



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF.^a CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

**INCLUSÃO DE RESÍDUO LIPÍDICO ORIUNDO DA PRODUÇÃO DE
BIODIESEL NA DIETA DE CABRAS EM LACTAÇÃO**

Natylane Eufransino Freitas

BOM JESUS-PI

2016

NATYLANE EUFRANSINO FREITAS

**INCLUSÃO DE RESÍDUO LIPÍDICO ORIUNDO DA PRODUÇÃO DE
BIODIESEL NA DIETA DE CABRAS EM LACTAÇÃO**

Orientador: Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo

Dissertação apresentada ao *Campus* Prof.^a Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, como Parte das exigências do Programa de Pós- Graduação em Zootecnia, na área do Produção Animal na linha de pesquisa de Nutrição e Produção de Alimentos, para obtenção do título de Mestre.

Bom Jesus-PI

2016

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS “PROF.^a CINOBELINA ELVAS”
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

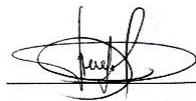
Título: Inclusão de resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel na dieta de cabras em lactação.

Autor: Natylane Eufransino Freitas

Orientador: Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo

Aprovada em: 29/ Fevereiro /2016.

Banca Examinadora:



Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva

UAMV/CSTR/UFPG



Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra

CPCE/UFPI



Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo

CPCE/UFPI

Bom Jesus-PI

2016



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ
CAMPUS PROF.ª CINOBELINA ELVAS - BOM JESUS (PI)
PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENADORIA GERAL DE PÓS-GRADUAÇÃO
COORDENAÇÃO DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Bom Jesus, Piauí - CEP. 64.900-000 - Telefax: 89 3562-1016
Home Page: www.ufpi.br/ppgzootecnia - E-mail: ppgzootecnia@ufpi.edu.br

**ATA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO APRESENTADA POR
NATYLANE EUFRANSINO FREITAS**

Aos vinte e nove dias do mês de fevereiro de dois mil e dezesseis, às oito horas, na Sala de Videoconferência do Campus Professora Cinobelina Elvas da Universidade Federal do Piauí, na cidade de Bom Jesus - PI, a Banca Examinadora abaixo referida procedeu ao julgamento da Defesa da Dissertação intitulada "**Inclusão de Resíduo Lipídico Oriundo da Produção de Biodiesel na Dieta de Cabras em Lactação**" apresentado pela mestrandia NATYLANE EUFRANSINO FREITAS, exigido para apresentação da dissertação junto ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, desta Universidade. O Presidente da Banca Examinadora, Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo, iniciando os trabalhos, concedeu a palavra à candidata NATYLANE EUFRANSINO FREITAS para breve exposição do seu trabalho. Em seguida, o Sr. Presidente concedeu a palavra, pela ordem e sucessivamente, aos examinadores, os quais passaram a arguir a candidata durante o prazo máximo de 30 (trinta) minutos, assegurando-se igual prazo para resposta. Ulтимado o exame, que se desenvolveu nos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, expressou seu julgamento, considerando:

	A	NA
Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo (Titular) PPGZ	(x)	()
Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra (Titular) PPGZ	(x)	()
Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva (Titular) EXTERNO	(x)	()

Em face do resultado obtido, a Banca Examinadora considerou a candidata NATYLANE EUFRANSINO FREITAS APROVADA. Nada mais havendo eu, Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo, lavrei a presente ata que, após lida e achada conforme, foi por todos assinada.

Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo Marcos Jácome de Araújo

Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra Leilson Rocha Bezerra

Prof. Dr. Aderbal Marcos de Azevedo Silva Aderbal Marcos de Azevedo Silva

“E mesmo que meus passos sejam falsos, mesmo que os meus caminhos sejam errados, mesmo que o meu jeito de levar a vida incomode, eu sei quem sou, e sei pelo que devo lutar. Se você acha que o meu orgulho é grande, é porque nunca viu o tamanho da minha FÉ.”

Tião Carreiro

“In memoriam” de **José Dias Pereira Sobrinho**, pai, avô, conselheiro e batalhador. Por todos os ensinamentos e experiências compartilhadas, só nos restam “SAUDADES ETERNAS”.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à DEUS e à NOSSA SENHORA, todas as vezes que em oração sempre me acolheu e me deu forças para erguer a cabeça e seguir em frente;

À Universidade Federal do Piauí em especial ao Colégio Técnico de Bom Jesus, por possibilitar-me a realização deste trabalho e conquista desse sonho;

Aos meus Pais (Nelma e José Marcondes) por todo apoio, compreensão e toda força que precisei durante esses dois anos de dedicação.

Ao meu orientador, Dr. Marcos Jácome de Araújo, pela orientação, ensinamentos, apoio e por acreditar em mim;

Aos professores Prof.^a Dr.^a Jacira Marques da Costa Torreão, Prof. Dr. Leilson Rocha Bezerra e Prof. Dr. Carlo Aldrovandi Costa Torreão pela coorientação;

A Prof.^a Dr.^a Ângela Maria Vieira Batista e ao Laboratório da PROGENE pela colaboração das análises químicas de leite;

Aos professores Dr.^a Felicianna Clara Fonsêca Machado e Dr. Antônio Augusto de Machado Jr. por toda amizade, apoio e incentivo durante todos esses anos;

Às minhas irmãs, Nairany e Tatyani, pelo amor, apoio, união e amizade nos momentos difíceis e de perdas aos quais passamos;

Aos meus tios (Osvaldo e Rosa Maria) por me acolher em sua casa nos momentos de luta durante todo o experimento;

Ao prof. Gerônimo pela recepção maravilhosa que tivemos em sua fazenda e pelo empréstimo dos seus animais para nosso experimento;

À AGESPISA, pela doação do composto lipídico para o nosso experimento;

Aos amigos: Maria, Joana, Sheila, Jasiel, Luana, Carlos, Emmanuel, Wolner, Paulo, Juliana, George, Jackson, Romilda, Márcia, Wagner, Cezario, Marcelo, Glauçiane, Meire, Caique, Marcos Felipe, Ítalo, Felipe e Brandão, pela grande amizade conquistada, companheirismo, boas conversas, muitas risadas, mas também muitos choros durante o período de convivência e pela paciência nos momentos de batalha;

Aos Funcionários do Colégio Técnico de Bom Jesus, como também os da Universidade Federal do Piauí, pela força e paciência que tiveram durante o período que estive dedicada ao experimento, aos vigilantes (Francisco, Cristiano e Júnior); auxiliares de limpeza, motorista e administrativo (Sonilson, Baginha, Dorgival e Júnior), por ajudar na lida diária com a manutenção do aprisco, como também disponibilização de transporte para que as amostras chegassem em segurança para serem feitas as análises em Recife;

À todos que torceram e contribuíram para a concretização dessa conquista, o meu **MUITO OBRIGADA!**

BIOGRAFIA DA AUTORA

Natylane Eufransino Freitas, filha de José Marcondes Dias Freitas e Nelma Eufransino dos Santos, nasceu em Bom Jesus, Estado do Piauí, em 09 de novembro de 1987.

Em 2007, foi aprovada pela Universidade Federal do Piauí, onde iniciou o curso de graduação em Medicina Veterinária, sendo bolsista de iniciação científica nos anos entre 2008 a 2012 (ICV e PIBIC), defendendo seu trabalho de conclusão de curso cujo título “Prolapso Uterino em gata”, sob orientação do Prof. Dr. Antônio Augusto Nascimento Machado Junior, obtendo título de Médica Veterinária em junho de 2013.

No mesmo ano, teve ingresso no Programa de Pós-graduação em Zootecnia da UFPI, Campus Prof.^a Cinobelina Elvas, apresentando sua defesa em 29 de fevereiro de 2016, com projeto intitulado por “Inclusão de Resíduo Lipídico Oriundo da Produção de Biodiesel na Dieta de Cabras Lactação”, sob orientação do Prof. Dr. Marcos Jácome de Araújo.

SUMÁRIO

	Pag.
Lista de Tabelas.....	xi
Lista de Figuras e Quadros.....	xii
Lista de Abreveduras.....	xiii
RESUMO GERAL.....	xiv
SUMMARY GENERAL.....	xv
INTRODUÇÃO GERAL.....	xvi
CAPÍTULO 1. Revisão Bibliográfica.....	18
Uso de óleos residuais de frituras na produção do biodiesel.....	19
Produção e utilização da glicerina bruta e do glicerol residual.....	20
O glicerol residual na alimentação animal.....	22
Metabolismo do glicerol e a produção de leite.....	24
Referencial Bibliográfico.....	28
CAPÍTULO 2. Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em cabras lactantes alimentadas com resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel	32
Resumo.....	33
Abstrat.....	33
Introdução.....	34
Materiais e Métodos.....	35
Resultados.....	39
Discussão.....	42
Conclusão	46
Referências Bibliográficas.....	46
CAPÍTULO 3. Produção, Características químicas e Sensoriais do Leite de Cabras alimentadas com resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.....	51
Resumo.....	52
Abstrat.....	52
Introdução.....	53
Materiais e Métodos.....	53
Resultados.....	61
Discussão.....	65
Conclusão	68
Referências Bibliográficas.....	68
CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	72

LISTA DE TABELAS

	Pág.
CAPÍTULO 2.	
Tabela 1. Composição química do resíduo lipídico oriundo da produção do biodiesel....	36
Tabela 2. Participação dos nutrientes e composição química das dietas experimentais.....	37
Tabela 3. Consumo de nutrientes, por cabras lactantes alimentadas com dietas contendo resíduo lipídico.....	40
Tabela 4. Digestibilidade aparente (D) dos nutrientes em cabras lactantes alimentadas com alimentadas com dietas contendo resíduo lipídico	41
CAPÍTULO 3.	
Tabela 1. Composição química do resíduo oriundo da produção de biodiesel.....	55
Tabela 2. Participação dos ingredientes e composição química das disciplinas experimentais.....	56
Tabela 3. Produção, composição do leite e eficiência alimentar em cabras lactantes alimentadas com alimentadas com dietas contendo resíduo lipídico.....	61
Tabela 4. Escores médios do teste de aceitação do leite de cabras alimentadas com resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.....	65

LISTA DE FIGURAS E QUADROS

	Pág.
CAPÍTULO 1.	
Figura 1. Processo de fabricação do glicerol residual a partir do óleo de fritura coletada de restaurantes.....	21
CAPÍTULO 2.	
Figura 1. Consumo de extrato etéreo (CEE) em cabras lactantes alimentadas com resíduo lipídico.....	40
Figura 2. Digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF) em cabras lactantes alimentadas com resíduo lipídico.....	42
CAPÍTULO 3.	
<u>FIGURAS</u>	
Figura 1. Modelo da ficha utilizada para análise descritiva quantitativa (ADQ).....	59
Figura 2. Modelo da ficha utilizada para o teste de aceitação.....	60
Figura 3. Concentrações de gordura e lactose (g/kg) no leite cabras lactantes alimentadas com resíduo lipídico a partir de óleos de frituras.....	63
Figura 4 Eficiência alimentar de cabras lactantes alimentadas com resíduo lipídico.....	63
Figura 5. Análise de componentes principais dos atributos sensoriais do leite de cabras alimentadas com resíduo lipídico oriundo do óleo de frituras.....	64
<u>QUADRO</u>	
Quadro 1. Atributos considerados durante a análise sensorial quantitativa segundo suas características averiguadas.....	58

ABREVIATURAS

“ad libitum”- À vontade

ADQ- Análise Descritiva Quantitativa

CMS- Consumo de Matéria Seca

CNF- Carboidratos Não Fibrosos

COHT- Carboidratos Totais

EB- Energia Bruta

EE- Extrato Etéreo

FDA- Fibra em Detergente Ácido

FDAi- Fibra em Detergente Ácido Indigestível

FDN- Fibra em Detergente Neutro

g- gramas

kg - Quilograma

Kg/dia- Quilograma por dia

Kcal/kg- Quilocaloria por quilograma

MO- Matéria Orgânica

MS- Matéria Seca

MSF- Matéria Seca Fecal

NDT- Nutrientes digestíveis Totais

NRC- Nacional Research Council

N- Nitrogênio

PB- Proteína Bruta

RL- Resíduo Lipídico

RESUMO GERAL

FREITAS, N.F. Inclusão de resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel na dieta de cabras em lactação. 2016. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal do Piauí, Bom Jesus, 2016.

RESUMO: Objetivou-se avaliar a inclusão de resíduo lipídico (RL; 30,6% de glicerol) oriundo da produção de biodiesel, a partir de óleos residuais de fritura, sobre o consumo e digestibilidade dos nutrientes, bem como a produção, composição e atributos sensoriais do leite de cabra. Foram utilizadas oito cabras Anglo-Nubianas, múltiparas, com peso corporal médio de $42,06 \pm 3,5$ kg e, aproximadamente, dois anos de idade, estando aos 50 dias de lactação. Os animais foram alocados em baias individuais de 2 m², distribuídas em quadrado latino duplo (4 × 4), com 4 tratamentos (0, 7, 14 e 21% de RL com base na MS) e 4 períodos com duração de 20 dias cada período (15 de adaptação e 5 dias de coleta de dados). As rações foram isonitrogenadas, sendo o ajuste proteico realizado pela inclusão de ureia e farelo de soja. A fibra em detergente neutro indigestível foi utilizada para estimativa da produção fecal. Para a avaliação do leite, amostras foram colhidas nos três últimos dias de cada período experimental. Para avaliar o grau de aceitação do leite foi realizada uma análise descritiva quantitativa e testes hedônicos. Os consumos de matéria seca (MS), fibra em detergente neutro (FDN), carboidratos fibrosos (CNF) (kg/dia, %PV e g/kg^{0,75}) foram influenciados negativamente quando adicionados níveis superiores à 7% do RL na MS. Em adição os consumos de EE aumentaram quadraticamente ($P < 0,01$) à medida que o RL foi adicionado, sendo o consumo máximo (9,0 g EE/dia) observado quando a dieta continha 7% de RL. O RL promoveu diminuição linear para os coeficientes de digestibilidade da MS, FDN e EE, porém a digestibilidade da CNF aumentou quadraticamente e o valor máximo (93%) foi observado quando a dieta continha 7,6% de RL. Efeitos lineares decrescente foram observados com a inclusão do RL para a produção diária de leite, e de gordura (GOR), lactose (LAC), proteína (PB), sólidos totais (ST) e sólidos não gordurosos (SNG). A composição do leite não foi influenciada pela RL, exceto para a concentração de GOR e LAC a qual foi verificado efeito quadrático, sendo os maiores valores de GOR (50,5 g/kg) ao nível de 10,8% de RL, enquanto que os de LAC (47,3 g/kg) ao nível de 7,0% de RL. A eficiência alimentar (EA) comportou-se de forma quadrática, sendo observada maior EA (0,85 kg/kg) ao nível de 12,4% de RL. Os resultados indicaram que a inclusão de RL conferiu mudanças sensoriais negativas no leite sobre o sabor rançoso ao nível de 14%. Conclui-se, que o RL com 30,62% de glicerol pode ser incluído em dieta de cabras lactantes em até 7%, sem prejudicar o desempenho dos animais.

Palavras chave: análise sensorial, consumo, digestibilidade, leite caprino.

SUMMARY GENERAL

FREITAS, N.F. Inclusion of lipid residue from biodiesel production in the diet of lactating goats. 2016. 72f. Dissertation (Master in Animal Science) - Federal University of Piauí, Bom Jesus, 2016.

SUMMARY: the objective of this study was to evaluate the inclusion of lipid residues (LR, 30.6% of glycerol) from the production of biodiesel, from waste frying oils, on the intake and digestibility of nutrients, as well as the production, composition and sensorial attributes of goat's milk. Eight Anglo-Nubian goats, multiparous, with mean body weight of 42.06 ± 3.5 kg and approximately two years old were used at 50 days of lactation. The animals were housed in 2-m² individual stalls, distributed in double Latin square (4×4), with 4 treatments (0, 7, 14 and 21% LR based on DM) and 4 periods of 20 days each period (15 adaptation and 5 days of data collection). The diets were isonitrogenous, being the protein adjustment performed by the inclusion of urea and soybean meal. Indigestible neutral detergent fiber was used to estimate fecal output. For the milk evaluation, samples were collected on the last three days of each experimental period. A quantitative descriptive analysis and hedonic tests were performed to evaluate the degree of milk acceptance. The dry matter (DM), neutral detergent fiber (NDF), non-fiber carbohydrate (NFC) (kg/day, %BW and $\text{g/kg}^{0.75}$) intakes were negatively affected when levels higher than 7% of LR in DM were added. In addition, EE intakes increased quadratically ($P < 0.01$) as LR was added, with maximum intake (9.0 g EE / day) observed when the diet contained 7% LR. The LR promoted linear decrease for the digestibility coefficients of DM, NDF and EE, but the digestibility of the NFC increased quadratically and the maximum value (93%) was observed when the diet contained 7.6% of LR. Linear decreasing effects were observed with the inclusion of LR for daily milk production, and fat, lactose (LAC), protein (CP), total solids (TS) and nonfat solids (NFS). The composition of the milk was not influenced by LR, except for the concentration of fat and LAC which showed a quadratic effect, with the highest values of fat (50.5 g / kg) at the level of 10.8% LR, while those of LAC (47.3 g / kg) at the 7.0% level of LR. Feeding efficiency (FE) behaved in a quadratic manner, with higher FE (0.85 kg / kg) at 12.4% LR level. The results indicated that the inclusion of LR conferred negative sensorial changes in milk on the rancid flavor at the level of 14%. It is concluded that LR with 30.62% of glycerol can be included in the diet of lactating goats in up to 7%, without impairing the performance of the animals.

Key words: sensory analysis, consumption, digestibility, goat milk.

Introdução geral

A produção de biodiesel vem se tornando uma alternativa viável mundialmente, por se tratar de um produto biodegradável, não tóxico, e ecologicamente viável, feito a partir da extração em sua maioria de plantas oleaginosas como óleo de soja, mamona, milho, caroço de algodão, óleo de fritura e outros materiais graxos.

No Brasil por exemplo, a utilização de óleo de frituras vem sido utilizada na produção de biodiesel, afim de promover reduções sobre os prejuízos causados despejo inadequado dos resíduos no ambiente, além de se tornar uma boa alternativa para geração de energia e de renda em diversas regiões do País, promovendo assim, diminuição dos gases causadores do efeito estufa. Seu processo de fabricação é feito através da transesterificação do óleo residual em reação com um álcool em meio alcalino, que levam a geração do biodiesel (como principal biocombustível automotivo), além de gerar também um composto a base de glicerina bruta (rico em glicerol) e alguns subprodutos como farelos e tortas, etc.

Uma das fontes que vem se destacando no mercado atual sobre a produção de biocombustível, é a utilização da glicerina bruta para a alimentação animal, pois apresenta-se como um produto rico em glicerol, sendo este bastante utilizado na digestão de ruminantes para produção de energia. Além disso, ao passar por um processo de destilação, gera um composto residual (glicerina residual) com cerca de 10 a 15% do seu peso e de baixo custo, possibilitando ainda mais o seu uso aos produtores de baixa renda.

Tanto a glicerina como o composto residual, vem sendo utilizados, nas indústrias farmacêuticas (produção de cosméticos), de limpeza (produção de sabão), como também na alimentação animal (melhoria da eficiência produtiva), podendo este ser considerado um aparato básico para a produção e consumo de animais em lactação. Além disso, por ser considerado um composto glicídico, em quantidades favoráveis ao consumo animal, possibilita uma rápida hidrolização de suas partículas, pelas enzimas presentes nas membranas das células bacterianas presentes no rúmen, sendo transformados então em uma mistura composta de glicerol, galactose e ácidos graxos de cadeia longos saturados ou insaturados, que serão absorvidos após cada processo de digestão, aos quais levam ao aumento da quantidade de propionato existencial no organismo animal, elevando assim sua produção leiteira.

Entretanto, quadros toxigênicos foram observados em diversos ruminantes quando utilizada doses elevadas (acima de 7% na matéria seca de lipídeos) são incluídas na dieta, proporcionando assim, redução do consumo e digestibilidade, além de levar uma grande

modificação na permeabilidade da membrana plasmática bacteriana e por consequência, uma modificação de todo o processo de absorção pelos animais.

Desse modo, objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de um composto lipídico residual (fonte de glicerol), na dieta de cabras mestiças Anglo-Nubianas em lactação, averiguando os efeitos sobre consumo e digestibilidade da dieta, produção, análise química e avaliação sensorial do leite produzido durante esta fase.

Essa dissertação foi desenvolvida sob o protocolo nº 016/14 do comitê de ética em experimentação animal da Universidade Federal do Piauí e estruturada conforme as normas para a elaboração de dissertação do Programa de Pós- Graduação em Zootecnia da UFPI da seguinte forma: INTRODUÇÃO GERAL; CAPÍTULO 1. “Revisão bibliográfica de acordo com as normas do programa. CAPÍTULO 2. Artigo científico intitulado: “Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em cabras lactantes alimentadas com resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel”, elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Saúde e produção Animal. CAPÍTULO 3. Artigo Científico intitulado: “Produção, características químicas e sensoriais do leite de cabras alimentadas com resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel” elaborado de acordo com as normas da revista Pesquisa Agropecuária Brasileira. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Elaborado de acordo com as normas do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia

(<http://www.posgraduacao.ufpi.br/ppgz>)

Revisão de Literatura

Uso de óleos residuais de frituras na produção do biodiesel

O consumo exacerbado de alimentos à base de frituras na alimentação humana, vem se tornando uma das alternativas mais utilizadas no dia a dia, principalmente por se tratar de um método alternativo para preparação de alimentos, devido sua facilidade no preparo e a maximização do tempo. Apesar dessa grande avanço sobre a preparação destes alimentos, a geração de resíduos contaminantes também aumentou em ampla escala, gerando assim uma grande preocupação pela falta de locais para a captação do produto, como também locais adequados para seu descarte aos quais geram impactos muitas vezes irreparáveis ao meio ambiente (BARROS, 2008).

A falta de um modelo ideal e a carência de práticas educativas para a população mundial, levou a uma onda de questionamentos no mundo, sobre a reutilização desses resíduos. Neste caso algumas pesquisas realizadas, mostram que esses resíduos podem servir como principal fonte na fabricação de biodiesel, nas indústrias de sabões, como também na alimentação animal, neste caso, servindo como uma fonte alternativa para o reaproveitamento deste sobre a produção animal (AMBIENTE EM FOCO, 2015).

No Brasil, por exemplo, a utilização dos óleos de frituras de diferentes fontes de oleaginosas têm sido utilizados em larga escala a vários anos, por se tratar um composto com uma boa apresentação química para utilização dos biocombustíveis através das reações de transesterificação, além de ser considerado um composto biodegradável e ecologicamente correto (Parente, 2003), que pode levar a diminuição dos níveis de dióxido de carbono, auxiliando na conservação do meio ambiente, além de ser uma fonte barata por se tratar de um produto de descartes em diversos restaurantes do País (SILVEIRA e VIEIRA, 2014).

Pesquisas realizadas por Peterson e Reese (1994), mostraram que ao utilizar frituras na produção de biodiesel, ocorreu uma diminuição de 54% da emissão de hidrocarbonetos (HC), 46% de dióxido de carbono (CO₂) e 14,7% de óxido de nitrogênio (NO_x), enquanto Castanelli et al. (2007) obtiveram reduções de 43% de CO₂, 37% de HC e 13,4% de NO_x, respectivamente, tornando-se muito aconselhável sua utilização, principalmente por ser economicamente viável ao consumidor.

O biodiesel é um combustível biodegradável obtido a partir de mistura de óleos vegetais extraídos de culturas oleaginosas ou gordura de animais apresentando uma

biodegradabilidade alta, além de não apresentar nenhuma toxicidade e livre de compostos sulfurados e aromáticos, cuja disponibilidade podem ser utilizados em níveis modestos na dieta dos animais (HOLANDA, 2004; BONFIM et al., 2009; APOLINÁRIO et al., 2012).

Para Fernandes et al. (2008); Pasqualetto e Barbosa (2008), a implantação da utilização deste composto na produção dos biocombustíveis levariam a diminuição das emissões de gases poluentes (dióxido de carbono, enxofre, etc.), servindo também como principal fonte energética, aumentando o desempenho e durabilidade do motor. Além disso, a produção do biodiesel com óleos residuais permitiu a reutilização do composto em até 88% do volume destes resíduos, apresentando ainda 2% de matéria sólida, 10% de glicerina e 88% de ésteres com grande valor energético (QUERCUS, 2016).

Produção e utilização da glicerina bruta e do glicerol residual

Considerada como um dos principais coprodutos oriundos da fabricação do biodiesel, a glicerina bruta, também conhecida como 1, 2, 3 propanotriol (IUPAC, 1993), vem sendo classificada no mercado atual, de acordo com os níveis de glicerol que estão presentes em sua composição, variando com o grau de pureza do processamento da sua matéria-prima: baixa pureza 50 a 70% de glicerol, média pureza 80 a 90% de glicerol e a alta pureza acima de 99% do teor de glicerol (SÜDEKUM, 2008).

O processo de transesterificação (alcoholize) é dada como uma reação reversível, onde os triglicerídeos provenientes de óleos vegetais ou gorduras animais reagem com álcool, gerando o biodiesel composto por uma mistura de ésteres, e a glicerina rica em glicerol GERIS et al. (2007), cujo o processo de fabricação (Figura 1), pode se desenvolver através da retirada do ponto de saturação do óleo já que, em grandes porcentagens, o processo de extração é limitado devido ao pouco rendimento produzido nesse processo.

No entanto, além da produção da glicerina bruta, outros produtos também são fabricados à medida que é feita o reaproveitamento dos óleos residuais de frituras utilizados para a fabricação do biodiesel, como no caso do resíduo glicérico, que apresenta-se semelhante à glicerina bruta em sua composição, porém com teores de glicerol inferiores ao referenciados na literatura, contudo possuindo assim como a glicerina bruta ótimas características energéticas. A Figura 1 está apresentado o processo de produção do biodiesel, glicerina bruta e o glicerol residual, utilizando óleos de frituras oriundas de restaurantes.

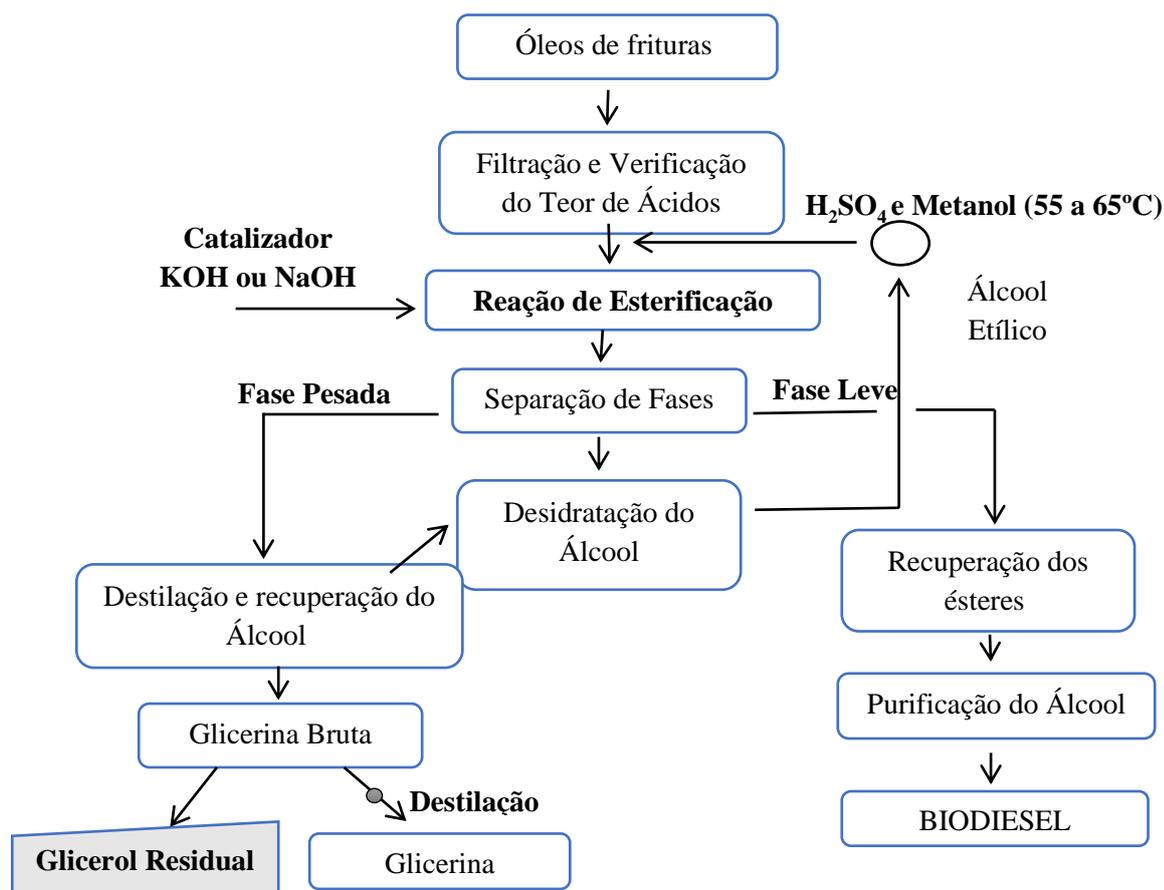


Figura 1: Processo de fabricação do glicerol residual a partir do óleo de frituras coletadas de restaurantes (Adaptado de Parente, 2003).

Utilizada na alimentação para ruminantes, devido sua semelhança ao propilenoglicol (substância gliconeogênica), entretanto, sua qualidade dependerá da qualidade da matéria prima pode levar a mesma sofrer diversas modificações devido a influência sobre a produção pelo qual pode passar. Estudos iniciados em 2000 pela Escola de Química da UFRJ em parceria com CENPES e McDonald`s, mostrou que a utilização de óleos residuais de frituras podem ser de grande utilizadas para a produção da glicerina bruta e do glicerol residual Halim et al. (2009); Sunthitikawinsakul e Sangatith, (2012), todavia, diversas discussões vêm sendo geradas para a utilização do glicerol residual por apresentar eficiência na alimentação de animais em lactação, elevando assim o potencial energético animal (SCHRÖDER e SÜDEKUM, 2016).

No entanto, no Brasil, inexistem legislações específicas sobre a quantidade consideradas que o animal pode consumir tanto de glicerina bruta, quanto de glicerol residual, porém, segundo a Food and Drug Administration (FDA), nos Estados Unidos, por exemplo, a utilização de glicerina bruta considera-se o teor de metanol acima de 150

mg/kg na glicerina não seguro para alimentação animal, já o governo da Alemanha, considera um teor de metanol até 5000 mg/kg de glicerina seguro na alimentação animal (SELLERS, 2008).

Apesar da utilização da glicerina bruta na alimentação animal ter sido aprovada pela Instrução Normativa Nº 42 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), de 16 de dezembro de 2010, com parâmetros mínimos para uso são: teor mínimo de 800 g de glicerol/kg, menos de 150 ppm de metanol/kg e máximo de 120 g de água/kg, inexistem parâmetros específicos para o glicerol residual.

Em estudos com vacas em lactação a inclusão de até 10% de glicerina na matéria seca da dieta em substituição aos grãos FÁVARO (2010), verificou a potencialização da glicerina como componente principal na dieta, por apresentar o mesmo teor de energia na matéria seca que o milho.

Já para Gomes et al. (2011), ao utilizaram 27 cordeiros da raça Santa Inês, com aproximadamente 90 dias de idade e avaliaram o desempenho dos animais recebendo dietas com 40% de feno de aveia, utilizando tratamento controle e a inclusão de 15 e 30% de glicerina bruta (83,2% de glicerol). Os autores concluíram que a inclusão de valores de até 30% de glicerina na dieta total não gerou impacto negativo sobre a saúde animal, consumo, desempenho e a qualidade da carne ovina.

Outros estudos realizados com vacas e novilhos castrados com aptidão leiteira demonstraram que proporção administrada acima de 24% na MS, não afetam o consumo e desempenho desses animais, aos quais permitiram um ganho e produção similar quando alimentados com o volumoso (LEÃO et al., 2012). Já para Bodarski et al. (2005), esse ganho foi obtido significativo na produção leiteira, quando ele incluiu apenas 3,1% de glicerina bruta na dieta de vacas leiteiras.

Valores semelhantes com diferentes níveis de glicerina bruta na suplementação de novilhas e ovelhas, com inclusão de 0, 2, 4, 8, 12 e 16%; 0, 10 e 20% e 0, 3, 8, 6.1 e 9,0% de glicerina bruta na dieta na causou modificações no desempenho e no consumo desses animais (Parsons et al., 2009; Parsons et al., 2009; Pellegrin et al., 2010; Pellegrin et al., 2010; Farias et al., 2012; Farias et al., 2012).

Para Santos et al. (2015), o desempenho produtivo de cabritos mestiços terminados em confinamento, alimentados com dietas contendo glicerina bruta (0, 4, 8 e 12% na MS, não alterou os parâmetros produtivos animal, não interferindo no peso e nem sobre o consumo dos animais avaliados, legitimando ainda mais a utilização da glicerina bruta como principal substituinte dos grãos oferecidos na dieta animal.

O glicerol residual na alimentação animal

A utilização da glicerol residual está tornando-se umas das práticas mais visadas no mercado produtor por se tornar um produto de vários fatores favoráveis na alimentação de ruminantes Chung et al. (2007). Sua conversão ao propionato se dá a partir da fermentação ruminal, à medida que é encaminhado pela corrente sanguínea ao fígado para realização do metabolismo e posteriormente conversão à glicose pelo animal (ZAWADSKI et al., 2010).

A quantidade absorvida deste produto dependerá da raça do animal, das condições nutricionais pelos quais se encontram, como também do próprio animal, já que após consumido, 13% desaparece do rúmen quando acompanhado à digesta, 44% desaparece pela fermentação (convertido a propionato através da gliconeogênese) e 43% pela absorção através da parede ruminal, no fígado pela ação da enzima glicerol quinase, juntamente com ATP, sendo convertido em glicerol- 3-fosfato e ADP para ser utilizado na glicólise ou na gliconeogênese, dependendo da condição metabólica do animal segundo (KREHBIEL, 2008).

O glicerol é considerado uma fonte segura para a alimentação animal. Entretanto, o níveis de contaminantes existentes na glicerina bruta e nos seus substratos, deve ser levado em consideração, já que o teor de metanol particularmente pode levar ao desenvolvimento de quadros de toxicidade, devido as altas ingestões deste (SCHRODER e SUDEKUM, 2016).

Nesse caso, a utilização de fontes ricas em glicerol deve ser utilizada com cautela, já que em altas concentrações, promoveriam mudanças na flora ruminal, levando à diminuindo a produção de propionato, e conseqüentemente a diminuição da produção animal, juntamente à outras mudanças químicas, físicas e sensoriais no leite (PALMQUIST et al., 1993; FERNANDES et al., 2008; COSTA et al., 2009).

Efeitos negativos foram observados por Queiroga et al., (2010), ao utilizar diferentes fontes lipídicas ricas (acima de 5% na dieta), tem levando uma queda significativa sobre o consumo de matéria seca e conseqüentemente uma redução na produção leiteira, além disso, fatores como genéticos, fisiológicos, climáticos e principalmente de origem alimentar, também podem levar a afetar as características químicas, físicas e as propriedades do leite caprino (COSTA et al., 2009).

Já Hales et al. (2013) trabalharam com inclusão de 0, 2,5, 5, 7,5 e 10 % na MS na dieta de bovinos e Gunn et al. (2011) trabalhando com animais F1 Angus alimentados com dietas contendo 15% de glicerina (90% de glicerol) em substituição ao milho, não influenciaram diretamente no consumo de MS sobre os tratamentos utilizados. No entanto,

efeitos negativos foram observados por Boyd et al. (2013) ao utilizar glicerina (80-85% glicerol) em dietas para vacas leiteiras em início de lactação, com inclusão de 0, 200, e 400 g/dia de glicerol, relatando uma redução sobre o CMS. Esses autores relataram que a característica composicional da glicerina utilizada, é um dos fatores que podem interferir significativamente sobre o consumo e a produção dos animais. Pois, fatores como a concentração de metanol, como também uma elevado poder energético, levam ao animal efeitos tóxicos, principalmente sobre a flora ruminal.

Além disso, a adição acima de 5% na dieta dos ruminantes pode levar a diminuição da fermentação ruminal além do seu pH, corroborando com os efeitos constatado por Parsons et al. (2009), ao avaliar o desempenho e a fermentação ruminal de novilhos com dietas contendo 4%, 8% ou 12% de glicerina com (85,7% de glicerol MS da dieta), onde observaram que a adição de 8% de glicerina bruta reduziu o pH ruminal para 5,68. Além disso, com a utilização da associação entre gordura e glicerol, os parâmetros de fermentação ruminal são afetados por meio da redução de ingestão de fibra e aumento da produção de acetato e butirato, além de modificar o nitrogênio amoniacal (INSUASTI et al., 2014).

A fermentação do glicerol realizada por diferentes microrganismos tem como a produção final os ácidos propiônico, succínico e fórmico, bem como butanol e etanol, estando estes ligados diretamente à produção leiteira (YAZDANI e GONZÁLES, 2007). Contudo na maioria dos casos, cerca de 13% do glicerol consumido desaparecem do rúmen acompanhando a ingesta, 44% pela fermentação e 43% pela absorção através da parede ruminal, desaparecendo em quase sua totalidade em um período de 6 horas (CHILLIARD et al., 2007; KREHBIEL, 2008; FERRARO et al., 2009; MACH et al., 2009; ABO EL-NOR et al., 2010; ABUGHAZALEH et al., 2011).

Metabolismo do glicerol e a produção de leite

De forma geral, a utilização de carboidratos na dieta animal tem sofrido diversas modificações devido ao peso gerado sobre os custos de produção e por desempenhar um papel fundamental sobre a procura de fontes alternativas para a alimentação animal (SILVA, 2010). No entanto, essa busca por componentes energéticos mais viáveis, tem demonstrado que fontes ricas em glicerol fornecem ao animal cerca de 2,25 a mais de energia que os próprios carboidratos, levando ao animal obter uma melhoria na qualidade energética, além de promover o aumento sobre os teores de gordura do leite nos animais ruminantes, levando uma redução sobre o balanço energético negativo (BEM) nos períodos onde há

pouca disponibilidade de alimentos (Rennó et al., 2014), por caracterizar uma necessidade maior do animal por conta da mobilidade das suas reservas corpóreas da lactação (Chilliard et al., 2007).

Nesse caso, o uso de coprodutos ricos em glicerol vem sendo utilizado por vários setores da pecuária brasileira, especialmente na nutrição animal, para auxiliar na diminuição dos efeitos negativos em tempos de estiagem, principalmente nos animais de grande produção, reduzindo também os gastos dos produtores rurais, por ser considerado um produto de baixo custo (PALMIQUIST et al., 1993; CHILLIARD et al., 2007; ABO EL-NOR et al., 2010; RENNÓ et al., 2014).

Ao serem ingerido dentro do rúmen do animal, o glicerol segue por diversas vias metabólicas diretas como no caso da absorção epitelial, e indireta levada pela fermentação das bactérias presentes no rúmen produzindo diversos ácidos graxos voláteis sendo encaminhados para diversos órgãos como rins, adipócitos, músculos esqueléticos, cardíacos como também na glândula mamária Rahib et al. (2009), destacando-se deste o propionato, que é considerado a principal fonte de energia utilizada pelos ruminantes em geral, devido sua capacidade de conversão à glicose pelo fígado (PALMQUIST e JENKINS, 1980; DONKIN, 2008).

A substituição por fontes ricas em carboidratos pelo glicerol, tem sido elucidadas por diversos pesquisadores, afim de compararem o seu desempenho sobre a geração de energia líquida para a lactação de animais na sua substituição do milho pelo glicerol. Schroeder e Sudekum (1999), por exemplo, chegaram aos valores de 2.300 Kcal/kg, quando oferecido em dietas pobres em amido, e entre 1.912 e 2.031 Kcal/kg incorporando a dietas ricas em amido, em comparação, a ELL do milho quebrado, moído e floculado é, segundo o NRC (2001), 1.912, 2.008 e 2.079 Kcal/kg, respectivamente, demonstrando assim uma similaridade entre o milho e o glicerol, desempenhando-se como ótimo fator sobre a produção leiteira.

Diversos trabalhos utilizando coprodutos ricos em glicerol, mostraram-se bem promissores em relação a produção de leite, pois mantiveram uma eficiência sobre o consumo e sua produtividade, como proposto por Bodarski et al. (2005) em suas pesquisas com vacas lactantes. Os autores observaram que ao incluir 500 mL de glicerina contendo 99,5% de glicerol (3,1% na MS), proporcionou maior produção e um aumento significativo sobre o teor de leite desses animais, corroborando com os achados por Osborn (2006), quando suplementou vacas multíparas da raça Holandesa onde observaram o aumento sobre o consumo de MS ao utilizar as mesmas concentrações na dieta.

Por outro lado, ao suplementar vacas leiteiras por 21 dias antes e pós-parto, Defrain et al. (2004) observaram uma depressão sobre o consumo e produção de leite devido principalmente pela diminuição do teor de glicose plasmática por consequência da elevação da produção de butirato. Efeitos negativos sobre o consumo e produção foram evidenciados nos estudos feitos por Palmquist et al. (1993) e Fernandes et al. (2008), quando adicionaram quantidades elevadas de fontes ricas em glicerol na dieta dos animais, promovendo reduções lineares sobre as composições de proteína, gordura, além de danos à microbiota ruminal.

Queiroga et al. (2010), no entanto ao usar a suplementação lipídica com base no óleo de mamona e licuri na dieta de cabras leiteiras, também observaram que houve uma redução significativa no consumo de matéria seca quando se incluiu 5% na dieta, ao qual levou como principal consequência a queda na sua produção de leite por esses animais.

No caso de animais lactantes, as suplementações ricas em glicerol, contribuem primordialmente para aumentar a concentração energética das dietas para atender à exigência durante o início da lactação, contudo, esta estratégia pode também contribuir para o aumento dos ácidos graxos insaturados do leite de cabra (SILVA et al., 2006). Além disso, segundo Palmquist et al. (1993), fontes lipídicas incluídas na dieta de ruminantes, servem além de dar um aporte nutricional no animal, aumentam sua densidade energética, melhoram a utilização de nutrientes, incrementam as produções de carne e leite e possibilitar a manipulação da composição em ácidos graxos destes produtos.

Vale ressaltar que, no caso de pequenos ruminantes, por exemplo, a sensibilidade é bastante visualizada quando expostos a níveis alterados de fontes lipídicas na dieta, sendo que níveis máximos de 4% de óleo suplementar devem ser respeitados, e a inclusão de pequena proporção em até 5% da MS pode ser benéfica ao desenvolvimento dos animais levando ao aumento do consumo e da produção (BERCHIELLI, 2011). Por outro lado, a utilização de fontes contendo glicerol leva a modificações sobre a composição do leite em especial os níveis de gordura, podendo levar a diminuições das características sensoriais acentuando um sabor rançoso no perfil sensorial (PEREIRA et al., 2010). Resultados semelhantes a respeito das mudanças na composição do leite, como consequência da suplementação com óleo de soja na dieta de cabras foram relatados por Bouattour et al. (2008), com particular aumento do nível de gordura e manutenção do teor de proteínas.

E embora os efeitos provocados no organismo animal, a utilização dos coprodutos oriundos da produção do biodiesel vem ganhando destaque por ser considerado um produto de baixo custo que proporciona uma melhoria na qualidade de vida do animal, pelo seu

papel sobre o enriquecimento sobre o desempenho animal, servindo como principal fonte energética especialmente em regiões onde a escassez de alimentos vem se ampliando, tornando-se assim uma o principal aparato na substituição do milho para diversos produtores rurais do Brasil.

Referências Bibliográficas

ABO EL-NOR, S.; ABUGHAZALEH, A. A.; POTU, R. B.; HASTINGS, D.; KHATTAB, M. S. A. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v. 162, n. 3- 4, 2010.

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE CONSERVAÇÃO DA NATUREZA (QUERCUS). Estratégia para gestão de óleos alimentares usados. Centro de Informação de Resíduos. Portugal, 2016.

AMBIENTE EM FOCO. Reciclar óleo de cozinha pode contribuir para diminuir aquecimento global. Disponível em: <www.ambienteemfoco.com.br>. Acessado em março de 2015.

APOLINÁRIO, F.D.B.; PEREIRA, G.F.; FERREIRA, J.P. Biodiesel e Alternativas para utilização da glicerina resultante do processo de produção de biodiesel. **Bolsista de Valor: Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense** v. 2, n. 1, p. 141-146, 2012.

BARROS, A. A. B.; ELISIANE, W.; MEIER, H. F. Estudo da viabilidade técnico – científica da produção de biodiesel a partir de resíduos gordurosos. **Revista Nova Técnica**. Vol.13 - Nº 3 pag. 255-262, 2008.

BONFIM, M. A. D.; SILVA; M. M. C.; SANTOS, S. F. Potencialidades da utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de caprinos e ovinos. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, v.3, n.4, p.15-26, 2009.

BODARSKI, R.; WERTELECKI, T.; BOMMER, F.; GOSIEWSKI, S. The changes of metabolic status and lactation performance in dairy cows under feeding TMR with glycerin (glycerol) supplement at periparturient period. **Electronic Journal of Polish Agricultural Universities Animal Husbandry**, Madison, v. 8, n. 4, p. 1-9, 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº. 37 de 31 de outubro de 2000. **Regulamentos Técnicos de Produção Identidade, Qualidade, coleta e transporte de leite**. Diário oficial da União, Brasília, 31 de outubro de 2000, p.6, 2000.

CASTELLANELLI C. et al. Análise Ambiental e Econômica do Biodiesel Obtido Através do Óleo de Fritura Usado em Praças de Pedágio. **Revista Produção Online**, v. espec., p. 1-15, 2007.

CHUNG, Y. H. RICO, D. E.; MARTINEZ, C. M.; CASSIDY, T. W; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G. A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein dairy cows on lactation performance and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**, v.90, p.5682-5891, 2007.

- COSTA, R.G.; QUEIROGA, R.C.R.E.; PEREIRA, R.A.G. Influência do alimento na produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.: 307-321, 2009.
- FARIAS, M.S.; PRADO, I.N.; VALENO, M.V.; ZAWADZKI, F.; SILVA, R.R.; EIRAS, C.E.; RIVAROLI, B.S.; LIMA, B.S. Níveis de Glicerina para Novilhas Suplementadas em Pastagens: Desempenho, Ingestão, Eficiência Alimentar e Digestibilidade. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1177-1188, 2012.
- FÁVARO, V.R. Utilização de glicerina, subproduto do biodiesel na alimentação de ovinos. 2010. 59 f. **Dissertação (Mestrado em Zootecnia)** – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp. Jaboticabal. 2010.
- FERNANDES, R. K. M.; PINTO, J. M. B.; MEDEIROS, O. M.; PEREIRA, C. A. *Biodiesel a partir de óleo residual de fritura: alternativa energética e desenvolvimento sócio-ambiental*. XXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção. Rio de Janeiro, RJ, 13 a 16 de outubro, 2008; 10p.
- FERNANDES, M.F; QUEIROGA, R.C.R. E; MEDEIROS, A.N.R.G.C.; BOMFIM, M.A.D.; BRAGA, A.A. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão ou de girassol. *Revista Brasileira de Zootecnia*. vol.37, n.4, 2008.
- FELIZARDO, P.; CORREIA, M.J.N.; RAPOSO, I. Production of biodiesel from waste frying oils. **Waste Management**, v.26, n.5, p.487-494, 2006.
- GERIS, R.; SANTOS, N.; AMARAL, B.; MAIA, I.; CASTRO, V.; CARVALHO, T. **Reação de Transesterificação para Aulas Práticas de Química Orgânica**. Química Nova, Salvador – BA, vol. 30, Nº05. 1369-1373, 2007.
- GOMES, G.M.F., BOMFIM, M. A. D., SOUZA, G.N., BRITO, J.R.F., PEREIRA, L.P. S. Consumo, produção e constituintes lácteos de cabras leiteiras alimentadas com diferentes fontes de óleo. *In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA*. 43.. 2006. João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: SBZ. 2006. (CD-ROM).
- HALIM, S.F.A.; KAMARUDDIN, A.H.; FERNANDO, W.J.N. Continuous biosynthesis of biodiesel from waste cooking palm oil in a packed bed reactor: Optimization using response surface methodology (RSM) and mass transfer studies. **Bioresource Technology**, v.100, p.710-716. 2009.
- HOLANDA, A. Biodiesel e inclusão social. Brasília: Câmara dos Deputados, coordenação de publicações. **Caderno de Altos Estudos**, n.1, p. 200, 2004.

KREHBIEL, C.R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**. Supplement. v.86. p.392. 2008.

LEÃO, J. P.; NEIVA, J.N. M.; RESTLE, J.; PAULINO, P. V. R.; SANTANA, A. E. MA.; MIOTTO, F.R. C.; LUISMÍSSIO, R. Consumo e desempenho de bovinos de aptidão Leiteira em confinamento alimentados com Glicerol. **Revista Ciência Animal Brasileira**, v. 13, n. 4, 2012.

PALMQUIST, D.L.; WEISBJERG, M.R.; HVELPLUND, T. Ruminant, intestinal, and total digestibilities of nutrients in cows fed diets high in fat and undegradable protein. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.1353-1364, 1993.

PARENTE, E. J. S. **Biodiesel – Uma aventura tecnológica num país engraçado**. Editora Unigráfica: Fortaleza-CE. 2003.

PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, Champaign, v. 87, n. 3, p. 653-657, 2009.

PASQUALETTO, A.; BARBOSA, G. N. *Aproveitamento do óleo residual de fritura na produção de biodiesel*. In. XXXI Congresso Interamericano AIDIS. Santiago, Chile, 12 a 15 de outubro, 2008, 8p.

PETERSON, C.L.; REECE, D.L. **Emissions tests with an on-road vehicle fueled with methyl and ethyl esters of rapeseed oil**. ASAE paper n.946532. ASAE, St. Joseph, MI, 1994.

PELLEGRINI, L.G. et al. Produção de cordeiros em pastejo contínuo de azevém anual submetido à adubação nitrogenada. **Ciência Rural**, v.40, n.6, p.1300-1404, 2010.

PEREIRA, R. A. G. et al. Physicochemical and sensory characteristics of milk from goats supplemented with castor or licuri oil. **Journal of Dairy Science**, v. 93, n. 2, p. 456-462, 2010.

QUEIROGA, R.C.R.E; MAIA, M.O.; MEDEIROS, A.N.; COSTA, R.G.; PEREIRA, A.G. BOMFIM, M.A.D. Produção e composição química do leite de cabras mestiças Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.1, p.204-209, 2010.

SANTOS, D.A.; PARENTE, H.N.; PARENTE, M.O.M.; ROCHA, K.S.; FERREIRA, E. M.; ALVES, A.A. Desempenho produtivo de cabritos alimentados com glicerina bruta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.45, n.4, p.690-696, 2015.

SELLERS, R.S. Glycerin as feed ingredient, official definition(s) and approvals. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 91, n.1, p. 392, 2008.

SILVEIRA, D. A.; VIEIRA, G. E. G. *Emprego do óleo residual de fritura na produção de biodiesel*. In: XX Congresso da Rede Brasileira de Engenharia Química COBEQ. Florianópolis, SC, 19 a 22 de outubro, 2014, 8p.

SÜDEKUM, K. H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. (Ed.). *Recent advances in animal nutrition*. **Nottingham: Nottingham University Press**, 2008. p. 210-219.

SUNTHITIKAWINSAKUL, A.; SANGATITH, N. Study on the Quantitative Fatty Acids Correlation of Fried Vegetable Oil for Biodiesel with Heating Value. **Procedia Eng.** V.32, 219-224, 2012.

SCHRODER, A.; SUDERKUM, K.H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: X International Rapaeseed Cppngress, 10. 1999, Canberra. **Anais...** The Regional Institute Ltd. Canberra 199. Disponível em: <http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/> Acesso em: 23 de jan. 2016.

ZAWADSKI, F.; VALERO, M.V.; PRADO, I.V. Uso de aditivos na dieta de bovinos de corte. In: Prado, I.N. (Organizador). **Produção de Bovinos de Corte e Qualidade da Carne**. Maringá: Eduem, 2010.

CAPÍTULO 2- Consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes em cabras lactantes alimentadas com resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel

Elaborado de acordo com as normas da Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal

([http:// www.rbspa.ufba.br](http://www.rbspa.ufba.br))

1 **Consumo e digestibilidade dos nutrientes em cabras lactantes alimentadas com dietas**
2 **contendo resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel a partir de óleos de**
3 **fritura**

4 *Intake and digestibility of nutrients in goats fed with diets with lipid residue from biodiesel*
5 *production from waste frying oils*

6
7 **RESUMO**

8
9 O objetivo deste estudo foi avaliar a substituição parcial do milho por resíduo lipídico (RL)
10 oriundo da produção de biodiesel, sob o consumo e a digestibilidade dos nutrientes. Oito
11 cabras Anglo-Nubianas com média de $51 \pm 4,0$ dias de lactação e $42,06 \pm 3,5$ kg de PV
12 foram distribuídas aleatoriamente em um quadrado latino duplo com quatro níveis de RL e
13 quatro períodos de 20 dias cada, dos quais 15 dias para adaptação e 5 dias para coleta de
14 dados. Os tratamentos foram definidos pela inclusão de RL (0, 7, 14 e 21% da MS total)
15 oriundo da produção de biodiesel a partir de óleos de frituras. A produção fecal foi
16 estimada utilizando fibra de detergente neutro indigestível. Polinômios ortogonais foram
17 testados para efeitos lineares e quadráticos. O RL afetou negativamente ($P < 0,05$) os
18 consumos de MS, FDN e CNF. Em adição os consumos de EE aumentaram
19 quadraticamente ($P < 0,01$) à medida que o RL foi adicionado e o consumo máximo (9,0 g
20 EE/dia) foi observado quando a dieta continha 7% de RL. O RL promoveu diminuição
21 linear para os coeficientes de digestibilidade de MS, FDN e EE, porém a digestibilidade da
22 CNF aumentou quadraticamente e o valor máximo (93%) foi observado quando a dieta
23 continha 7,6% de RL. Recomenda-se incluir até 7% de RL, com base na MS da dieta.

24
25 **Palavras-chaves:** biodiesel, coproduto, desempenho, glicerol.

26
27 **SUMMARY**

28
29 The objective of this study was to evaluate the partial replacement of maize by lipid
30 residue (LR) from biodiesel production on the intake and digestibility of nutrients. Eight
31 Anglo-Nubian goats averaging 51 ± 4.0 days of lactation and 42.06 ± 3.5 kg of BW were
32 randomly distributed in a double Latin square with four levels of LR and four periods of 20
33 days each, of which 15 days for adaptation and 5 days for data collection. The treatments
34 were defined by the inclusion of LR (0, 7, 14 and 21% of total DM) from the production of
35 biodiesel from waste frying oils. Fecal production was estimated using indigestible neutral

36 detergent fiber. Orthogonal polynomials were tested for linear and quadratic effects. The
37 LR negatively affected ($P < 0.05$) the intakes of DM, NDF, NCF, CP and OM. In addition,
38 EE intakes of total digestible nutrients (TDN) increased quadratically ($P < 0.01$) as LR was
39 added and maximum intakes were observed when the diet contained 7% (9.0 g EE/day)
40 and 4% (1.44 g TDN/day) respectively of LR. The addition of LR had no effect on water
41 intake ($P = 0.64$). The LR promoted linear decrease for the digestibility coefficients of DM,
42 OM, NDF, CP and EE, but the digestibility of NFC increased quadratically and the
43 maximum value (93%) was observed when the diet contained 7.6% of LR. It is
44 recommended to include up to 7% LR, based on dietary DM.

45

46 **Keywords:** biodiesel, co-product, performance, glycerol.

47

48 **INTRODUÇÃO**

49 A falta de alimentos para os animais em períodos de escassez é considerada um dos
50 principais entraves que dificultam o desenvolvimento da caprinocultura brasileira, gerando
51 redução e/perda de ganho de peso dos animais, além de modificar toda a sua capacidade
52 produtiva. No entanto, o aprimoramento de medidas que visam a melhoria do aporte
53 energético animal, vem sendo bastante discutidas entre diversos pesquisadores do Brasil e
54 do mundo, afim de levar uma melhoria na capacidade produtiva animal, como também na
55 atribuição de menores custos ao produtor rural (MONTEMAYO et al., 2011; LAGE et al.,
56 2014). Neste caso, a utilização de resíduo glicérico da glicerina bruta, vem se tornando
57 uma das principais alternativas viáveis na produção, por apresentar um baixo custo, além
58 de servir como alimento em substituição a concentrados convencionais devido glicerol
59 presente em sua composição (SOUZA et al., 2012).

60 Como principal precursor gliconeogênico, o glicerol vem atuando no metabolismo de
61 carboidratos dos animais ruminantes, contribuindo assim, com o aporte energético de
62 animais principalmente em balanço energético negativo (ARAÚJO et al., 2013). Em
63 contrapartida, o consumo e a digestibilidade dos nutrientes pode ser influenciados pelos
64 níveis de lipídios na dieta, e dependendo da sua quantidade ofertada pode levar a redução
65 na ingestão de alimentos pelo animal, devido à formação de uma barreira física nas
66 partículas, nos quais dificultam o ataque microbiano promovendo uma ação tóxica sobre
67 certas espécies de microrganismos ruminais devido à presença do ácido graxo insaturado
68 (BERCHIELLI et al., 2006).

69 Sendo assim, objetivou-se avaliar nesse estudo, os efeitos da inclusão (0, 7, 14 e
70 21% da MS) do resíduo lipídico oriundo da produção do biodiesel, a partir de óleos
71 residuais de fritura, na dieta de cabras em lactação, em substituição ao milho, sobre o
72 consumo, digestibilidade aparente nos nutrientes.

73 MATERIAL E MÉTODOS

74 O experimento foi conduzido no Módulo Didático-Produtivo de Caprinovinocultura
75 do Colégio Técnico de Bom Jesus, pertencente à Universidade Federal do Piauí, *Campus*
76 Professora Cinobelina Elvas, situado no Município de Bom Jesus - PI, entre os meses de
77 outubro e dezembro do ano de 2014, realizado após aprovação pelo Comitê de Ética em
78 Experimentação Animal da Universidade Federal do Piauí (CEEAA/UFPI), sob o número de
79 protocolo 016/14.

80 O Município de Bom Jesus está localizado a 09°04'28" de latitude sul e 44°21'31" de
81 longitude oeste, apresentando um clima quente e semiúmido e de temperaturas médias de
82 18°C para a mínima e de 36°C para máxima (IMET, 2014).

83 Foram utilizadas oito cabras Anglonubianas, sendo todas multíparas, com peso
84 corporal (PC) médio de 42,06±3,5 kg, com idade média de dois anos, estando aos 51±4
85 dias de lactação e clinicamente saudáveis. Os animais foram previamente vermifugados
86 utilizando-se como princípio ativo o (Disofenol 20% - Ibasal[®], São Paulo, Brasil), mantidos
87 em regime de confinamento em um galpão coberto com telhas de barro, baias individuais
88 (2 m²) feitas de telas de aço, piso cimentado, providas de comedouro e bebedouro
89 individual. A água foi fornecida à vontade e o consumo quantificado diariamente, durante
90 o período de coleta.

91 O delineamento experimental utilizado foi em quadrado latino 4×4, com quatro
92 animais, quatro períodos e quatro níveis de resíduo lipídico na ração (0, 7, 14 e 21%).
93 Foram utilizados dois quadrados simultâneos, em que os animais foram distribuídos
94 aleatoriamente. O experimento teve duração de 80 dias, e composto por quatro períodos de
95 vinte dias. Os primeiros 15 dias de cada período foram utilizados para adaptação dos
96 animais às dietas experimentais, e os cinco dias seguintes, destinados à coleta dos dados.

97 Os tratamentos consistiram em rações completas com níveis crescentes de resíduo
98 lipídico, nas proporções de 0, 7, 14 e 21% na MS em substituição ao milho. O volumoso
99 utilizado foi silagem de milho na proporção de 50%. O resíduo lipídico (fonte de glicerol;
100 Tabela 1) utilizado no experimento foi oriundo da produção de biodiesel a partir de óleos
101 vegetais de frituras, cedido pela Agência de Tratamento de Águas e Esgotos do Estado do

102 Piauí S/A (AGESPISA), incorporado manualmente e homogeneizado ao concentrado de
103 acordo com os níveis de utilização em substituição ao milho.

104 A composição nutricional do resíduo lipídico utilizado foi analisada pela CBO
105 Análises Laboratoriais para análises da matéria seca (MS), matéria mineral (MM), proteína
106 bruta (PB), extrato etéreo (EE), energia bruta (EB) e do glicerol e para a avaliação quanto
107 aos teores de sódio (Oliveira et al., 2007) e metanol (USP 38/467/1; USP, 2015), foram
108 realizadas através do CQA Centro de Qualidade Analítica (Tabela 1).

109

110 **Tabela 1.** Composição química do resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.

Item	
Umidade (g/kg)	427,6
Matéria Seca (g/kg)	572,4
Matéria Orgânica (g/kg de MS)	992,5
Matéria Mineral (g/kg de MS)	7,5
Proteína Bruta (g/kg de MS)	9,1
Extrato Etéreo (g/kg de MS)	264,3
Glicerol (g/kg de MS)	306,2
Sódio (g/kg de MS)	1,60
Metanol (g/kg de MS)	0,11
Energia Bruta (kcal/kg MS)	3.787
<i>Ácidos graxos (g/kg de MS)</i>	
Saturados	74,1
Poli-insaturados	129,5
Monoinsaturados	90,7

111

112 As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, de forma a atender as exigências
113 nutricionais para cabras em lactação (45 kg de PC), visando produção média de 2
114 kg/cabra/dia e 4% de gordura (Tabela 2) de acordo com as recomendações nutricionais do
115 NRC (2007). A alimentação foi fornecida na forma de mistura completa, em duas refeições
116 diárias, logo após as ordenhas, às 7 horas e às 17 horas. Para garantir consumo *ad libitum*,
117 a dieta foi fornecida em quantidade suficiente para proporcionar em torno de 20% de
118 sobras. A água também foi fornecida *ad libitum*, e o consumo foi quantificado durante o
119 período de coleta de dados.

120

121 Os dados para consumo de matéria seca (MS) e dos nutrientes foram obtidos por
122 meio dos registros do alimento oferecido e sobras e da colheita de amostras da dieta e
123 sobras, realizada durante os cinco últimos dias de cada período experimental. As sobras
dos alimentos foram pesadas pela manhã em sua totalidade, sendo 30% amostrado,

124 acondicionadas em sacos de plásticos com as devidas identificações dos animais,
 125 tratamentos e período de colheita e em seguida congeladas a -20° C.

126

127 **Tabela 2.** Participação dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

128

Item	Inclusão do resíduo lipídico (% MS)			
	0	7	14	21
<i>Ingrediente (g/kg de MS)</i>				
Silagem de milho	500,00	500,00	500,00	500,00
Milho moído	365,00	295,00	210,20	130,00
Farelo de soja	105,00	102,20	116,80	126,0
Ureia	0,00	2,80	3,00	4,00
Suplemento mineral ¹	20,00	20,00	20,00	20,00
Calcário calcítico	10,00	10,00	10,00	10,00
Resíduo lipídico (fonte de glicerol)	0,00	70,00	140,00	210,00
<i>Composição química (g/kg de MS)</i>				
Matéria seca	507,44	496,94	486,84	477,15
Proteína bruta	133,40	133,59	133,46	133,40
Fibra em detergente neutro	382,05	364,43	345,86	327,58
Fibra em detergente ácido	187,35	182,97	179,40	175,58
Extrato etéreo	37,44	52,23	66,73	81,31
Matéria mineral	56,54	55,95	56,14	56,08
Carboidratos totais	772,62	758,23	743,68	729,20
Carboidratos não Fibrosos	390,58	393,80	397,82	401,62

129 ¹(composição/kg do produto): Cálcio 240 g; Fósforo 71 g; Potássio 28,20 g; Enxofre 20 g; Magnésio 20 g;
 130 Cobre 400 mg; Cobalto 30 mg; Cromo 10 mg; Ferro 250 mg; Iodo 40 mg; Manganês 1.350 mg; Selênio 15
 131 mg; Zinco 1.700 mg; Flúor (Max.) 710 mg; vitamina A 135 U.I.; vitamina D3 68 U.I.; vitamina E 450 U.I.

132

133 Ao final de cada período as amostras foram descongeladas, homogeneizadas sendo
 134 feita uma amostra composta para cada animal, com aproximadamente 250 g pré-secas em
 135 estufa com ventilação forçada (55 °C) por 72 horas e moídas em um moinho de faca
 136 (Willey; AH Thomas, Philadelphia, PA) com peneiras de crivo de 1 e 2 mm (SILVA e
 137 QUEIROZ, 2002).

138 O consumo dos nutrientes foi determinado por meio da diferença entre o total do
 139 nutriente contido nos alimentos ofertados e o total do nutriente contido nas sobras. Os
 140 coeficientes de digestibilidade da MS, extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro
 141 (FDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) foram efetuadas colheitas das fezes dos animais,
 142 diretamente na porção final do reto, a cada 26 horas, sendo em cada período de coleta
 143 realizadas no 1º, 2º, 3º, 4º e 5º dia às 6:00; 9:00; 12:00; 15:00 e 18:00 horas,
 144 respectivamente. As amostras de fezes foram armazenadas a -20 °C e, posteriormente, da
 145 mesma forma que os alimentos e sobras foram processadas ao término de cada período
 146 experimental.

147 A estimativa da produção fecal foi efetuada utilizando-se a fibra em detergente
148 neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. As amostras de fezes, alimentos e
149 sobras foram incubadas “*in situ*” em sacos de tecido não tecido (TNT- 100 g/cm²) com
150 dimensões de 4 × 5 cm contendo 0,800 mg para alimentos, sobras e fezes (Casali et al.,
151 2009). As amostras foram acondicionadas, em todos os sacos, na proporção de 20 mg de
152 MS/cm² de superfície por um período de 264 horas segundo metodologia descrita por
153 (Nocek, 1988). O material remanescente da incubação foi submetido à extração com
154 detergente neutro e o resíduo considerado FDNi. Para o cálculo de matéria seca fecal
155 (MSF) foi utilizada a equação:

$$156 \quad \text{MSF (kg)} = (\text{Indicador consumido (kg)}) / (\% \text{ do indicador nas fezes}) * 100$$

157 O coeficiente de digestibilidade aparente (CDA) foi calculado como descrito por
158 Silva e Leão (1979), em que:

$$159 \quad \text{CDA} = \{[(\text{Consumo de nutrientes (kg)} - \text{Nutriente excretado nas fezes (kg)})] / \text{consumo de}$$
$$160 \quad \text{nutrientes (kg)} * 100$$

161 Os alimentos, as rações e as sobras foram analisados no laboratório de nutrição
162 Animal do CPCE – UFPI. Os teores de matéria (MS; método nº 930.15), matéria mineral
163 (MM; AOAC, 1990; método 942.05), proteína bruta (PB; AOAC, 1990; método 981.10) e
164 extrato etéreo (EE; método no. 920.39) de acordo AOAC (1990). Para as determinações de
165 fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas
166 segundo Van Soest et al. (1991), com adição de alfa-amilase termo estável.

167 Para a estimativa dos carboidratos totais CHOT foi utilizada a equação proposta por
168 Sniffen et al. (1992). Os carboidratos não fibrosos CNF foram estimados utilizando as
169 equações preconizada por Hall et al. (2000).

$$170 \quad \text{CHOT} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas})$$

$$171 \quad \text{CNF} = 100 - \% \text{MM} - \% \text{EE} - \% \text{FDN} - (\text{PB} - \text{PBu} + \text{U})$$

172 Onde: U = % de ureia; PBu = PB oriunda da ureia.

173 O resíduo lipídico foi analisado para matéria seca (MS), determinada em estufa a
174 105°C, proteína bruta (PB) pelo método Dumas (AOAC, 2007; método: no. 992,15),
175 extrato etéreo (EE) (AOAC, 1990; método 920.39, C), glicerol (USP28 NF23) e energia
176 bruta (EB) em bomba calorimétrica (Parr Instrument Co. Moline, IL), pelo laboratório
177 CBO análises laboratoriais, em Campinas, São Paulo. As concentrações de metanol (USP,
178 2015; método no. 467) foram determinadas pelo Centro de Qualidade Analítica, Campinas,

179 São Paulo, e o sódio (Na), em fotômetro de chama (Quimis M.Q398M2) (UFPI, 2016;
180 método 969.23) pelo Laboratório de Química Analítica do Solo (AOAC, 2005).

181 O delineamento experimental utilizado foi o de Quadrado Latino (4×4), sendo
182 quatro animais, quatro períodos e quatro níveis de substituição do milho pelo resíduo
183 lipídico (fonte de glicerol). Foram utilizados dois quadrados simultâneos. Todos os dados
184 foram analisados usando o procedimento MIXED do SAS (versão 9.1) (SAS Inst. Inc.,
185 Cary, NC), incluindo no modelo o nível de resíduo lipídico, período e a interação nível de
186 resíduo lipídico \times período como efeitos fixos. O animal aninhado dentro do tratamento foi
187 considerado como efeito aleatório. Os efeitos de tratamento sobre as variáveis analisadas
188 foram avaliados usando contrastes ortogonais para determinar os efeitos linear e
189 quadrático, bem como os efeitos de 0% de resíduo lipídico na dieta comparado com as
190 médias de todas as dietas contendo resíduo lipídico. Os contrastes foram significativos
191 quando P -value foi ≤ 0.05 . Os resíduos foram plotados contra os valores preditos e foram
192 usados para verificar os pressupostos do modelo de homoscedasticidade, independência e
193 normalidade dos erros. Um dado foi considerado um outlier e removido do banco de dados
194 quando o resíduo estudentizado esteve fora do intervalo de $\pm 2,5$.

195 O modelo estatístico adotado foi:

$$196 Y_{ijk} = \mu + T_j + P_k + (TP)_{jk} + A_i(T_j) + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

197

198 Y_{ijk} = valor observado para cada característica analisada; μ = média geral; T_j = efeito fixo
199 dos níveis de resíduo lipídico; P_k = efeito fixo de período de coleta; $(TP)_{jk}$ = efeito fixo da
200 interação dos níveis de resíduo lipídico e o período; $A_i(T_j)$ = efeito aleatório de animal
201 aninhado em nível de resíduo lipídico; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

202

203 **RESULTADOS**

204 Os tratamentos não proporcionaram mudanças no peso corporal dos animais, no
205 entanto, o consumo de matéria seca (CMS), independente da forma em que foi expresso
206 (kg/dia, %PC e g/kg PC^{0,75}/dia), diminuiu linearmente ($P < 0,05$) à medida que aumentou o
207 nível de inclusão do RL na dieta. Esse decréscimo foi acentuado quando o nível de RL foi
208 superior a 7% da MS, proporcionando redução média de 44% no CMS, quando a inclusão
209 do RL variou de 7% a 21% MS (Tabela 3).

210

211 **Tabela 3.** Consumo de nutrientes por cabras lactantes alimentadas com dietas contendo
 212 resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.

Item	Inclusão de RL (% MS)				EPM	P-value			
	0	7	14	21		L	Q	0% vs RL ¹	7% vs 14 e 21% ²
PC (kg)	44,51	45,61	43,58	44,88	1,02	0,93	0,96	0,98	0,51
PC ^{0,75} (kg)	17,21	17,53	16,92	17,31	0,30	0,91	0,94	0,97	0,51
Consumo de matéria seca									
kg/d	1,75	1,85	1,30	1,02	0,09	0,001	0,19	0,003	0,0005
%PC/d	3,98	4,02	3,04	2,30	0,19	0,007	0,08	0,03	0,002
g/kg PC ^{0,75} /d	102,63	104,72	77,58	59,12	4,95	0,001	0,21	0,02	0,001
Consumo de extrato etéreo									
kg/d	0,07	0,09	0,08	0,03	0,005	0,006	0,0002	0,50	0,006
%PC/d	0,15	0,20	0,19	0,07	0,01	0,001	<0,0001	0,01	0,008
g/kg PC ^{0,75} /d	3,92	5,31	4,89	1,89	0,30	0,001	<0,0001	0,57	0,007
Consumo de fibra em detergente neutro									
kg/d	0,62	0,63	0,41	0,35	0,03	<0,0001	0,35	0,005	0,0001
%PC/d	1,41	1,37	0,96	0,80	0,07	<0,0001	0,45	0,003	0,0005
g/kg PC ^{0,75} /d	36,29	35,63	24,48	20,53	1,70	<0,0001	0,40	0,002	0,0002
Consumo de carboidrato não fibroso									
kg/d	0,73	0,83	0,60	0,51	0,03	0,007	0,15	0,24	0,001
%PC/d	1,66	1,80	1,40	1,15	0,07	0,007	0,17	0,20	0,004
g/kg PC ^{0,75} /d	42,64	46,66	35,51	29,56	1,91	0,005	0,15	0,19	0,002

213 ¹ Efeito de 0% de inclusão de resíduo lipídico (RL) versus todas as dietas contendo RL; ² Efeito de 7% de inclusão de RL
 214 versus as dietas contendo 14 e 21% de RL; PC = Peso Corporal; L-Efeito linear; Q- Efeito quadrático; SEM- Erro Padrão
 215 da Média.

216 O consumo de extrato etéreo (CEE) aumentou quadraticamente (P<0,05), sendo o
 217 máximo consumo de 9 g/d ao nível de 7%; 0,21% do PC/d ao nível de 10,23% e
 218 5,5g/kg^{0,75}/d ao nível de 8,4% do RL (Tabela 3 e Figura 1). Portanto, decréscimo
 219 acentuado quando o nível de RL foi superior a 7% da MS (Tabela 3).

220

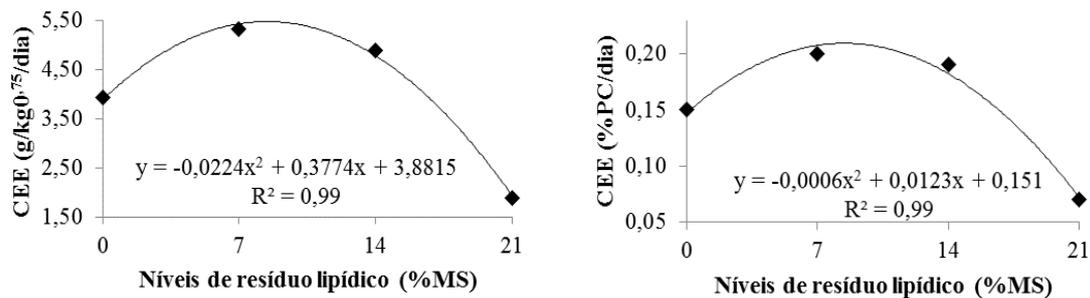
221

222

223

224

225

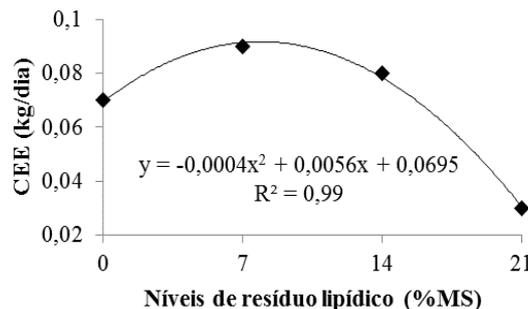


226

227

228

229



230 **Figura 1.** Consumo de extrato etéreo (CEE) em cabras lactantes alimentadas com dietas
 231 contendo resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.

232 A inclusão do RL na dieta das cabras diminuiu linearmente ($P < 0,05$) os consumos
 233 de fibra em detergente neutro (CFDN; kg/dia, %PC/d e $g/kg^{0,75}/d$) e de carboidratos não
 234 fibrosos (CCNF; kg/dia, %PC/d e $g/kg^{0,75}/d$), ($P < 0,05$). Para o CFDN, decréscimo na
 235 ordem de 43% foi verificado quando a inclusão do RL variou de 0% a 21% da MS. Já para
 236 o CCNF, verificou-se que o decréscimo iniciou-se quando o nível de RL foi superior a 7%
 237 da MS, sendo verificada redução na ordem de 37% quando a inclusão do RL variou de 7%
 238 a 21% MS (Tabela 3).

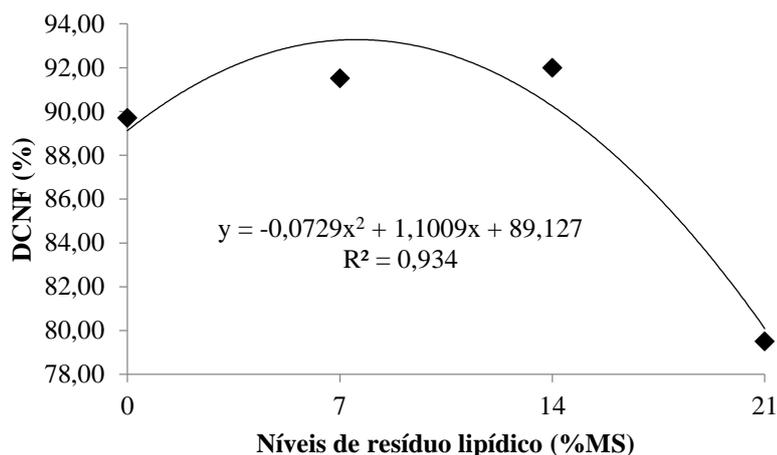
239 Os coeficientes de digestibilidade da MS, EE e FDN diminuiram linearmente
 240 ($P < 0,05$) com o aumento da inclusão do RL na dieta (Tabela 4). Decréscimos na ordem de
 241 6,5%, 13% e 12,8% foram verificados para a digestibilidade da MS, EE e FDN,
 242 respectivamente, quando a inclusão do RL variou de 0% a 21% da MS. Por outro lado, a
 243 digestibilidade dos CNF aumentou quadraticamente ($P < 0,05$), sendo a máxima
 244 digestibilidade de 93% ao nível de 7,3% de MS (Tabela 4; Figura 2). Portanto, decréscimo
 245 acentuado quando o nível de RL foi superior a 7% da MS (Tabela 4).

246

247 **Tabela 4.** Digestibilidade (D) aparente dos nutrientes em cabras lactantes alimentadas com
 248 dietas contendo resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.

Item (%)	Inclusão de RL (%MS)					EPM	<i>P-value</i>			
	0	7	14	21	L		Q	0% vs		
								RL ¹	%7 vs 14 e 21% ²	
DMS	78,02	75,20	75,83	72,98	0,57	0,005	0,87	0,007	0,52	
DEE	91,75	88,46	87,14	79,84	1,01	<0,0001	0,12	0,0008	0,01	
DFDN	64,12	58,54	56,67	55,96	1,10	0,006	0,16	0,002	0,35	
DCNF	89,71	91,51	92,00	79,45	1,25	0,0005	0,0003	0,33	0,01	

249 ¹ Efeito de 0% de inclusão de resíduo lipídico (RL) versus todas as dietas contendo RL; ² Efeito de 7% de
 250 inclusão de RL versus as dietas contendo 14 e 21% de RL; L = Efeito linear; Q = Efeito quadrático; SEM =
 251 Erro Padrão da Média; MS = matéria seca; EE – Extrato etéreo; FDN – Fibra em detergente neutro; CNF-
 252 Carboidratos não fibrosos.
 253



254

255 **Figura 2.** Digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF) em cabras lactantes
 256 alimentadas com dietas contendo resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.

257

258 **DISCUSSÃO**

259 Com o aumento da produção do biodiesel aumentam-se também a produção de
 260 coprodutos que promovem a poluição ambiental. Entretanto, seu uso vem sendo umas das
 261 principais fontes energéticas utilizadas para alimentação, servindo como principal
 262 substituto do amido na alimentação animal. No presente estudo foi observado que houve
 263 uma redução no consumo de matéria seca (CMS), além dos outros fatores, à medida que
 264 foi adicionado o resíduo lipídico nas dietas, especialmente quando a inclusão chegou ao
 265 nível 21% do RL.

266 No entanto, a maioria dos efeitos negativos oriundos do RL advém muitas vezes da
 267 qualidade da glicerina bruta. A presença de impurezas como metanol e alguns minerais
 268 interferem no desempenho dos animais, uma vez que essas substâncias levam à
 269 modificação do metabolismo, diminuindo a velocidade de fermentação do glicerol, como
 270 também a sua capacidade de absorção (REMIND et al., 1993; THOMPSON e HE, 2006;
 271 CHUNG et al., 2007; KREHBIEL, 2008; WANG et al., 2009; SHIN et al., 2012).

272 Outros autores sugeriram em seus estudos, que a redução do CMS pelo animal,
 273 estar associada ao aumento dos ácidos graxos insaturados na digesta, que promovem a
 274 elevação da secreção da colecitocitoquinina (CKK), inibindo da motilidade ruminal e
 275 reticular, reduzindo assim todo seu consumo de alimentos (NICHOLSON e OMER, 1983).
 276 Já para Vargas et al. (2002) e Mertens (1994), o efeito que os lipídeos promovem sobre o
 277 CMS está diretamente relacionado à depressão da fermentação da fibra, como também da
 278 inibição do crescimento microbiano, modificando assim a taxa de passagem da dieta pelo

279 trato gastrointestinal do animal. Além disso, as modificações sofridas pela digestão
280 ruminal se dá sobre a dificuldade da adesão dos microrganismos ao alimento pela fibra
281 apresentar-se de forma encapsulada, impedindo o ataque microbiano e consequentemente
282 levando a diminuição do consumo (GONÇALVES NETO, 2012). Por outro lado, a
283 glicerina bruta contém alto valor energético que podem influenciar as reações de oxidação
284 e intermediários do ciclo de Krebs no fígado, estimulando a saciedade e diminuindo o
285 CMS (BENSON et al., 2002; TRABUE et al., 2007; ALLEN et al., 2009).

286 A inclusão de RL na dieta dos animais ocasionou um aumento sobre o CEE a partir
287 da inclusão de até o nível de 7% na MS, no entanto, à medida que elevaram-se os níveis do
288 RL, o CEE caiu pela metade. De modo geral, a redução no consumo caracterizou-se como
289 principal resposta dos animais aos alimentos ofertados na dieta, indicando assim, que a
290 presença do RL em elevados níveis alterou o consumo, como citados por Palmquist e
291 Jenkis (1980), aos quais propuseram que dietas acima de 7% de gordura, levam ao
292 comprometimento da fermentação ruminal e consequentemente o consumo. Portanto, altos
293 níveis de EE podem comprometer a ingestão de alimentos por reduzir a digestão da fibra e
294 a taxa de passagem da digesta pelo trato gastrintestinal, resultando efeito negativo sobre os
295 microrganismos celulolíticos, devido à presença de grandes quantidades de gordura no
296 ambiente ruminal, alterando assim o crescimento microbiano (NRC, 2001).

297 Valores apresentados por Lana et al. (2005), ao testar óleo de soja e própolis em
298 dietas de cabras leiteiras, obtiveram resultados bem menores aos encontrados nessa
299 pesquisa. Estes autores salientaram que a inclusão em até 5,18% de EE não modificou a
300 capacidade ingestiva do animal. Já Souza et al. (2012), ao estudar a inclusão de óleo de
301 mamona, faveleira e gergelim (0 e 4%) na dieta de cabras obtiveram um maior CEE à
302 medida que aumentaram-se os níveis da inclusão dos óleos em relação ao grupo controle.

303 Os animais mantiveram o CFDN elevado até ao nível de 7% de MS na dieta, caindo
304 eventualmente quando houve a inclusão dos níveis 14 e 21%. É possível salientar, que o
305 reflexo surtido no animal sobre a redução no consumo de fibra, foi dado pela adição do RL
306 nas dietas oferecidas, já que a mesma fora calculada de modo que, a fibra não fosse fator
307 limitante do consumo. Mas segundo Ribeiro et al. (2009), a diminuição do CFDN deve-se
308 a grande capacidade seletiva dos caprinos, induzida por uma maior predileção pela porção
309 fibrosa dos carboidratos, diminuindo assim a ingestão da FDN na dieta pelo animal,
310 corroborando com Resende et al. (1994), citam que a diminuição progressiva do CFDN é
311 devido ao aumento do CMS, este por sua vez, diminui o efeito físico de enchimento do

312 rúmen pelo material não fibroso, aumentando assim a taxa de passagem desse alimento
313 pelo trato digestivo.

314 Essa diminuição sobre o CFDN, foram também encontradas por Silva et al.
315 (2007a), ao estudar a substituição de diferentes fontes lipídicas em dieta de cabras em
316 lactação, onde obtiveram efeitos semelhantes aos encontrados nesse experimento, obtendo
317 uma redução do consumo de fibra de até 17% em relação ao tratamento controle.
318 Entretanto Farias et al. (2012) não observaram quaisquer efeito sobre a inclusão dos níveis
319 de glicerina (0,0; 3,8; 6,1 e 9,0%) sobre os consumo FDN em novilhas suplementadas a
320 pasto, porém, notaram uma redução no ganho médio diário e peso corporal final em função
321 dos níveis de adição.

322 O consumo dos CNF foram maiores para o grupo de animais que receberam o 7%
323 do RL em suas dietas. Estes resultados, já estavam sendo esperados, já que, os tratamentos
324 com os níveis maiores (14 e 21% RL), obtinham menores quantidades de carboidratos em
325 sua composição. Além disso, alimentos mais palatáveis promovem uma aceitabilidade
326 maior pelo animal (Teixeira, 1998), obtendo um efeito positivo sobre eles, e como a
327 glicerina bruta apesar de possuir algumas impurezas, é um ingrediente bastante apreciado
328 pelos ruminantes, principalmente por possuir um aroma suave e de sabor adocicado, além
329 de conter um elevado teor de CNF na sua composição (VAN SOEST, 1994; ELAM et al.,
330 2008).

331 Estudos feitos por Fonteles et al. (2012), utilizando níveis crescentes de óleo de
332 soja em cabras em lactação, e Barros et al. (2015) utilizando glicerina bruta na dieta de
333 cordeiros, obtiveram efeitos semelhantes aos desse trabalho, obtendo um comportamento
334 linear decrescente sobre os consumos de CNF, uma vez que a maioria dos subprodutos
335 existentes na produção do biodiesel possuem altos teores de CNF, assim como os do RL
336 que foi utilizado nessa pesquisa.

337 De modo geral, a inclusão do RL afetou negativamente a digestibilidade dos
338 nutrientes avalidos, quando níveis acima de 7% foram fornecidos. Esse comportamento
339 pode ser explicado pela elevada concentração de ácidos graxos insaturados na dieta
340 (Tabela 2), já que em maiores quantidades, promovem a criação de uma barreira física
341 sobre as partículas do alimento ao qual dificulta o ataque bacteriano, além de promover
342 ação tóxica em certas espécies de microrganismos ruminais (PALMIQUIST, 1991;
343 OLIVEIRA, 2009; KOZLOSKI, 2009). Além disso, níveis elevados de lipídeos levam à
344 redução do consumo e digestibilidade, e a extrapolação de extrato etéreo na matéria seca
345 na dieta de ruminantes não podem extrapolar valor acima à 5% (NRC, 1984; KOZLOSKI,

346 2009). No entanto, alguns autores afirma que os valores de inclusão de extrato etéreo pode
347 chegar em até 8% da MS sem prejudicar a fermentação ruminal, a digestibilidade da
348 matéria seca e dos seus nutrientes (PAIVA et al., 2015).

349 Além disso, por se tratar de um produto oriundo de vários processos químicos até a
350 formação do composto, haveria uma certa redução na diminuição da qualidade do mesmo,
351 e este por sua vez, influenciaria na capacidade absorviva dos nutrientes existentes,
352 reduzindo assim a sua digestão.

353 Maia et al. (2006), ao suplementar cabras em lactação com diferentes fontes de
354 óleos, e Silva et al. (2007a) suplementando cabras em lactação com diferentes níveis de
355 óleo de soja, observaram diminuição sobre as digestibilidade de DMS, DEE e DFDN
356 expondo efeitos deletérios maiores, à medida que à medida que foi adicionado as fontes
357 lipídicas, quando comparados aos tratamentos controles, respectivamente.

358 Já Wilbert et al. (2013), adicionando níveis de 0, 4, 8 e 12% de glicerina bruta na
359 MS da dieta de vacas leiteiras não observaram mudanças sobre as DMS, DFDN e DCNF,
360 aos quais enfatizam que, a glicerina não pode ser considerada como fator limitante sobre a
361 digestibilidade da fibra mesmo possuindo altos teores de glicerol, pois mesmos não foram
362 capazes de modificar a digestibilidade na fibra desses animais quando adicionados na
363 dieta. Entretanto, Roger et al. (1992) e Paggi et al. (2004), analisando a utilização da
364 glicerina bruta na dieta em ruminantes, constataram uma redução linear sobre a
365 digestibilidade dos seus nutrientes, como também à redução da atividade celulolítica do
366 rúmen, desencadeando problemas no metabolismo desses animais.

367 Alguns trabalhos tem demonstrado que a adição de glicerina bruta na dieta dos
368 animais não promove efeitos sobre a digestibilidade dos CNF (FARIAS et al., 2012).
369 Entretanto, redução no ganho de peso e no peso corporal final, em função dos níveis de
370 adição na dieta, tem sido observada. Silva et al. (2007a) ao suplementar cabras leiteiras
371 com óleos de soja observaram uma certa redução sobre a DCNF. Por outro lado Loor et al.
372 (2002), suplementando vacas leiteiras com fontes de lipídeos protegidos, verificaram efeito
373 quadrático decrescente sob a digestibilidade aparente CNF no trato digestório total, e
374 segundo os mesmos autores, os efeitos deletérios sobre a fermentação ruminal podem
375 variar de acordo com a concentração utilizada, como também pela presença de lipídeos
376 insaturados, sendo evidenciado já que, por se tratar de um coproduto advindo de várias
377 reações térmicas tendenciarium possuir grandes quantidades de lipídios insaturados.

378
379

380 **CONCLUSÃO**

381 O resíduo lipídico oriundo da produção do biodiesel a partir de óleos residuais de
382 fritura pode ser incluído em até 7% da MS total da dieta para cabras em lactação.

383

384 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

385 AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods**
386 **of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

387

388 AOAC – Association of Analytical Communities. AOAC **Official method. Sodium and**
389 **potassium in seafood. Flame photometric method**. Método 969.23. AOAC, 2005.

390

391 ALLEN, M.S. Effects of diet on short-term regulation of feed intake lactating dairy cattle.
392 **Journal of Dairy Science**, v.83, p.1598-1624, 2000.

393

394 ARAÚJO, A.R.; RODRÍGUEZ, N.M.; COSTA, H.H.A.; SILVA, V.L. Glicerol na
395 alimentação de ruminantes. **Revista Ciência Animal**, v.23, p.20-25, 2013.

396

397 BARROS, M.C.C.; MARQUES, J.A; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; GUIMARÃES, G.S.;
398 SILVA, L.L.; ARAÚJO, F.L. Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados: consumo,
399 digestibilidade, desempenho, medidas morfométricas da carcaça e características da carne.
400 **Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 453-466, 2015.

401 BENSOL, J.A; REYNOLDS, C.K; AIKMAN, P.C. Effects of abomasal vegetable oil
402 infusion on splenic nutrient metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**,
403 v.85, n.7, p.1804-1814, 2002.

404

405 BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Ed.
406 Funep, cap.10, P. 287-309, 2006^a.

407

408 BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Ed.
409 Funep, cap.10, P.300 a 402, 2011^b.

410

411 CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C.; PEREIRA, J. C.; CUNHA,
412 M.; DETMANN, K. S. C.; PAULINO, M. F. Estimação de teores de componentes fibrosos
413 em alimentos para ruminantes em sacos de diferentes tecidos. **Revista Brasileira de**
414 **Zootecnia**. v.38. n.1. p.130-138. 2009.

415

416 CHUNG, Y. H. D. E.; RICO, C. M.; MARTINEZ, T. W.; CASSIDY, V.; NOIROT, A.
417 AMES, VARGA, G.A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy
418 cows on lactational performance and metabolic profiles. **Jounal Dairy Science**. 90, 5682–
419 5691, 2007.

420

421 ELAM, N.A.; ENG., K.S.; BECHTEL, B. Glycerol from biodiesel production:
422 Considerations for feedlot diets. **Proceedings of the Southwest Nutrition Conference**.
423 **Tempe AZ**. n.21, 2008.

424

425 FARIAS, M.S.; PRADO, I.N.; VALENO, M.V.; ZAWADZKI, F.; SILVA, R.R.; EIRAS,
426 C.E.; RIVAROLI, B.S.; LIMA, B.S. Níveis de Glicerina para Novilhas Suplementadas em
427 Pastagens: Desempenho, Ingestão, Eficiência Alimentar e Digestibilidade. **Semina:
428 Ciências Agrárias**, v.33, n.3, p.1177-1188, 2012.
429

430 FONTELES. N.L.O.; BOMFIM. M.A.D; BARCELOS. D.G.; FACÓ. O.; OLIVEIRA.
431 L.S.; GONÇALVES. J.L.; OLIVEIRA. K.S.; FERREIRA. A. M.F Consumo e Produção de
432 Leite de Cabras Alimentadas com Pedúnculo de Caju e Níveis Crescentes de Óleo de Soja.
433 **Revista Científica de Produção Animal**. v.14. n.1. p.85-88. 2012.
434

435 GONÇALVES NETO. J. **Manual do Produtor de Leite**. Ed. Aprenda Fácil. p.558-576.
436 2012.
437

438 HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**. Nutritional relevance and
439 analysis. Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.
440

441 INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA - IMET.**Boletim Agroclimatológico**
442 **Decendial**<[http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIMAGRO_DECENDIAL_](http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIMAGRO_DECENDIAL_201407P3.pdf)
443 [201407P3.pdf](http://www.inmet.gov.br/portal/arq/upload/BOLETIMAGRO_DECENDIAL_201407P3.pdf)> Acesso em: 09 de setembro de 2014.
444

445 KREHBIEL. C.R. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal**
446 **Science**. Supplement. v.86. p.392. 2008.
447

448 KOZLOSKI. G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 2nd. ed. Santa Maria: Ed. UFSM. p. 216,
449 2009.
450

451 LAGE, J.F.; RIBEIRO, A.F.; SAN VITO, E.; RIBEIRO JUNIOR, C.S.; DELEVATTI,
452 L.M.; DALLANTTONIA, E.E.; BALDI, F.; REIS, R.A. Ruminant fermentation of steers
453 fed crude glycerin replacing starch-vs fiber-based energy ingredients at low or high
454 concentrate diets. **Journal of Animal Science**, Champaign, v.92, suppl.2, p.798, 2014.

455 LANA, R.P.; CAMARDELLI, M.M.L.; QUEIROZ, A.C.; RODRIGUES, M.T.; EIFERT,
456 E.C.; MIRANDA, E.N.; ALMEIDA, I.C.C. Óleo de soja e própolis na alimentação de
457 cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2. p.650-658, 2005.
458 MAIA, F.J.; BRANCO, A.F.; MOURO, G.F.; CONEGLIAN, S.M.; SANTOS, G.T.;
459 MINELLA, T.C.; GUIMARÃES, K.C. Inclusão de fontes de óleo na dieta de cabras
460 leiteiras em lactação: produção, composição e perfil dos ácidos graxos no leite. **Revista**
461 **brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1504-1513, 2006.

462 MERTENS. D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY J.R. G.C. (Ed.) Forage quality:
463 evolution and utilization. Madison: **American Society of Agronomy**. 1994. p.450-493
464

465 MONTEMAYOR, H.M.A.; TORRESB, A.V.C.; GASCAC, T.G. Alternative foods for
466 small ruminants in semiarid zones, the case of Mesquite (*Prosopis laevigata* spp.) and
467 Nopal (*Opuntia* spp.). **Small Ruminant Research**, v.98 p.83-92, 2011.
468

469 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 6.
470 ed. Washington: National Academy of Sciences, 1984. 90 p.
471

472 NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle.**
473 7.ed. Washington. D.C.: National Academy Press. 2001. 363p.
474
475 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small**
476 **ruminants.** 2007. 362p.
477
478 NICHOLSON, T.; OMER, S.A. The inhibitory effect of intestinal infusions of unsaturated
479 long-chain fatty acids on forestomach motility of sheep. *British Journal of Nutrition*, v.50,
480 p.141- 149, 1983.
481
482 NOCEK, J. In situ and other methods to estimate ruminal protein and energy digestibility:
483 a review. *Journal of Dairy Science*, v.71, p.2051-2069, 1988.
484
485 OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; CAMPOS, J.M.S. Eficácia de diferentes métodos
486 de detoxificação da ricina do farelo de mamona. **In: Congresso da rede brasileira de**
487 **tecnologia de biodiesel**, 2, 2007, Brasília. Anais...Brasília: MCT/ABIPTI, 2007. p.1-6.
488 (CD-ROM).
489
490 OLIVEIRA, R. L.; BAGALDO, A. R.; LADEIRA, M. M.; BARBOSA, M. A. A. F.;
491 OLIVEIRA, R. L.; JAERGER, S. M. P. L. Fontes de lipídeos na dieta de búfalas lactantes:
492 consumo, digestibilidade e N-uréico plasmático. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa,
493 v. 38, n. 3, p. 553-559, 2009.
494
495 PAIVA, P.G.; RENNÓ, F.P.; DEL VALLE, T.A.; JESUS, E.F.; SANTOS, F.C.; COSTA,
496 A.G.B.V.B.; CABRAL, G.F.; ALMEIDA, G.F. Glicerina na alimentação de bovinos.
497 *Science and Animal Health* v.3 n.1, p. 31-55, 2015.
498
499 PAGGI, R. A.; FAY, J. P.; FERNANDEZ, H. M. Effect of short-chain acids and glycerol
500 on the proteolytic activity of rumen fluid. *Animal Feed Science and Technology*, v. 78, p.
501 341-347, 1999.
502
503 PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. *Journal of Dairy*
504 *Science*, v.63, p.1-14, 1980.
505
506 PALMQUIST, D.L. Influence of source and amount of dietary fat on digestibility in
507 lactating cows. *Journal of Dairy Science*, v.74, p.1354-1360, 1991.
508
509 REMIND, B.; SOUDARYR, E.; JOUANY, J.P. In vitro and in vivo fermentation glycerol
510 by rumen microbes. *Animal Feed Science and Technology*, v.41, p. 121-132, 1993.
511
512 RESENDE, F.D.; QUEIROZ, A.C.; FONTES, C.A.A.; PEREIRA, J.C.; RODRIGUES,
513 L.R.R. JORGE, A.M.; BARROS, J.M.S. Rações com diferentes níveis de fibra em
514 detergente neutro na alimentação de bovídeos em confinamento. *Revista da Sociedade*
515 **Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, MG, v.23, n.3, p.366-376,1994.
516
517 ROGER, V., FONTY, G.; ANDRE, C.; et al. Effects of glycerol on the growth, adhesion,
518 and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. *Current*
519 *Microbiology*, v. 25, p. 197–201, 1992.
520
521 SAS Institute. 1999. **SAS User’s Guide: Statistics. Version 9.1.** SAS Institute, Cary, NC.

522
523 SILVA. D.J.; QUEIROZ. A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos.**
524 Viçosa-MG: UFV. p. 235. 2002.
525
526 SILVA M.M.C.; RODRIGUES. M.T.; RODRIGUES. C.A.F.; BRANCO. R.H.. LEÃO.
527 M.I.; MAGALHÃES. A. C. M.; MATOS. R.S. Efeito da suplementação de lipídios sobre a
528 digestibilidade e os parâmetros da fermentação ruminal em cabras leiteiras. **Revista**
529 **Brasileira de Zootecnia.** v.36. n.1. p.246-256. 2007^a.
530
531 SHIN, J.H.; WANG, D.; KIM, S.C. Effects of feeding crude glycerin on performance and
532 ruminal kinetics of lactating Holstein cows fed corn silage or cottonseed hull-based, low-
533 fiber diets. **Journal of Dairy Science.** V.95, p.4006– 4016, 2012.
534
535 SNIFFEN. C.J; O'CONNOR. J.D.; van SOEST. P.J. A net carbohydrate and protein system
536 for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal**
537 **Science.** v.70. n.12. p.3562-3577. 1992.
538
539 SOUZA. D.L.; QUEIROGA. R.C.R.E; MEDEIROS. A.N.; BOMFIM. M.A.D. ARAÚJO.
540 M.J.; ALVES. A.R.; SILVA JÚNIOR. C. Consumo e Digestibilidade de Cabras Leiteiras
541 Suplementadas com Diferentes Óleos Vegetais. **Revista Científica de Produção Animal.**
542 v.14. n.1. p.69-72. 2012.
543
544 THOMPSON, J.C., HE, B.B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production
545 from multiple feedstocks. **Applied engineering in agriculture.** v.22, p.261-265, 2006.
546
547 TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. Ruminal fermentation of
548 propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural of Food Chemistry,** v.55, p.7043-
549 7051, 2007.
550
551 UNITED STATES PHARMACOPEIAL CONVENTION, INC. USP / NF: **The official**
552 **compendia of standards,** 38th edition. Rockville: USP, 2015.
553
554 VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral
555 detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of**
556 **Dairy Science,** v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
557
558 VARGAS. L.H.; LANA. R.P.; JHAM. G. N.; SANTOS. F. L.. QUEIROZ. A. C.;
559 MANCIO. A.B. Adição de Lipídios na Ração de Vacas Leiteiras: Parâmetros
560 Fermentativos Ruminais. Produção e Composição do Leite. **Revista Brasileira de**
561 **Zootecnia.** v.31. n.1. p.522-529. 2002 (suplemento).
562
563 WANG, C. et al. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine
564 derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science,** Amsterdam, v.121, p.15-20,
565 2009.
566
567 WILBERT, C. A.; PRATES, E. R.; BARCELLOS, J. O. J.; et al. Crude glycerin as an
568 alternative energy feedstuff for dairy cows. **Animal Feed Science and Thechnology,** v.
569 183, p. 116-123, 2013.
570
571

CAPÍTULO 3- Produção, composição e análise sensorial do leite de cabras alimentadas com resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel a partir de óleos de fritura.

Elaborado de acordo com as normas da Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira
([Http://www.embrapa.br/pab](http://www.embrapa.br/pab))

1 **Produção, composição e análise sensorial do leite de cabras alimentadas com resíduo**
2 **lipídico oriundo da produção de biodiesel a partir de óleos de fritura**

3
4 *Production, composition and sensory analyses of goat milk in goats fed with lipid residue*
5 *from biodiesel production from waste frying oils*

6
7 **RESUMO**

8 Objetivou-se avaliar a inclusão de resíduo lipídico (RL; 30,6% de glicerol) oriundo da
9 produção de biodiesel, a partir de óleos residuais de fritura, sobre a produção, composição
10 e atributos sensoriais do leite de cabra. Oito cabras Anglo-Nubianas, multíparas, com peso
11 corporal médio de $42,06 \pm 3,5$ kg, estando aos $51 \pm 4,0$ dias de lactação foram distribuídas
12 individualmente em quadrado latino duplo (4×4), com 4 tratamentos (0, 7, 14 e 21% de
13 RL com base na MS) e 4 períodos, com duração de 20 dias cada período (15 de adaptação
14 e 5 dias de coleta de dados). Para avaliar o grau de aceitação do leite foi realizada uma
15 análise descritiva quantitativa e testes hedônicos. Polinômios ortogonais foram testados
16 para efeitos lineares e quadráticos e teste não paramétrico para a análise sensorial. Efeitos
17 lineares decrescente foram observados com a inclusão do RL para a produção diária de
18 leite, de gordura (GOR), lactose (LAC), proteína (PB), sólidos totais (ST) e sólidos não
19 gordurosos (SNG). A composição do leite não foi influenciada pela RL, exceto para a
20 concentração de GOR e LAC a qual foi verificado efeito quadrático. A eficiência alimentar
21 foi influenciada de forma quadrática. Os resultados indicaram que a inclusão de RL
22 conferiu mudanças sensoriais perceptíveis negativas no leite sobre o sabor rançoso ao nível
23 de 14%. O RL com 30,62% de glicerol pode ser incluído em dieta de cabras lactantes em
24 até 7%, sem prejudicar o desempenho dos animais.

25 **Palavras-chave:** análise sensorial, coproduto, glicerol, sólidos totais.

26
27 **SUMMARY**

28
29 The objective of this study was to evaluate the inclusion of lipid residue (LR, 30.6%
30 glycerol) from the production of biodiesel from frying waste oils on the production,
31 composition and sensorial attributes of goat milk. Eight Anglo-Nubian goats, multiparous,
32 with a mean body weight of 42.06 ± 3.5 kg, at 51 ± 4.0 days of lactation were individually
33 distributed in double Latin square (4×4), with 4 treatments (0, 7, 14 and 21% LR based

34 on DM) and 4 periods, with a duration of 20 days each period (15 adaptation and 5 days of
35 data collection). A quantitative descriptive analysis and hedonic tests were performed to
36 evaluate the degree of milk acceptance. Orthogonal polynomials were tested for linear and
37 quadratic effects and non-parametric test was used for the sensorial characteristics. Linear
38 decreasing effects were observed with the inclusion of LR for the daily production of milk,
39 fat, lactose (LAC), protein (CP), total solids (TS) and non-fat solids (NFS). The
40 composition of the milk was not influenced by LR, except for the concentration of fat and
41 LAC which was verified quadratic effect. The feeding efficiency was influenced in a
42 quadratic way. The results indicated that the inclusion of LR imparted perceptible negative
43 sensory changes in milk over the rancid taste to the level of 14%. The LR with 30.62% of
44 glycerol can be included in the diet of lactating goats in up to 7% of DM, without
45 impairing the performance of the animals.

46

47 **Keywords:** sensory analysis, co-product, glycerol, total solids

48

49 **INTRODUÇÃO**

50 A suplementação com fontes lipídicas ricas na alimentação de cabras leiteiras vem
51 se tornando uma prática utilizada por pesquisadores brasileiros, a fim de promover
52 aumento da densidade energética das dietas oferecidas a esses animais (Souza et al., 2012).
53 Cerca de 13% do glicerol consumido desaparecem do rúmen acompanhando a ingesta,
54 44% pela fermentação e 43% pela absorção através da parede ruminal (KREHBIEL, 2008),
55 e a parte que é metabolizada no fígado, lá é convertido em glicose para gerar energia para o
56 metabolismo celular, sendo liberado no catabolismo do triacilglicerol é transformado em
57 glicose por meio da fosforilação em Glicerol-3-fosfato catalisado pela enzima glicerol-
58 quinase, iniciando assim a gliconeogênese (LAGE et al., 2010).

59 Neste caso, o glicerol constituiria uma forma mais barata e adequada para a
60 suplementação animal, além de proporcionar o aumento da quantidade de propionato
61 existencial no organismo animal, elevando assim a produção de leite de cabra e de sua
62 composição, além de diminuir quadros de cetoses na criação (KOZLOSKI, 2009; CHUNG
63 et al., 2007; DONKIN, 2008; OSBORNE et al., 2009). Por outro lado, boa parte da
64 qualidade química e sensorial do leite caprino está diretamente relacionada à dieta
65 oferecida para o animal, como também fatores fisiológicos, genéticos, ambientais, ligados
66 a condições higiênico-sanitárias no manejo (Queiroga et al., 2007; Fernandes et al., 2008;
67 Costa et al., 2009b), e a quantidade de lipídeos existentes na dieta, leva o produto sofrer

68 uma mudança na sua característica organoléptica como também nos teores de gordura e
69 lactose (NRC, 2001; MORAND-FEHR et al., 2007).

70 Com a realização desta pesquisa, objetivou-se avaliar a produção, a composição
71 química, os atributos sensoriais do leite de cabras alimentadas com dietas contendo resíduo
72 lipídico oriundo da produção de biodiesel, a partir de óleos de fritura.

73

74 MATERIAL E MÉTODOS

75 O presente estudo foi realizado no Módulo Didático-Produtivo de
76 caprinovinocultura da Universidade Federal do Piauí (UFPI), em Bom Jesus, Piauí, Brasil
77 (09 ° 04'28 "S e 44 ° 21'31" W). As temperaturas médias mínimas e máximas observadas
78 durante o período experimental foram de 18°C e 36°C, respectivamente. Os procedimentos
79 de cuidado e manuseio dos animais foram seguidos de acordo com o Comitê de Ética em
80 Experimentação Animal da UFPI (CEUA, Protocolo de n.º. 016/2014).

81 Foram utilizadas oito cabras mestiças de Anglo-Nubiana, múltíparas, com peso
82 corporal (PC) médio de 42,06 ± 3,5 kg, com aproximadamente dois anos de idade, estando
83 aos 51±4,0 dias de lactação. As cabras foram vermifugadas (disofenol 20%) antes do início
84 do experimento. Os animais foram mantidos em regime de confinamento, em baias
85 individuais (2 m²), piso cimentados, providas bebedouros e comedouros.

86 Os animais foram distribuídos aleatoriamente em quadrado latino 4 × 4, com quatro
87 animais, quatro períodos e quatro níveis de inclusão do resíduo lipídico (RL) na
88 alimentação, sendo utilizado dois quadrados simultâneos. O experimento teve duração de
89 80 dias, sendo composto por quatro períodos de vinte dias, dos quais os primeiros 15 dias
90 de cada período foram utilizados para adaptação dos animais e os últimos cinco dias,
91 destinados à coleta dos dados.

92 Os tratamentos consistiram em rações completas com níveis crescentes de resíduo
93 lipídico, nas proporções de 0, 7, 14 e 21% na MS. O volumoso utilizado foi silagem de
94 milho na proporção de 50%. O RL (fonte de glicerol; Tabela 1) utilizado no experimento
95 foi oriundo da produção de biodiesel a partir de óleos vegetais de frituras, cedido pela
96 Agência de Tratamento de Águas e Esgotos do Estado do Piauí S/A (AGESPISA),
97 incorporado manualmente e homogeneizado ao concentrado de acordo com os níveis de
98 utilização em substituição ao milho

99 As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, de forma a atender as
100 exigências nutricionais para cabras em lactação (45 kg de PC), com produção média de 2
101 kg/cabra/dia e 4% de gordura (Tabela 1) de acordo com as recomendações nutricionais do

102 NRC (2007). A alimentação foi fornecida na forma de mistura completa, em duas refeições
 103 diárias, logo após as ordenhas, às 07h00min e às 17h00min. Para garantir consumo ad
 104 libitum, a dieta foi fornecida em quantidade suficiente para proporcionar em torno de 10%
 105 de sobras. A água foi fornecida ad libitum, e o consumo foi quantificado durante o período
 106 de coleta de dados.

107

108 **Tabela 1.** Composição química do resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.

Item	
Umidade (g/kg)	427,6
Matéria Seca (g/kg)	572,4
Matéria Orgânica (g/kg de MS)	992,5
Matéria Mineral (g/kg de MS)	7,5
Proteína Bruta (g/kg de MS)	9,1
Extrato Etéreo (g/kg de MS)	264,3
Glicerol (g/kg de MS)	306,2
Sódio (g/kg de MS)	1,60
Metanol (g/kg de MS)	0,11
Energia Bruta (kcal/kg MS)	3.787
<i>Ácidos graxos (g/kg de MS)</i>	
Saturados	74,1
Poli-insaturados	129,5
Monoinsaturados	90,7

109

110 As dietas foram formuladas para serem isoproteicas, de forma a atender as
 111 exigências nutricionais para cabras em lactação (45 kg de PC), com produção média de 2
 112 kg/cabra/dia e 4% de gordura (Tabela 2) de acordo com as recomendações nutricionais do
 113 NRC (2007). A alimentação foi fornecida na forma de mistura completa, em duas refeições
 114 diárias, logo após as ordenhas, às 7 horas e às 17 horas. Para garantir consumo *ad libitum*,
 115 a dieta foi fornecida em quantidade suficiente para proporcionar em torno de 20% de
 116 sobras. A água também foi fornecida *ad libitum*, e o consumo foi quantificado durante o
 117 período de coleta de dados.

118 Os alimentos, as rações e as sobras foram analisados quanto aos teores de MS
 119 (método nº 930.15), proteína bruta (PB) (método nº 984.13) e extrato etéreo (EE) (método
 120 nº. 920.39) de acordo AOAC (1990). Para as determinações de FDN foram realizadas
 121 segundo (VAN SOEST et al., 1991).

122 Para a estimativa dos CHOT foi utilizada a equação proposta por Sniffen et al.
 123 (1992). Os CNF serão estimados utilizando as equações preconizada por Hall et al. (2000).
 124 $CHOT = 100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$.

125 CNF= 100 – [%MM -%EE - %FDN – (PB – PBu +U)],
 126 em que: U = % de ureia na dieta; PBu = %PB oriunda da ureia.

127
 128
 129

Tabela 2. Participação dos ingredientes e composição química das dietas experimentais

Item (g/kg de MS)	Inclusão do RL (%MS)			
	0	7	14	21
Silagem de Milho	500,00	500,00	500,00	500,00
Milho moído	365,00	295,00	210,20	130,00
Farelo de soja	105,00	102,20	116,80	126,0
Ureia	0,00	2,80	3,00	4,00
Suplemento mineral ¹	20,00	20,00	20,00	20,00
Calcário Calcítico	10,00	10,00	10,00	10,00
Resíduo lipídico (fonte glicerol)	0,00	70,00	140,00	210,00
Composição química (g/kg de MS)				
Matéria Seca	507,40	508,00	508,60	509,20
Proteína Bruta	133,40	133,00	132,20	131,50
Fibra em Detergente Neutro	382,00	364,40	345,90	327,60
Fibra em Detergente Ácido	187,30	183,00	179,40	175,60
Extrato Etéreo	37,40	52,20	66,70	81,30
Matéria Mineral	50,10	48,90	48,60	48,10
Carboidratos Totais	779,10	765,90	752,50	739,10
Carboidratos Não Fibrosos	397,00	401,50	406,60	411,50

130 ¹ (composição/kg do produto): Cálcio 240 g; Fósforo 71 g; Potássio 28,20 g; Enxofre 20 g; Magnésio
 131 20 g; Cobre 400 mg; Cobalto 30 mg; Cromo 10 mg; Ferro 250 mg; Iodo 40 mg; Manganês 1.350 mg;
 132 Selênio 15 mg; Zinco 1.700 mg; Flúor (máx.) 710 mg; vitamina A 135.000 U.I.; vitamina D3 68.000
 133 U.I.; vitamina E 450 U.I.

134

135 Após a realização do “*pré-dipping*” das tetas, realizado com água corrente e
 136 secados com papel toalha, foi realizado o descarte dos primeiros jatos numa caneca com
 137 fundo preto para diagnóstico de mastite subclínica. As ordenhas diárias foram realizadas
 138 manualmente duas vezes ao dia (6:00 e 16:00h), com pesagem individual do leite (kg/dia),
 139 posteriormente após a ordenha foi feita a realização do “*pós-dipping*” com solução de iodo
 140 glicerinado.

141 As amostras de leite foram colhidas nos 1º, 3º e 5º dias de coleta de cada período
 142 experimental, duas vezes ao dia, em horários regulares, na ocasião da ordenha. As
 143 amostras de leite foram acondicionadas em frascos de vidro de 500 mL, os quais foram
 144 previamente esterilizados em autoclave a 121°C por 15 minutos. O leite da produção da
 145 manhã foi acondicionado em geladeira a aproximadamente 4°C até a formação de uma
 146 amostra composta com o leite da ordenha da tarde. O leite ordenhado a tarde foi misturado
 147 ao leite da ordenha da manhã e acondicionado em garrafas de polietileno, formando uma
 148 amostra composta/cabra/dia, respeitando-se a proporção de leite produzido por turno

149 manhã:tarde (60% e 40%), num total de 200 mL (120 mL e 80 mL, manhã e tarde,
150 respectivamente). Para as análises químicas do leite foram retiradas alíquotas, as quais
151 foram colocadas em frascos de plástico de 50 mL e preservadas com bronopol® (2-bromo-
152 2-nitropropano-1,3-diol). As amostras destinadas à análise sensorial foram congeladas em
153 freezer a aproximadamente -20°C. Os procedimentos de ordenha e manipulação do leite
154 foram de acordo com os recomendados pelo Regulamento Técnico de Produção,
155 Identidade e Qualidade do leite de cabra (Brasil, 2000).

156 Para correção da produção de leite para 3,5% de gordura, utilizou-se a equação de
157 Gaines (1928), para 4% de gordura foi realizada segundo o NRC (2001) e para sólidos
158 totais (ST) foi realizada conforme Tyrrel e Reid (1965).

159 $PLCG\ 3,5\% \text{ (kg/dia)} = (0,4255 \times \text{kg de leite}) + [16,425 \times (\% \text{gordura}/100) \times \text{kg de leite}]$.

160 $PLCG\ 4\% \text{ (kg/dia)} = 0,4 \times \text{leite (kg/dia)} + 15 \times \text{gordura (kg/dia)}$.

161 $PLCST \text{ (kg/dia)} = (12,3 \times \text{g de gordura}) + (6,56 \times \text{g de sólidos não gordurosos}) - (0,0752$
162 $\times \text{kg de leite})$.

163 A eficiência alimentar foi obtida através da relação entre o leite produzido (kg/dia)
164 corrigido para 4% de gordura e a quantidade de MS consumida (kg/dia), enquanto que a
165 eficiência de utilização do nitrogênio (N) foi calculada pela divisão da quantidade de N do
166 leite produzido (g/dia) pela quantidade de N consumido (g/dia).

167 As análises da composição química do leite foram realizadas no Laboratório
168 Programa de Gerenciamento de Rebanhos Leiteiros do Nordeste (PROGENE) do
169 Departamento de Zootecnia da Universidade Federal Rural de Pernambuco (DZ/UFRPE),
170 para a determinação dos teores de proteína, gordura, lactose, sólidos totais e sólidos não
171 gordurosos, as amostras foram submetidas à análise por absorção infravermelha (Bentley
172 2000®).

173 As amostras de leite foram pasteurizadas a 65°C por 30 minutos e acondicionadas
174 em recipiente de polietileno ao qual permaneceram refrigeradas a 4°C até a realização das
175 análises, no setor de Análises de Alimentos, pertencentes à Universidade Federal do Piauí,
176 *Campus* Professora Cinobelina Elvas-PI. Cada amostra continha 50 mL, mantidos sob
177 refrigeração e servido aos avaliadores em cabines individuais contendo água mineral e
178 biscoitos, longe de ruídos e odores, em horários pré-estabelecidas, codificadas com três

179 dígitos para que afim de que não houvesse nenhuma interferência na avaliação,
180 obedecendo duas horas depois do almoço (MINIM, 2013).

181 Para a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), foram utilizados 12 provadores
182 treinados (quatro mulheres e oito homens) com idade variando entre 20 e 42 anos,
183 avaliando características odor característico, sabor característico, sabor rançoso e sabor
184 adocicado, conforme metodologia descrita por (MINIM, 2013). Foram realizados quatro
185 sessões, equivalentes às repetições, sendo separadas pelos códigos aleatórios amostrais,
186 utilizando-se escala equivalente a intensidade avaliada de zero a nove pontos (Figura 1),
187 variando de extremamente fraco a extremamente forte, para as características de cor, sabor
188 e odor (Quadro 1), segundo os atributos de LUTZ (1985).

189

190 **Quadro 1.** Atributos considerados durante a análise sensorial quantitativa segundo suas
191 características averiguadas.

Atributo	Significado
Odor característico	Presença apropriada de substâncias voláteis, aos quais se adéquam ao órgão olfativo, sem apresentar repugnância ou reprovação do leite caprino.
Sabor característico	Sensações gustativas e táteis adequadas ao paladar, apresentando-se sabor característico do leite de cabra.
Sabor adocicado	Sabor levemente doce com sensação suave adocicada
Sabor rançoso	Sabor levemente amargo com percepção amanteigada

192

193 Para a Escala Hedônica (EH), foram realizados testes de aceitação para os
194 provadores participantes da Análise Quantitativa Descritiva (ADQ), avaliando os atributos
195 de sabor e odor, utilizando as fichas com os mesmos critérios numéricos codital das
196 amostras, com escala de pontos variando de um a nove (Figura 2), com características
197 equivalentes a 1-desgostei muitíssimo e 9-gostei muitíssimo.



ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA SIMPLIFICADA (ADQ)

Nome: _____ Idade: _____

Produto: _____ Data: _____

Você irá receber 04 amostras codificadas com três dígitos para provar e deverá dar sua opinião usando a escala abaixo, para descrever sua ideia sobre o produto em análise. Tome um pouco de água antes da primeira amostra. Após provar a primeira amostra, coma um pedaço de biscoito fornecido e espere pela segunda amostra.

Odor Característico

- 9-extremamente forte
- 8-muito forte
- 7-moderadamente forte
- 6-levemente forte
- 5-indiferente
- 4-levemente fraco
- 3-moderadamente fraco
- 2-muito fraco
- 1-extremamente fraco

Cor Característica

- 9-extremamente amarelo
- 8-muito amarelo
- 7-moderadamente amarelo
- 6-levemente amarelo
- 5-indiferente
- 4-levemente branco
- 3-moderadamente branco
- 2-muito branco
- 1-extremamente branco

Amostras	Odor Característico	Cor Característica
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Observações: _____

Sabores característicos/ adocicado/ rançoso

- 9-extremamente forte
- 8-muito forte
- 7-moderadamente forte
- 6-levemente forte
- 5-indiferente
- 4-levemente fraco
- 3-moderadamente fraco
- 2-muito fraco
- 1-extremamente fraco

Amostras	Sabor característico	Sabor adocicado	Sabor rançoso
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____
_____	_____	_____	_____

Observações: _____

Muito Obrigado!

198

199 **Figura 1.** Modelo da ficha utilizada para Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

 UNIVERSIDADE FEDERAL DO PIAUÍ CAMPUS PROFESSORA CINOBELINA ELVAS		
<u>TESTE HEDÔNICO</u>		
Nome: _____	Idade: _____	
Produto: _____	Data: _____	
<p>Você deverá receber 04 amostras codificadas para provar e deverá dar sua opinião, usando a escala abaixo para descrever sua ideia a respeito do produto em análise. Tome um pouco de água antes da 1ª amostra.</p>		
Odor		
9-gostei muitíssimo	Amostras	Odor
8-gostei muito	_____	_____
7-gostei moderadamente	_____	_____
6- gostei levemente	_____	_____
5-indiferente	_____	_____
4-desgostei levemente	_____	_____
3-desgostei moderadamente	_____	_____
2-desgostei muito		
1-desgostei muitíssimo		
Observações: _____		
Sabor		
9-gostei muitíssimo	Amostras	Odor Sabor
8-gostei muito	_____	_____
7-gostei moderadamente	_____	_____
6- gostei levemente	_____	_____
5-indiferente	_____	_____
4-desgostei levemente	_____	_____
3-desgostei moderadamente	_____	_____
2-desgostei muito		
1-desgostei muitíssimo		
Observações: _____		
Muito Obrigada!		

201

202 **Figura 2-** Modelo da ficha utilizada para Teste de Aceitação.

203

204

205 O delineamento experimental utilizado foi o de Quadrado Latino (4×4), sendo
206 quatro animais, quatro períodos e quatro níveis de inclusão do RL (fonte de glicerol).
207 Foram utilizados dois quadrados simultâneos. Todos os dados foram analisados usando o
208 procedimento MIXED do SAS (versão 9.0) (SAS Inst. Inc., Cary, NC), incluindo no
209 modelo o nível de RL, período e a interação nível de RL \times período como efeitos fixos. O
210 animal aninhado dentro do tratamento foi considerado como efeito aleatório. Os efeitos de
211 tratamento (RL) sobre as variáveis analisadas foram avaliados usando contrastes
212 ortogonais para determinar os efeitos linear e quadrático, bem como os efeitos de 0% de
213 RL na dieta comparado com as médias de todas as dietas contendo RL. Os contrastes
214 foram significativos quando P -value foi ≤ 0.05 . Os resíduos foram plotados contra os
215 valores preditos e foram usados para verificar os pressupostos do modelo de
216 homoscedasticidade, independência e normalidade dos erros. Um dado foi considerado um
217 *outlier* e removido do banco de dados quando o resíduo estudentizado esteve fora do
218 intervalo de $\pm 2,5$.

219 O modelo estatístico adotado foi:

$$220 Y_{ijk} = \mu + T_j + P_k + (TP)_{jk} + A_i(T_j) + e_{ijk}, \text{ onde:}$$

221

222 Y_{ijk} = valor observado para cada característica analisada; μ = média geral; T_j = efeito fixo
223 de tratamento (níveis de RL); P_k = efeito fixo de período de coleta; $(TP)_{jk}$ = efeito fixo da
224 interação dos níveis de RL e o período; A_i = efeito aleatório de animal aninhado em nível
225 de RL; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação.

226 Para os dados da análise sensorial, além da análise de regressão foi aplicada uma
227 Análise de Componentes Principais (ACP) com as médias dos julgadores e repetições
228 usando a matriz de correlação usando o SAS (versão 9.0).

229

230 RESULTADOS

231 A produção de leite, produção de leite corrida para 3,5% (PLC 3,5%), 4% (PLC
232 4%) e sólidos totais (PLCST) diminuiram linearmente à medida que aumentou o nível de
233 inclusão do RL na dieta (Tabela 3). O contraste “0% vs RL” não foi significativo para as
234 variáveis de produção, no entanto, o contraste “7% vs 14 e 21% RL” foi significativo para
235 PLCST.

236

237 **Tabela 3.** Produção, composição do leite e eficiência alimentar em cabras alimentadas
238 com resíduo lipídico oriundo da produção do biodiesel.

Item	Resíduo lipídico (% MS)				SEM	P-value			
	0	7	14	21		L	Q	0% vs RL ¹	7% vs 14 e 21% RL
<i>Produção de leite (kg/dia)</i>									
PL	1,37	1,30	1,04	0,64	0,10	0,006	0,35	0,10	0,06
PLC 3,5%	1,50	1,49	1,25	0,75	0,11	0,007	0,19	0,18	0,06
PLC 4%	1,38	1,38	1,15	0,69	0,10	0,007	0,19	0,17	0,06
PLCST	1,48	1,47	1,21	0,73	0,11	0,005	0,20	0,15	0,04
<i>Composição do leite (g/kg)</i>									
Gordura	41,37	44,78	46,29	41,42	0,89	0,83	0,03	0,15	0,65
Proteína	33,08	34,54	33,64	33,23	0,64	0,73	0,46	0,65	0,50
Lactose	45,71	46,39	46,18	39,33	0,79	0,02	0,03	0,24	0,02
ST	128,20	136,86	131,81	129,93	1,45	0,88	0,07	0,15	0,08
STNG	88,04	90,74	89,04	88,67	0,76	0,70	0,23	0,44	0,32
G:P	1,20	1,31	1,48	1,41	0,04	0,08	0,39	0,04	0,17
<i>Produção dos constituintes do leite (g/dia)</i>									
Gordura	55,71	57,36	41,73	28,96	4,00	0,005	0,22	0,12	0,01
Proteína	46,13	44,18	33,48	22,42	3,17	0,030	0,40	0,05	0,02
Lactose	62,45	60,29	49,27	28,48	4,88	0,006	0,25	0,12	0,06
ST	177,13	176,31	136,59	86,45	12,90	0,005	0,26	0,11	0,03
STNG	121,23	117,31	92,35	56,81	8,96	0,005	0,30	0,09	0,04
<i>Eficiência</i>									
PLC/CMS (kg/kg)	0,69	0,79	0,88	0,77	0,02	0,14	0,03	0,01	0,45
N leite/CN (g/g)	0,17	0,17	0,19	0,17	0,007	0,89	0,67	0,79	0,73

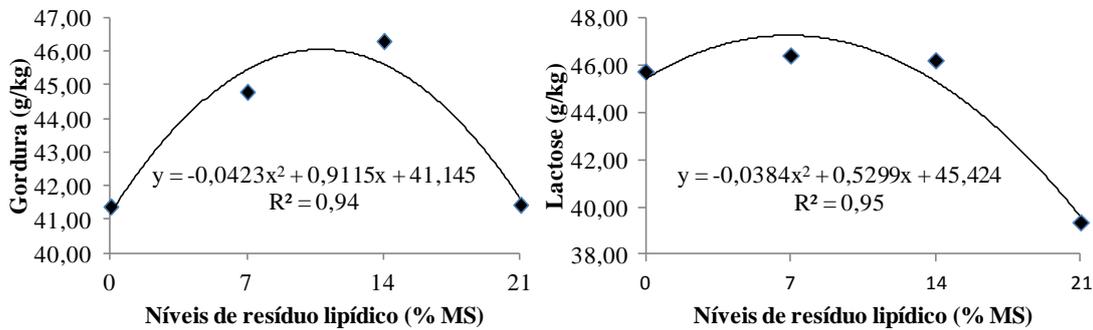
240 RL= Resíduo Lipídico; PL=produção de leite; PLC= produção de leite corrigida; PLCST= produção de
241 leite corrigida para sólidos totais; ST= sólidos totais; G = gordura; P= proteína; N = nitrogênio; CN =
242 consumo de N; CMS = consumo de matéria seca; SEM =Erro Padrão Médio; L – efeito linear da inclusão
243 do resíduo; Q – efeito quadrático da inclusão do resíduo; N=Nitrogênio.

244

245 As concentrações de proteína, sólidos totais (ST) e sólidos não gordurosos (SNG)
246 não foram influenciadas pelos tratamentos, apresentando valores variando de 34,4 a 33,08;
247 128,2 a 136,86 e 88,04 a 90,74 g/kg, respectivamente (Tabela 3). A menor relação
248 gordura:proteína (1,20) foi observada nos animais que não receberam o RL ($P = 0,04$; “0%
249 vs RL”). As concentrações de gordura e lactose comportaram-se de forma quadrática
250 (Figura 3), sendo os maiores valores de gordura (50,5 g/kg) ao nível de 10,8% de RL,
251 enquanto que os de lactose (47,3 g/kg) ao nível de 7,0% de RL. Este efeito é ratificado
252 quando o contraste “0% vs RL” para a lactose foi não significativo e o contraste “7% vs 14

253 e 21% RL” o foi, indicando que é a partir do nível 7% que a concentração de lactose se
254 modifica.

255



256

257

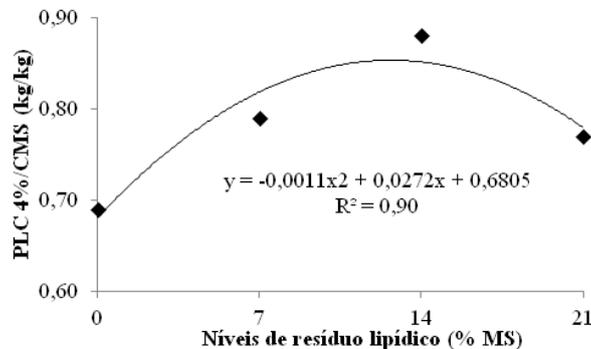
258 **Figura 3.** Concentrações de gordura e lactose (g/kg) no leite de cabras alimentadas com
259 resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel a partir de óleos de fritura.

260

261 A produção dos constituintes do leite (g/dia) diminuiu linearmente à medida que
262 aumentou o nível de inclusão do RL na dieta (Tabela 3). Observa-se que com a não
263 significância do contraste “0% vs RL” e o contraste “7% vs 14 e 21% RL” significativo,
264 exceto para lactose, percebe-se que é a partir do nível 7% começa a diminuir.

265 A eficiência alimentar (EA) apresentou comportamento quadrático, quando houve a
266 adição do RL ($P=0,03$). Dessa forma, a partir da derivada da equação de regressão (Figura
267 4), observou-se que a maior EA (0,85 kg/kg) foi verificada ao nível de 12,4% de RL. Foi
268 verificado também, que a EA foi diferente nos animais que recebem RL contra aqueles que
269 não receberam o RL ($P = 0,01$; “0% vs RL”). Nenhum efeito foi observado sobre a relação
270 do N leite/Consumo de N ($P>0,05$), nem tampouco sobre a inclusão do RL e o tratamento
271 controle.

272



273

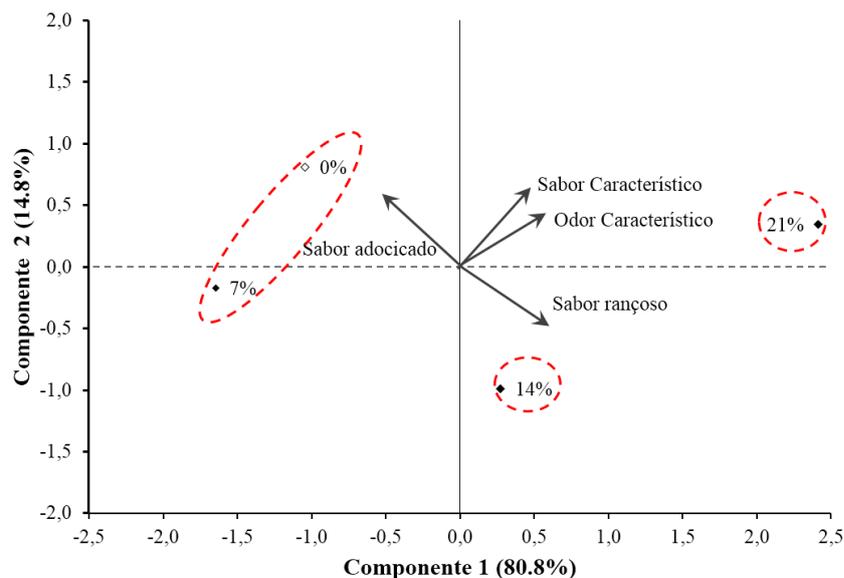
274 **Figura 4.** Eficiência alimentar de cabras alimentadas com resíduo lipídico oriundo da
275 produção de biodiesel a partir de óleos de fritura.

276

277 Na tentativa de identificação dos atributos sensoriais que contribuíram para
278 discriminação das amostras de leite de cabra alimentadas com RL, foi aplicada uma
279 Análise de Componentes Principais (ACP) em relação aos julgadores e suas repetições
280 utilizando matrizes de correlações. A variabilidade dos componentes principais juntos
281 conseguiu explicar 95,6% da variabilidade das amostras estudadas (Figura 5).

282 A abscissa (formada pelo primeiro CP) separou as amostras das análises
283 sensoriais de acordo com a intensidade de cada característica dos avaliadores em sabor e
284 odor característico no quadrante positivo equivalente, e o sabor rançoso no quadrante
285 negativo. A ordenada (formada pelo segundo CP) separou os fatores sabor adocicado no
286 quadrante positivo (Figura 5).

287 Foi observada uma correlação positiva entre sabor e odor característico para o
288 grupo controle com 21% de RL e correlação negativa sobre o sabor rançoso, principalmente
289 quando adicionado as porcentagens de 14% (Figura 5). Já para os valores para o sabor
290 adocicado, obtiveram uma correlação positiva para os níveis de 0 a 7% da inclusão do RL.



291

292 **Figura 5.** Análise de componentes principais dos atributos sensoriais do leite de cabras
293 alimentadas com resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.

294

295 As médias para avaliação sensorial através do teste hedônico não sofreram
296 influência dos níveis de inclusão do resíduo ($P > 0,05$; Tabela 5), não obtendo alteração
297 significativa sobre as características sensoriais do produto. Nos quesitos odor e sabor as
298 médias variaram entre 5,37 a 5,75 (indiferente) e 3,87 a 5,75 (desgostei levemente),
299 respectivamente.

300

301 **Tabela 4.** Escores médios do Teste de Aceitação do leite de cabras alimentadas com
302 resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel.

Item	Resíduo lipídico (% MS)				SEM	P-value		
	0	7	14	21		L	Q	0% vs RL ¹
Odor	5,62	5,62	5,37	5,75	0,32	0,97	0,80	0,95
Sabor	4,00	3,87	4,75	5,75	0,42	0,13	0,52	0,42

303 ¹ Efeito de 0% de inclusão de resíduo lipídico versus todas as dietas contendo resíduo lipídico; SEM =Erro
304 Padrão Médio; L – efeito linear da inclusão do resíduo; Q – efeito quadrático

305

306 **DISCUSSÃO**

307 Os altos níveis do RL existente na dieta induziram uma mudança no metabolismo,
308 resultando na diminuição da eficiência energética animal utilizada para síntese do leite
309 (Silva et al., 2007a), e como a produção de leite é caracterizada como um processo
310 metabólico altamente dependente de energia, a diminuição da ingestão de MS e diminuição
311 das demandas energéticas podem ter sido um dos fatores que levaram a variação sofrida na
312 produção leiteira nos animais neste trabalho.

313 Efeitos negativos sofridos durante a inclusão de lipídeos na dieta de cabras leiteiras,
314 sobre a quantidade de gordura no leite, apresentam grande variação de acordo com a
315 quantidade de gordura ofertada a esses animais (NRC, 2001). No entanto, presença de
316 ácidos graxos insaturados aumenta a probabilidade da redução na concentração de gordura
317 do leite, uma vez que, produtos intermediários da biohidrogenação, como o trans-11,
318 modificam a síntese da gordura pela glândula mamária, como visto neste trabalho
319 (CHILIARD, 2003).

320 Pereira et al. (2010) e Queiroga et al.(2010b), ao trabalharem com diferentes fontes
321 coprodutos ricos em glicerol, observaram uma redução na produção de leite quando
322 aumentaram os níveis de 3 e 5% para a produção corrigida para 3,5% comparados ao grupo
323 controle ao utilizar diferentes óleos na dieta de cabras leiteiras. Já Fernandes et al. (2008),
324 Costa et al. (2008) e Queiroga et al. (2007), obtiveram diminuição significativa nos teores
325 de gordura no leite de cabras leiteiras à medida que aumentavam os níveis de óleos na dieta
326 desses animais. Efeitos contrários foram observados por Lana et al. (2005), quando
327 avaliaram a adição de óleo de soja e própolis na dieta de cabras leiteiras e verificaram
328 aumento no teor de gordura do leite entre animais alimentados com a dieta contendo óleo
329 de soja.

330 Além disso, o aumento da taxa de passagem do alimento à medida que é elevada os
331 níveis dos suplementos lipídicos sobre os fatores ruminais levam a redução da lipogênese

332 da glândula mamária, diminuído assim o teor de gordura no leite (BERCHIELLE et al.,
333 2011). Queiroga et al. (2007a) em seus estudos com adição de fontes lipídicas, também
334 obtiveram decréscimo sobre a produção de gordura no leite, e relataram que grandes teores
335 de gordura insaturada e também a baixa ingestão da fibra na dieta, podem ser um dos
336 fatores que mais geram o desequilíbrio negativo sobre o teor de gordura no leite, pois
337 desencadeiam a diminuição acentuada da normalidade da fermentação ruminal com a
338 diminuição do pH modificando a absorção das gorduras pela glândula mamária,
339 promovidas devido a modificação sofrida na relação acetato:propionato.

340 Fernandes et al. (2008), afirmaram que o aumento contínuo de gorduras no leite,
341 promoveriam ao mesmo tempo a diminuição da porcentagem de proteína. Quando há
342 substituição de carboidratos disponíveis por lipídios no rúmen, os lipídios têm efeito tóxico
343 sobre os microrganismos do rúmen, causando redução no crescimento microbiano e efeito
344 sobre o transporte de aminoácidos da glândula mamária, levando assim a diminuição da
345 quantidade de proteína no leite devido à deficiência de um ou mais aminoácidos (SANTOS
346 et al., 2001).

347 A produção diária dos constituintes do leite diminuiu linearmente à medida que
348 aumentou o nível de RL na dieta. A influência sofrida na produção de lactose pode estar
349 relacionada com a diminuição do propionato, já que o mesmo é considerado como um dos
350 principais ácidos graxos produzidos pelo rúmen diminuindo a produção de lactose quando
351 transformado em glicose no fígado (FONSECA e SANTOS, 2000).

352 Para Simili e Lima (2007), a lactose é um dos nutrientes mais estáveis na
353 composição química do leite e está diretamente relacionada à regulação da pressão
354 osmótica, de modo que, quanto maior produção de lactose maior será a produção de leite
355 com mesmo teor de lactose.

356 Pouco se sabe das modificações sofridas das secreções da proteína, sólidos totais e
357 sólidos não gordurosos com o uso nas dietas ricas em glicerol para cabras, pois todos
358 relatam da pouca influência sofrida ao adicionar fontes lipídicas na alimentação animal.
359 Porém, o aumento sobre o interesse em tornar o produto com maior valor proteico vem-se
360 ao longo dos últimos anos, o nutriente de maior interesse para muitos pesquisadores,
361 porque está diretamente relacionado com rendimento de derivados lácteos, o que pode
362 aumentar a remuneração dos produtores (SIMILI e LIMA, 2007).

363 Trabalhos realizados por Pimentel et al. (2014), obtiveram efeitos contrários aos
364 achados nesse experimento, nos quais a dieta não influenciou significativamente na
365 produção e proteínas, sólidos totais e gordurosos no leite de vacas da raça Holandesas,

366 sendo um fato bastante diferenciados pela literatura, já que na maioria das vezes, cabras
367 lactantes ao ser oferecidas fontes lipídicas nas dietas como substituintes do concentrado,
368 sofrem influência na produção e o que leva a modificação de toda a sua composição físico-
369 química do leite. Em contrapartida, Lana et al. (2005), obtiveram aumento nos valores,
370 proteína e sólidos totais em seu experimento com óleo de soja e própolis na alimentação de
371 cabras leiteiras.

372 Resultados contrários também foram descritos por Eifert et al. (2006) e López et al.
373 (2007), quando observaram diferença na eficiência alimentar entre as diversas fontes
374 lipídicas utilizadas ($P < 0,05$), apresentando maiores valores no tratamento controle sobre a
375 eficiência em relação aos outros tratamentos com fontes de óleo.

376 Substâncias formadoras do sabor que estão presentes no leite são, provavelmente,
377 originadas por intensas mudanças nos compostos do alimento durante a digestão e no
378 metabolismo intermediário provenientes de processos microbianos e enzimáticos (ADDIS
379 et al., 2006), como consequência a suplementação da alimentação de ruminantes com
380 lipídios pode alterar o sabor dos alimentos por interferir no processo de biohidrogenação
381 ruminal, o qual possibilita mudanças ou modificações da fração volátil do leite
382 (DELACROIX-BUCHET e LAMBERET, 2000). No entanto, para as características
383 equivalentes ao sabor, se dá como uma resposta que integra os estímulos gustativos e
384 olfativos, enquanto o odor é dado pela percepção de compostos voláteis, realizados pelos
385 receptores olfativos, sendo uma sensação complexa, pois o olfato pode discriminar vários
386 compostos (QUEIROGA et al., 2007a).

387 A formação de sabor rançoso é proveniente da oxidação ou da hidrólise de ácidos
388 graxos, porém, a reação hidrolítica dos triglicerídeos origina, particularmente, ácidos
389 graxos de baixo peso molecular (ácido butírico, caprótico, caprílico) com formação de odor
390 e sabor desagradáveis (Zan et al., 2006). Para Chilliard et al. (2003), a utilização de óleos
391 na dieta animal, proporciona uma maior quantidade de gordura no leite elevando assim
392 uma maior taxa de lipólise/proteólise, nos quais possibilitariam um sabor rançoso
393 perceptível no produto, neste caso, o uso de resíduo lipídico na dieta, como visto no
394 presente estudo, quando adicionado 14% do RL.

395 Essas características diferem dos achados por Pereira et al. (2010), ao trabalhar com
396 a adição de óleo de mamona e licuri em dietas de cabras leiteiras, obtendo características
397 para rançoso com atributo de indiferença, enquanto para a característica adocicado, não
398 obtiveram variação quanto ao sabor, e o uso do resíduo lipídico na dieta, contradizendo a
399 teoria deste mesmo autor.

400 Apesar da redução significativa na lactose ao utilizar o RL, houve modificações
401 positivas sobre o atributo sabor adocicado do leite tanto nos animais do tratamento
402 controle, quanto nos animais que receberam dieta de até 7%, mantendo-se fraco e
403 indiferente.

404 Ao analisar os aspectos sensoriais do leite caprino, Costa et al. (2008), Oliveira et
405 al. (2005), não obtiveram diferença significativa entre os atributos sabor e odor ao utilizar
406 dietas com diferentes níveis de óleos vegetais.

407 Na literatura, tem sido observado que determinadas dietas ofertadas aos caprinos,
408 tem causado alteração na composição e o *flavor* do leite, sendo que o cuidado e a forma
409 dos diferentes tipos de alimentos, como também, a mudança biológica que promovem no
410 mecanismo da síntese do leite, podem desencadear consequências sobre os constituintes do
411 leite, como também nos seus derivados (RIBEIRO, 2011).

412 A dieta oferecida e o tipo de fermentação produzida no rúmen do animal podem
413 implicar diretamente na formação de compostos aromáticos, que podem ser incorporados
414 ao leite a partir da absorção direta pelo trato digestivo e ocasionar mudanças bioquímicas
415 no leite que, ao contrário do que foi observado neste experimento, a suplementação lipídica
416 ofereceu pouca interferência nas características sensoriais do leite de cabra (URBACH,
417 1990).

418

419 **CONCLUSÃO**

420 Conclui-se que o resíduo lipídico oriundo da produção de biodiesel, a partir de
421 óleos residuais de fritura, pode ser incluído em até 7% da MS em dietas para cabras em
422 lactação. Pois, níveis superiores afetaram negativamente a produção de leite e os teores de
423 gordura e lactose.

424

425 **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

426

427 ADDIS, M.; PINNA, G.; MOLLE, G. et al. The inclusion of a daisy plant
428 (*Chrysanthemum coronarium*) in dairy sheep diet: 2. Effect on the volatile fraction of milk
429 and cheese. **Livestock Science**, v.101, p.68-80, 2006.

430

431 AOAC. (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS). **Official methods
432 of analysis**. 15. ed. Washington: AOAC, 1990.

433 ARAÚJO, M.J.; MEDEIROS, A.N.; SILVA, D.S.; PIMENTA FILHO, E.C.; QUEIROGA,
434 R. C.R. E.; MESQUITA, I.V.U. Produção e composição do leite de cabras Moxotó
435 submetidas a dietas com feno de maniçoba (*Manihot pseudoglaziovii* Muell Arg.). **Revista
436 Brasileira de Saúde e Produção Animal**. v.10, n.4, p.860-873 out/dez, 2009.

- 437 BARBOSA, J.G.; GONZAGA NETO, S.; QUEIROGA, R.C. R.E.; MEDEIROS, A.N.;
438 PEREIRA, V. O.; COSTA, T. P.; LIMA, J. S.B. Características físico-químicas e
439 sensoriais do leite de vacas Sindi suplementadas sem pastagem. **Revista Brasileira de**
440 **Saúde e Produção Animal**.v.11, n.2, p. 362-370, 2010.
- 441 BRASIL.Ministério da Agricultura. Instrução Normativa nº. 37 de 31 de outubro de 2000.
442 Regulamentos Técnicos de Produção Identidade, Qualidade, coleta e transporte de leite.
443 **Diário oficial da União**, Brasília, 31 de outubro de 2000, p.6, 2000.
- 444 COSTA, R.G.; MESQUITA, I.V.U.; QUEIROGA, R.C.R.E.; MEDEIROS, A.N;
445 CARVALHO, F.F.R.; FILHO COSTA, E.M.B. Características químicas e sensoriais do
446 leite de cabras Moxotó alimentadas com silagem de maniçoba. **Revista Brasileira de**
447 **Zootecnia**. vol.37 nº.4, 2008a.
- 448 COSTA, R. G.; QUEIROGA, R. C. R.; PEREIRA, R. A. G. Influência do alimento na
449 produção e qualidade do leite de cabra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.307- 321,
450 2009^b.
- 451 CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; ROUEL, J. A review of nutritional and physiological
452 factors affecting goat milk lipid synthesis and lipolysis. **Journal of Dairy Science**, v.86,
453 p.1751-1770, 2003.
- 454 CHUNG, Y. H. RICO, D. E.; MARTINEZ, C. M.; CASSIDY, T. W; NOIROT, V.;
455 AMES, A.; VARGA, G. A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein
456 dairy cows on lactation performance and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**,
457 v.90, p.5682-5891, 2007.
- 458 DONKIN, S.S.; KOSER, S.L.; WHITE, H.M.; DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Feeding
459 value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cow.
460 **Journal of Dairy Science**, v.92, n.10, p.: 5111-5119, Champaing, 2009.
- 461 DELACROIX, B.A.; LAMBERET, G. Sensorial properties and typicity of goat dairy
462 products. Tours/France: **International Association of Goat**, 2000. p.559-563.
- 463 EIFERT, E.C.; LANA, R.P.; LANNA, D.P.D.; LEOPOLDINO, W.M.; OLIVEIRA,
464 M.V.M.; ARCURI, P.B.; CAMPOS, J.M.S.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.
465 Consumo, produção e composição do leite de vacas alimentadas com óleo de soja e
466 diferentes fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.1,
467 p.211-218, 2006.
- 468 FDA - FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Elemental Analysis Manual**. United
469 States of America. Section 4.4 Inductively Coupled Plasma – Atomic Emission
470 Spectrometric Determination of Elements in Food Using Microwave Assisted Digestion.
471 August 2010.
- 472 FERNANDES, M.F; QUEIROGA, R.C.R. E; MEDEIROS, A.N.R.G.C.; BOMFIM,
473 M.A.D.; BRAGA, A.A. Características físico-químicas e perfil lipídico do leite de cabras
474 mestiças Moxotó alimentadas com dietas suplementadas com óleo de semente de algodão
475 ou de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**. vol.37, n.4, 2008.
476

- 477 FONSECA, L.F.L.; SANTOS, M.V. **Qualidade do leite e controle da mastite**. São Paulo:
478 Lemos Editorial, 2000. 175p.
479
- 480 GAINES, W.L. The energy basis of measuring milk yield in dairy cows. **Illinois**
481 **Agricultural Experiment Station Bulletin** 308, 40p. 1928.
482
- 483 HALL, M.B.; HOOVER, W.H.; JENNINGS, J.P.; WEBSTER, T.K.M. A method for
484 partitioning neutral detergent soluble carbohydrates. **Journal of the Science of Food and**
485 **Agriculture**, v.79, p.2079-2086, 1999.
- 486 INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas**. 3. ed. São Paulo, p. 533, 1985
- 487 JACOBSEN, D. MACMARTIN, K.E. Methanol and ethylene glycol poisonings.
488 Mechanism of toxicity, clinical course, diagnosis and treatment. **Journal of Medical**
489 **toxicology**, v.1, p.309-334, 1986.
- 490 KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 2nd. ed. Santa Maria: Ed. UFSM, p. 216,
491 2009.
- 492 LAGUNA, L. E. **O Leite de cabra como alimento funcional**. EMBRAPA. Disponível
493 em: <http://www.capritec.com.br/artigos_embrapa030609a.htm>. Acesso: Set. 2013.
- 494 LANA, R.P.; CAMARDELLI, M.M.L.; QUEIROZ, A.C.; RODRIGUES, M.T.; EIFERT,
495 E.C.; MIRANDA, E.N.; ALMEIDA, I.C.C. Óleo de soja e própolis na alimentação de
496 cabras leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.2. p.650-658, 2005.
- 497 LÓPEZ S., LÓPEZ, J., STUMPF JUNIOR, W. Produção e composição do leite e eficiência
498 alimentar de vacas da raça Jersey suplementadas com fontes lipídicas. **Archivos**
499 **Latinoamericanos de Producción Animal**, 15, 1, 1-9,2007.
- 500 MINIM, V.P.R. Análise Sensorial: Estudos com consumidores. Editora UFV, 3ª ed., p.13-
501 54, 2013.
- 502 MORAND-FEHR, P.; FEDELE, V.; DECANDIA, M.; LE FRILEUX, Y. Influence of
503 farming and feeding systems on composition and quality of goat and sheep milk. **Small**
504 **Ruminant Research**, v.68, p.20-34, 2007.
- 505 NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient Requirements of Dairy Cattle**.
506 7. ed. Washington, D.C.: National Academy Press, p. 363, 2001^a.
507
- 508 NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of small**
509 **ruminants**. p. 362, 2007^b.
- 510 OLIVEIRA, M. A.; FÁVARO, R. M. D.; OKADA, M. M.; ABE, L. T.; IHA, M. H.
511 Qualidade físico-química e microbiológica do leite de cabra pasteurizado e Ultra Alta
512 Temperatura, comercializado na região de Ribeirão Preto-SP. **Revista do Instituto Adolfo**
513 **Lutz**, v.64, n.1, p.104-109, 2005.
- 514 OSBORNE, V. R.; ODONGO, N. E.; CANT, J. P.; SWANSON, K. C.; McBRIDE, B. W.
515 Effects of supplementing glycerol and soybean oil on drinking water on feed and water

- 516 intake, energy balance of periparturient dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92,
517 p.698-707, 2009.
- 518 PEREIRA, R.A.G.; OLIVEIRA, C. J. B.; MEDEIROS, N.; COSTA, R.G.; BOMFIM,
519 M.A.D.; QUEIROGA, R.C.R.E. Physicochemical and sensory characteristics of milk from
520 goats supplemented with castor or licuri oil. **Journal of Dairy Science**, Vol. 93, No. 2,
521 2010.
- 522 PIMENTELL, L.R.; MARCONDES, M. I.; SILVA, M.V.; SIQUEIRA, J.G.; BRAHIM,
523 M.C. Inclusão da glicerina bruta na dieta de vacas da raça Holandesa sobre o consumo,
524 produção e composição do leite. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 3, p. 1439-
525 1446, maio/jun. 2014.
- 526 QUEIROGA, R.C.R.E.; COSTA, R.G; BISCONTINI, T.M.B.; MEDEIROS, A.N.;
527 MADRUGA, M.S.; SCHULER, A.R.P. Influência do manejo do rebanho, das condições
528 higiênicas da ordenha e da fase de lactação na composição química do leite de cabras
529 Saanen. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.430-437, 2007^a.
- 530 QUEIROGA, R.C.R.E.; MAIA, M.O.; MEDEIROS, A.N.; COSTA, R.G.; PEREIRA,
531 R.A.G.; BOMFIM, M.A.D. Produção e composição química do leite de cabras mestiças
532 Moxotó sob suplementação com óleo de licuri ou de mamona. **Revista Brasileira de**
533 **Zootecnia**, v.39, n.1, p.204-209, 2010^b.
- 534
535 RIBEIRO, C.V.D.M.; OLIVEIRA, D.E.; JUCHEN, S.O. et al. Fatty acid profile of meat
536 and Milk from small ruminants: a review. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40 (suppl.
537 E.) p. 121-137, 2011.
- 538
539 SAS Institute. 1999. **SAS User's Guide: Statistics. Version 9.1**. SAS Institute, Cary, NC.
- 540
541 SANTOS, F.L.; LANA, R.P.; SILVA, M.T.C. Produção e composição do leite de vacas
542 submetidas a dietas contendo diferentes níveis e formas de suplementação de lipídios.
543 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1376-1380, 2001.
- 544
545 SIMILI, F.F. e LIMA, L.M.P. Como os alimentos podem afetar a composição de leite de
546 vacas. **Pesquisa & Tecnologia**, vol. 4, n.1, 2007.
- 547
548 SNIFFEN, C.J; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. A net carbohydrate and protein
549 system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of**
550 **Animal Science**, v.70, n.12, p.3562-3577, 1992.
- 551 SILVA, M.M.C.; RODRIGUES, M.T.; BRANCO, R.H.; FLORENTINO, C.A.;
552 SARMENTO, J.L.R.; QUEIROZ, A.C.; SILVA, S.P. Suplementação de lipídios em dietas
553 para cabras em lactação: consumo e eficiência de utilização de nutrientes. **Revista**
554 **Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.257-267, 2007^a.
- 555 SOUZA, D.L.; QUEIROGA, R.C.R.E; MEDEIROS, A.N.; BOMFIM, M.A.D. ARAÚJO,
556 M.J.; ALVES, A.R.; SILVA JÚNIOR, C. Consumo e Digestibilidade de cabras leiteiras
557 suplementadas com diferentes óleos vegetais. **Revista Científica de Produção Animal**,
558 v.14,n.1,p.69-72,2012.

Considerações Finais

A utilização de fontes ricas em glicerol advindos da produção do biodiesel na suplementação de ruminantes, proporciona ao produtor rural uma fonte alternativa confiável e de baixo custo que visa substituir a utilização dos grãos tradicionalmente utilizados nas dietas destes animais nos longos períodos de estiagem.

Entretanto, a presença de alta quantidade de ácidos graxos poli-insaturados nesse coproduto pode influenciar negativamente sobre os aspectos produtivos desses animais, como observado nesse estudo, levando a sugerir um estudo mais aprofundado sobre a utilização do RL sobre a dieta das cabras leiteiras, já que existem poucos relatos sobre a utilização do mesmo, aperfeiçoado assim, todos os parâmetros voltados à cadeia produtiva animal.