascianimsci.v33i4.11327>.
- 1939 PEREIRA, L.G.R.; MAURÍCIO, R. M.; MENEZES, D. R.; ARAÚJO, G. G. L. de.; SOUSA,
1940 L. F.; CARVALHO, W. T. V.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Influência da glicerina bruta na
1941 cinética de fermentação ruminal in vitro. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira de
1942 Zootecnia, 45, 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: UFLA, 2008.
- 1943 RIOS, C.; MARI, M. P.; MURASSO, A. et al. Concentração de ureia no sangue e leite de cabras
1944 e sua correlação em sistemas leiteiros intensivos da Região Metropolitana. **Avances de**
1945 **Medicina Veterinária**, v.16, n.1 e n.2, 2001.
- 1946 SANTANA, G. L.; JESUS, S. M.; SANTOS, S. A. et al. Elaboração de kefir à base de leite de
1947 cabra: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v.7, p. 29533-29551, 2021.
- 1948 SANTOS, B.M.; OLIVEIRA, M. E. G.; SOUSA, Y. R. F. et al. Caracterização físico-química
1949 e sensorial de queijo de coalho produzido com mistura de leite de cabra e leite de vaca. **Revista**
1950 **do Instituto Adolfo Lutz**, v. 70, p. 302-310, 2011.
- 1951 SAS Institute Inc. **Statistical Analysis System user's guide**. Ed. Cary: SAS Institute USA,
1952 2009.

- 1953 SILANIKOVE, N.; LEITNER, G.; MERIN, U. et al. Recent advances in exploiting goat's milk:
1954 quality, safety and production aspects. **Small Ruminant Research**, v. 89, p.110-124, 2010.
- 1955 SKAL, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A. et al. K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids
1956 and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, p.2463–2472, 1992.
- 1957 SOUZA, E. L., COSTA, A. C. V.; GARCIA, E. F. et al. Qualidade do queijo de leite de cabra
1958 tipo coalho condimentado com cumaru (*Amburana cearensis* AC Smith). **Brazilian Journal of**
1959 **Food Technology**, v. 14, p. 220-225, 2011, <http://dx.doi.org/10.4260/BJFT2011140300026> .
- 1960 VALENTE, T. N. T.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. et al. In situ estimation of
1961 indigestible compounds contents in catle feed and feces using bags made from different textiles.
1962 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, p. 666-675, 2011.
- 1963 TORRES, R. N.; BERTOCO, J. P.; DE ARRUDA, M.C. et al. Meta-análise do efeito da
1964 inclusão de glicerina na dieta de bovinos leiteiros no perfil de ácidos graxos do
1965 leite. **Translational Animal Science**, v. 5, p. 12, 2021.
- 1966 WITTWER, F. Diagnóstico dos desequilíbrios metabólicos de energia em rebanhos bovinos.
1967 **Doze leituras em bioquímica clínica veterinária**, v. 58, 2000.
- 1968
- 1969
- 1970
- 1971
- 1972
- 1973