

UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO

Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados

Letícia Costa de Rezende

CAMPO GRANDE, MS
2014

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL
CURSO DE MESTRADO**

Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados
The glycerin semi-purified in diet of feedlot lambs

Letícia Costa de Rezende

Orientadora: Profa. Dra. Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, como requisito à obtenção do título de Mestre em Ciência Animal.
Área de concentração: Produção Animal.

CAMPO GRANDE, MS
2014

A Deus por me conceder o dom da vida e força nessa caminhada.

Aos meus pais Valdevino Nabhan de Rezende e Laudelina Alves Costa pelo amor, apoio e motivação em todos os momentos, sempre torcendo pelas minhas conquistas.

Aos meus avós Sérgio Alves de Rezende e Ludovina Maria Alves de Rezende pelo exemplo de vida e incentivo.

Aos meus irmãos Sérgio Alves de Rezende Neto e Rodrigo Costa de Rezende pela força e incentivo.

Aos meus professores pelos ensinamentos passados nessa trajetória.

Com carinho, dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela presença permanente em minha vida, uma companhia simplesmente essencial para enfrentar as batalhas e realizar mais este sonho;

Aos meus pais Valdevino Nabhan de Rezende e Laudelina Alves Costa, pelo incentivo, conselhos, pela força, educação, amizade e por acreditar no meu potencial, sempre fazendo o possível e o impossível para que nada me faltasse. Amo vocês!

Aos meus irmãos Rodrigo Costa de Rezende e Sérgio Alves de Rezende Neto e cunhadas Pamela Carvalho e Dayane Rezende, pela torcida e apoio sempre que preciso;

Aos meus avós Sérgio Alves de Rezende e Ludovina Maria Alves de Rezende, por ter me ensinado muito e apoiado em todos os momentos difíceis desta caminhada.

À Universidade Federal de Mato Grosso do Sul e ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal, pela oportunidade de realização deste curso;

À FUNDECT, pela concessão de bolsa de estudos.

À EMBRAPA Gado de Corte, pela infraestrutura laboratorial.

Ao Dr. Gelson Luís Dias Feijó e à Dra. Marina de Nadai Bonin, pelo auxílio na realização deste trabalho.

À professora e orientadora Camila Celeste Brandão Ferreira Ítavo, pelo incentivo e carinho para com todos os seus orientados, exemplo de dedicação profissional, meus sinceros agradecimentos pela orientação, motivação e confiança depositada;

Aos professores do Programa de Pós-graduação em Ciência Animal, pela amizade e pelos conhecimentos adquiridos em suas disciplinas;

Às secretárias do Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Marilete Otano e Leticia Carvalho, por estarem sempre dispostas a nos ajudar;

Aos membros da banca, Prof. Dra. Maria da Graça Moraes e Prof. Dr. Fernando Vargas Miranda Junior, pelo tempo disponibilizado para ajudar na construção desse sonho;

As amigas: Natalia Heimbach, Catherine Walker e Gleice Ayardes, dedicadas e companheiras, que não mediram esforços e sempre fizeram questão de me ajudar. Vocês foram muito importantes para a conclusão deste sonho!

Aos amigos do Setor de Ovinocultura, Pamila Carolini Silva, Jonilson Silva, Marlova Miotto, Claudia Muniz, Kedma Monteiro e Patrícia Rosa, sempre presentes durante esta trajetória;

Aos amigos Nivaldo Azevedo, Ronaldo Pagliosa, Ibrahim Neto, Giancarlo de Moura, Erick Gamarra, Caroline Bertholini e João Artêmio Beltrame, sempre dispostos a ajudar no que fosse preciso;

Aos estagiários: Murilo Sabino, Osvaldo Shiotsuki, Thiago Xavier, José Carlos da Silva Yasmim Ávila, Karine Nathiele, Silvia Rech, Larissa Portela, Brenda Bohrer, Bruna Passos, Naomi Gimenes, João Álvaro, Jéssica Lira, Danyelle Mattos, Caroline Canollas, Christian Gomes, Gabriel Ragalzi. Muito obrigado pela colaboração galera!

Sr. Antônio Peres e Adriana Garabini do laboratório de Nutrição Animal, pela grande amizade e confiança que foram construídas, pelo auxílio, apoio e dedicação nas análises;

A todos os meus familiares pela torcida, pelo apoio e incentivo durante toda essa trajetória;

Enfim, agradeço a todos que, de uma maneira ou de outra, colaboraram para a realização deste sonho!

A todos, muito obrigada!

RESUMO

REZENDE, L. C. Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados. 2014. 63f. (Dissertação - Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, 2014.

Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo, características de carcaça, qualidade da carne, análise econômica pontual e de sensibilidade de borregos confinados. Foram utilizados 20 borregos, inteiros, cruzados, contemporâneos, com oito meses de idade e peso médio inicial de $22,18 \pm 5,5$ kg. Os tratamentos compreenderam dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total: controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina/kg MS da dieta total. As dietas foram isoprotéicas, na proporção volumoso:concentrado de 40:60 com base na MS. O volumoso utilizado foi o feno de capim Tifton triturado. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco animais por tratamento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, para as variáveis de comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade da carne, exceto para perda de peso ao resfriamento e digestibilidade do extrato etéreo, com maiores perdas de peso ao resfriamento no tratamento com 240 g de glicerina/kg MS da dieta total e menor digestibilidade do extrato etéreo no tratamento com 360 g de glicerina/kg MS da dieta total. Consumo de matéria seca foi de 1337,86 g/dia, ganho médio diário de 240 g/dia rendimento de carcaça fria igual a 0,46, espessura de gordura subcutânea de 1,22 mm e força de cisalhamento de 2,22 kgf/cm². Conclui-se que a inclusão de até 360 g de glicerina semi-purificada/kg MS na dieta total de borregos, não alterou o comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo, características de carcaça e qualidade de carne. Sendo economicamente viável a inclusão de até 240 g de glicerina/kg de MS na dieta conforme demonstrado na análise econômica pontual.

Palavras-chave: característica de carcaça, co-produto, glicerol, ovino, qualidade da carne

Abstract

REZENDE, L. C. The glycerin semi-purified in diet of feedlot lambs. 2014. 63f. (Dissertação Mestrado em Ciência Animal) - Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia, Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Campo Grande/MS, 2014.

This study aimed to evaluate the effect of different levels of inclusion of semi-purified glycerin in the total ration on feeding behavior, nutrient digestibility, growth performance, carcass characteristics, meat quality, timely economic analysis and sensitivity feedlot lambs. Were used 20 lambs, whole, crusaders, contemporary, with eight months of age and initial weight of 22.18 ± 5.5 kg were used. The treatments consisted of diets containing increasing levels of inclusion of semi-purified glycerin in the total ration: control (no glycerin); 120 g, 240 g and 360 g glycerol/kg DM in the diet. The diets had, in forage:concentrate ratio of 40:60 on a DM basis. The roughage used was crushed Tifton hay. The experimental design was completely randomized, with five animals of treatment. There was no significant difference between treatments for the variables of feeding behavior, nutrient digestibility, growth performance, carcass characteristics and meat quality, except for weight loss to cooling and ether extract digestibility, with greater weight losses to cooling treatment with 240 g of glycerin/kg DM in the diet, and digestibility of ether extract in the treatment with 360 g of glycerin/kg DM in the diet. Dry matter intake was 1337.86 g/day, average daily gain of 240 g/day cold carcass yield equal to 0.46, fat thickness of 1.22 mm and shear force of 2,22 kgf/cm². It is concluded that the inclusion of up to 360 g of glycerin semi-purificada/kg MS in diet of lambs did not alter feeding behavior, nutrient digestibility, growth performance, carcass characteristics and meat quality. Being economically viable to include up to 240 g of glycerin/kg DM in the diet as shown in timely economic analysis .

Keywords: carcass characteristics, co-product, glycerol, meat quality, sheep

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Representação esquemática da reação de transesterificação.....	11
Figura 2 – Processo de purificação da glicerina bruta.....	14
Figura 3 – Glicerina pura, semi-purificada e bruta.....	15

LISTA DE TABELAS

GLICERINA SEMI-PURIFICADA NA DIETA DE BORREGOS CONFINADOS: COMPORTAMENTO INGESTIVO, DIGESTIBILIDADE, DESEMPENHO PRODUTIVO E ECONÔMICO

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas	30
Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da média do tempo gasto por atividade comportamental de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	34
Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da média das eficiências de alimentação e ruminação, e das mastigações meréricas de borregos confinados em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	35
Tabela 4 - Valores médios e erro padrão da média dos consumos dos nutrientes da dieta de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi purificada.....	36
Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da média dos coeficientes de digestibilidade dos nutrientes em borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	39
Tabela 6 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis de desempenho de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	40
Tabela 7 - Análise econômica das dietas experimentais em relação ao ganho de carcaça de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	41
Tabela 8 - Resultados da análise de sensibilidade para as dietas dos borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	42

CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E QUALIDADE DE CARNE DE BORREGOS CONFINADOS RECEBENDO GLICERINA SEMI-PURIFICADA NA DIETA

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas.....	49
Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis de rendimento de carcaça e proporção de músculo, gordura e osso de borregos confinados, em função	

dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	53
Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da média das medidas internas de carcaça de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	55
Tabela 4 - Valores médios e erro padrão da média das características qualitativas da carne de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	57
Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da média do rendimento dos cortes comerciais de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	58
Tabela 6 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis do painel sensorial das carnes dos borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada.....	59

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	10
1. Glicerina	11
2. Limitações da glicerina na alimentação animal.....	12
3. Processo de purificação e classificação da glicerina	13
4. Metabolismo do glicerol em ruminantes	15
5. Glicerina em dietas para ruminantes	17
5.1. <i>In vitro</i>	17
5.2. <i>In vivo</i>	18
5.2.1. Glicerina Bruta.....	18
5.2.2. Glicerina Semi-purificada.....	19
REFERÊNCIAS	22
Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados: comportamento ingestivo, digestibilidade, desempenho produtivo e econômico.....	26
INTRODUÇÃO.....	28
MATERIAL E MÉTODOS.....	29
RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
CONCLUSÕES	43
REFERÊNCIAS	44
Características de carcaça e qualidade de carne de borregos confinados recebendo glicerina semi-purificada na dieta.....	46
INTRODUÇÃO.....	48
MATERIAL E MÉTODOS.....	48
RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
CONCLUSÕES	60
REFERÊNCIAS	61

INTRODUÇÃO

O milho é um dos alimentos mais utilizados em confinamento, devido ao alto valor energético. Porém, o elevado custo pode inviabilizar sua utilização na alimentação de ruminantes. Com isso, buscaram-se alimentos alternativos que possam ser utilizados em substituição ao milho, de forma que atendam às exigências nutricionais dos animais.

As pesquisas com alimentos alternativos aos usuais farelos de soja e milho têm revelado ótimos ingredientes para rações animal. Resíduos e coprodutos agroindustriais tem-se destacado por apresentar custos industriais mais baixos e melhoria na produtividade dos animais de produção (Gonçalves et al., 2006).

Com isso estudos vêm sendo feitos sobre a utilização de glicerina na alimentação animal, o que foi impulsionado pela possibilidade de redução do custo com a alimentação e pela perspectiva de grande oferta do produto no mercado mundial. O mercado não tem utilizado todo o excedente de glicerina, o que tem gerado preocupações ambientais, consequentemente estimulando a realização de pesquisas para o aproveitamento seguro do coproduto (Silva et al., 2010).

Por ter características energéticas e sabor adocicado, a glicerina torna-se uma alternativa promissora para a alimentação animal, podendo substituir os ingredientes energéticos da ração, principalmente o milho (Gonçalves et al., 2006). Portanto o estudo do potencial de uso de glicerina proveniente da indústria de biodiesel como ingrediente energético na alimentação de animais é de relevante interesse científico, econômico e ambiental (Gomes, 2009).

1. Glicerina

O Glicerol é um líquido viscoso, inodoro, higroscópico e de sabor doce. Trata-se de um açúcar glicerol álcool cujos sinônimos incluem: glicerina, propano-1,2,3-triol, 1,2,3-propanetriol, 1,2,3-trihidroxipropano, gliceritol, glicil e álcool (Rivaldi et al., 2008).

É uma fonte de energia semelhante aos carboidratos (François, 1994). Possui em sua fórmula estrutural carbono, hidrogênio e oxigênio e está presente nos organismos vegetais e animais, associado a três ácidos graxos de cadeia longa sob a forma de triacilglicerol, sendo desta maneira armazenado nos animais (gorduras) e vegetais (óleos e azeites) (Pond et al., 2005).

A glicerina é obtida por reação de transesterificação, que consiste na separação da glicerina do óleo vegetal, essa reação ocorre na presença de um catalisador (hidróxido de sódio ou hidróxido de potássio) e de um álcool de cadeia curta (metanol ou etanol) durante a produção do biodiesel (Figura 1) (Expedito, 2003), sendo que a glicerina é o principal coproduto gerado na produção de biodiesel (Dasari et al., 2005), visto que para cada 90 m³ de biodiesel são gerados 10 m³ de glicerina bruta. Este é um combustível produzido a partir de óleos vegetais, entre eles soja, dendê, girassol, babaçu, amendoim, mamona e pinhão-manso (ANP, 2012).

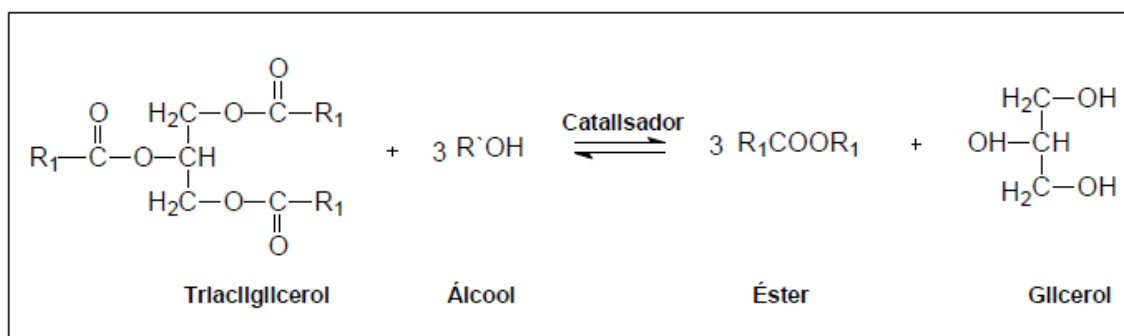


Figura 1 – Representação esquemática da reação de transesterificação (Morin et al., 2007).

Desde 1º de janeiro de 2010, o óleo diesel comercializado em todo o Brasil contém 5% de biodiesel. Esta regra foi estabelecida pela Resolução nº 6/2009 do Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), publicada no Diário Oficial da União (DOU) em 26 de outubro de 2009, que aumentou de 4% para os atuais 5% o percentual obrigatório de mistura de biodiesel ao óleo diesel. A contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel demonstra o sucesso do Programa Nacional

61 de Produção e Uso do Biodiesel e da experiência acumulada pelo Brasil na produção e
62 no uso em larga escala de biocombustíveis (ANP, 2012).

63 Por conseguinte a produção de glicerina bruta está excedendo a demanda de
64 glicerina bidestilada utilizada pelas indústrias de cosméticos, higiene pessoal, fármacos
65 e alimentos. Deste modo, faz-se necessário desenvolver novas formas de uso da
66 glicerina bruta a fim de agregar renda e minimizar o passivo ambiental da cadeia
67 produtiva do biodiesel (Oliveira et al., 2011), tornando-se uma opção na alimentação
68 animal, pelo seu menor custo, disponibilidade no mercado e alto valor energético.

69 Em razão deste expressivo aumento da oferta de glicerina e do potencial de uso
70 como macro ingrediente na dieta de animais, o Ministério da Agricultura,
71 Abastecimento e Pecuária (MAPA) autorizou o uso da glicerina semi-purificada do
72 biodiesel em outubro de 2010, sendo que a glicerina bruta para ser utilizada na
73 alimentação animal como ingrediente de rações, deve conter no máximo 150 ppm de
74 metanol, 130 g/kg de umidade e, no mínimo, 800 g de glicerol/kg (MAPA, 2010).

75

76 **2. Limitações da glicerina na alimentação animal**

77 Segundo Tyson et al. (2004) o sal e as impurezas nos óleos reciclados e os
78 reagentes usados na transesterificação são os principais problemas da glicerina de
79 biodiesel, pois podem limitar o consumo. Doppenberg & Van der Aar (2007)
80 observaram que o uso de hidróxido de sódio para catalisar a hidrólise, pode se combinar
81 com ácido clorídrico, aumentando o conteúdo de cloreto de sódio na glicerina, podendo
82 ultrapassar 6% e, assim, restringir a quantia de glicerina que poderia ser incluída na
83 dieta. Estas informações, foram confirmadas por Gunn et al. (2010), ao avaliarem níveis
84 crescente de glicerina na dieta de ovinos (0, 150, 300 e 450 g de glicerina/kg de MS da
85 dieta), estes autores observaram um decréscimo no consumo de matéria seca e
86 atribuíram este fato aos elevados teores de sal (Na – 5,38%) contidos na glicerina bruta
87 utilizada. Gomes et al. (2011), ao avaliarem níveis de glicerina bruta (0, 150 e 300 g de
88 glicerina/kg de MS) na dieta de ovinos em confinamento, não observaram influência no
89 consumo de matéria seca, porém, os teores de Na presentes na glicerina utilizada foi de
90 1,3%.

91 Segundo MAPA o valor mínimo de sódio deverá ser garantido pelo fabricante e
92 pode variar em função do processo produtivo.

93 O uso de glicerina também é limitado pela quantidade de metanol. Altas
94 concentrações de metanol pode causar toxicidade em animais, notadamente pelo

acúmulo de ácido fórmico no sangue, produzido no fígado a partir de reações de desidrogenação do metanol. O ácido fórmico é excretado na urina, mas o seu excesso no sangue pode causar depressão do sistema nervoso central, acidose metabólica e lesão ocular (Oliveira et al., 2011). No entanto, ruminantes provavelmente são mais tolerantes à ingestão de metanol, pois o mesmo pode ser convertido em metano no rúmen. Pol & Demeyer (1988) verificaram que a infusão ruminal de metanol não afetou a produção e composição de ácidos graxos voláteis, e que 770 g/kg do metanol foram convertidos em metano (*in vitro*) no meio de cultivo com inóculo de ovinos adaptados.

Da mesma maneira a presença de metais pesados, tais como: cobre, cromo, chumbo, níquel, zinco e cádmio, também podem representar um risco da ingestão de glicerina. Lage (2009) ao avaliar níveis crescentes de glicerina bruta (contendo 362 g/kg de glicerol, 464,8 g/kg de ácidos graxos totais, 86,6 g/kg de metanol e 62 g/kg de água) na dieta (0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina/kg de MS na dieta) de ovinos em confinamento da raça Santa Inês, observaram que não houve diferença significativa dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre o teor de zinco no fígado e de cobre na carne, entretanto, o teor de cobre aumentou linearmente no fígado, houve um decréscimo linear na deposição de zinco na carne e diferença quanto ao teor de cobre na carne, concluindo que não houve comprometimento da qualidade e segurança alimentar da carne no tocante aos níveis de metais pesados no músculo e fígado.

A utilização da glicerina na dieta de ruminantes é uma alternativa, entretanto em alguns casos, há necessidade de uma reposição proteica quando adicionado este produto na dieta, haja vista que o milho (ingrediente geralmente substituído na dieta) contém quantidade superior de proteína em relação à glicerina (Oliveira et al., 2013).

Um outro ponto a ser considerado, é a logística da utilização da glicerina na alimentação animal em uma fábrica de ração, tendo em vista que é um produto na forma líquida/pastosa diferente dos tradicionalmente utilizados. Portanto, deve-se buscar a melhor maneira de adicioná-la no concentrado de forma que a glicerina esteja bem aderida nas partículas, e que sua característica higroscópica não afete a qualidade do alimento com o passar dos dias de armazenamento.

124

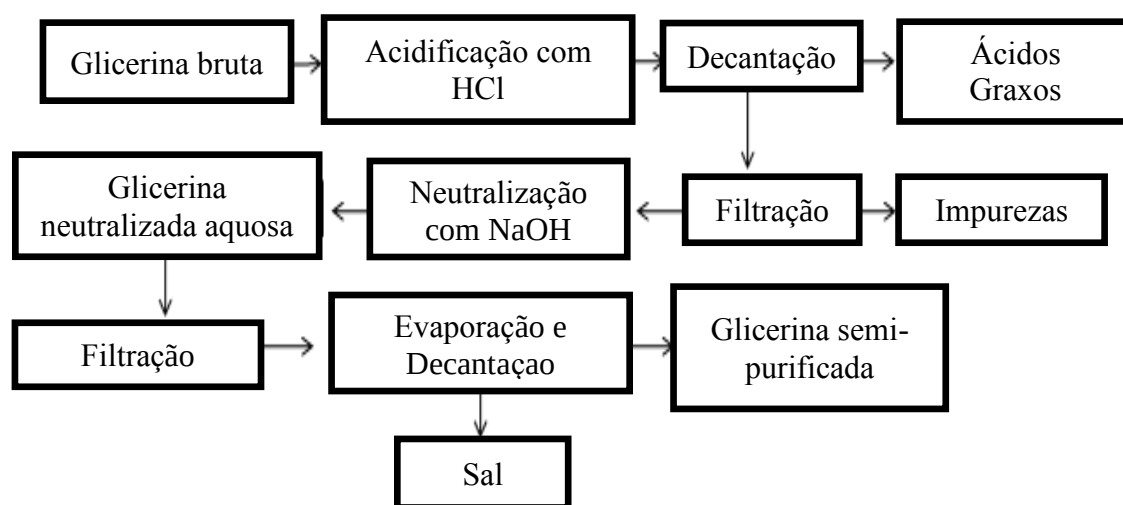
125 **3. Processo de purificação e classificação da glicerina**

A glicerina bruta apresenta baixo valor comercial, pois aproximadamente 10% do produto da reação de transesterificação apresentam impurezas como a água, metanol e material orgânico não-glicerol, o que impulsionou os processos de purificação e

129 neutralização (Figura 2) da glicerina bruta. Ocorre normalmente uma acidificação com
 130 ácido clorídrico (355-380 g/kg) ou fosfórico, com o intuito de separar os ácidos graxos,
 131 os quais podem retornar a produção do biodiesel, permitindo um aumento no
 132 rendimento na indústria, depois ocorre processo de filtração, separando as impurezas
 133 (Ooi et al., 2004).

134 Após a filtração, acontece uma neutralização básica (NaOH) deste coproduto com
 135 o objetivo de corrigir o pH. Estes dois processos (acidificação e neutralização) podem
 136 alterar sua composição, obtendo uma glicerina com maior nível de glicerol e reduzidos
 137 teores de metanol e ácidos graxos, a glicerina semi-purificada (Ferrero et al., 2010).

138



139

140 Figura 2- Processo de semi-purificação da glicerina bruta (Ferrero et al., 2010).

141

142 Segundo Oliveira et al. (2011), na indústria do biodiesel podem ser obtidas
 143 basicamente três tipos de glicerinas (Figura 3): *glicerina bruta (de baixa pureza)*, obtida
 144 logo após a separação do biodiesel, contém baixos níveis de glicerol (500 a 700 g de
 145 glicerol/kg), elevados níveis de catalisadores, álcool, água, ácidos graxos e sabões;
 146 *glicerina semi-purificada (de média pureza)*, é a glicerina bruta após sofrer tratamento
 147 ácido, seguido de remoção dos ácidos graxos e sabões, conforme Figura 2. Possui
 148 normalmente 800 a 900 g de glicerol/kg. O restante é formado por água, sais, água e
 149 metanol. É o principal tipo de glicerina obtida atualmente nas indústrias de biodiesel e
 150 *glicerina pura (de alta pureza)*, é a glicerina semi-purificada após sofrer bidestilação a
 151 vácuo e tratamento com absorventes. Contém mais de 990 g de glicerol/kg. Tem grande
 152 aplicação nos setores de cosméticos, higiene pessoal, medicamentos e fumo, apresenta

153 custo de purificação oneroso tornando impraticável sua utilização na alimentação
154 animal.



(Adaptado Ooi et al., 2004) (Arquivo pessoal) (Arquivo pessoal)

157 Figura 3. Glicerina pura, semi-purificada e bruta.

159 Apesar do alto custo a glicerina purificada tem sido avaliada na alimentação
160 animal. Em ensaio com cordeiros confinados, Avila-Stagno et al. (2012) utilizaram 70,
161 140 e 210 g de glicerina pura/kg de MS da dieta com 995 g de glicerol/kg no
162 concentrado de cordeiros, encontraram consumo de matéria seca de 1315,75 g/kg e
163 ganho médio diário de 0,25 g/kg.

164 Wang et al. (2009), em estudo realizado com bovinos alimentados com relação
165 volumoso:concentrado de 60:40, observaram que a suplementação com 100, 200 e 300
166 g/dia de glicerina pura (998 g de glicerol/kg) melhorou o padrão de fermentação
167 ruminal, diminuindo a proporção acetato: propionato.

169 **4. Metabolismo do glicerol em ruminantes**

170 O glicerol está presente nos organismos vegetais e animais sob a forma de
171 triglicerídeos. No rúmen, os triglicerídeos são hidrolisados por bactérias ruminais
172 liberando três moléculas de ácidos graxos e uma molécula de glicerol. O glicerol entra
173 na célula bacteriana e é prontamente metabolizado a ácidos graxos voláteis. Entretanto,
174 uma quantidade do glicerol é transportada junto com a ingesta ao abomaso ou absorvida
175 pelo rúmen e direcionado para o fígado (Loor & Herbein, 2003).

176 Cerca de 44% do glicerol que chega ao rúmen é fermentado pelos
177 microrganismos, 43% é absorvido pelas papilas ruminais e 13% desaparece por
178 passagem com a digesta (Krehbiel, 2008).

179 De acordo com Donkin (2008), o glicerol é fermentado no rúmen a ácidos graxos
180 de cadeia curta, de modo que 50 a 70% do glicerol desaparecem do rúmen em 4 horas,
181 levando a um aumento na produção de propionato e butirato, além de diminuir a razão
182 acetato:propionato, e que estes são utilizados como principais fontes de energia para
183 manutenção e produção animal.

184 Conforme Berman (1990) 50% do total de propionato resultante da fermentação
185 ruminal é metabolizado pelas células do epitélio ruminal e nas demais células do trato
186 gastrointestinal (TGI) e os 50% restantes são absorvidos pela veia porta e carreados para
187 o fígado.

188 O propionato nas células do epitélio ruminal e nas demais células do TGI é
189 transformado em propionil-succinil Co-enzima A (SCo A) e depois a metilmalonil-S
190 CoA e então a succinil-SCoA, forma pela qual é oxidado no ciclo de Krebs, gerando
191 adenosina trifosfato. No fígado, uma pequena parte do propionato é convertida em
192 piruvato, o restante segue a rota gliconeogênica (Brisson et al., 2001).

193 Na via gliconeogênica, o propionato, é metabolizado a succinil-SCoA, o qual
194 entra no ciclo de Krebs originando succinato, depois fumarato e, finalmente, o malato.
195 O malato sai da mitocôndria e é transformado em fosfoenolpiruvato no citoplasma e, em
196 seguida, a glicose, a qual é liberada para a circulação periférica a partir da veia hepática
197 (Kozloski, 2011).

198 O glicerol presente na corrente sanguínea pode ser removido por tecidos contendo
199 a enzima glicerol-quinase, responsável pela fosforilação do glicerol a glicerol-3-fosfato
200 e ADP (Leningher et al., 2006). Kristensen & Raun (2007) mediram a absorção da
201 glicerina e o metabolismo do glicerol no fígado de vacas que receberam por cânula
202 ruminal 925 g/dia de glicerina semi-purificada, com 850 g de glicerol/kg, e
203 recuperaram, na veia porta, 100 g/kg do glicerol administrado, que foi quase todo
204 absorvido pelo fígado.

205 Em condições de energia excedente, o glicerol é direcionado para a síntese de
206 gordura; entretanto, em situações de energia deficiente é oxidado (um mol de glicerol
207 produz 22 moles de ATP) (Bartelt & Schneider, 2002). No processo de síntese de
208 gordura, o glicerol-3-fostato é transformado em acil-glicerol, caso contrário pode ser
209 oxidado a diidroxiacetona fosfato, que será metabolizada gerando ATP ou convertida
210 em glicose (Beitz, 2006).

211 A gordura sintetizada pelo fígado é incorporada a VLDL e liberada para a
212 circulação ou armazenada na forma de triacilgliceróis ou oxidada (Palmquist & Mattos,
213 2006).

214 No músculo, ocorre captação do glicerol contido no sangue. Mesmo o músculo
215 não possuindo a enzima glicerol quinase, o glicerol pode ser metabolizado através da
216 enzima glicerol redutase, com a participação de NADPH, evidenciado no músculo do
217 diafragma de ratos (Toews, 1996).

218 O rim é o órgão responsável por metabolizar cerca de 10% do glicerol total do
219 organismo, portanto desempenham um papel menor, exceto durante um jejum
220 prolongado, quando eles se tornam importantes órgãos produtores de glicose (Champe
221 & Harvey, 1996). O rim produz glicose principalmente a partir de aminoácidos, no
222 entanto, somente parte dela é liberada para o sangue, pois necessita dela para executar
223 suas funções. Quando é excedida a capacidade dos rins de reabsorver a glicose, haverá
224 excreção desta na urina. Quando o corpo utiliza as reservas de gordura corporal como
225 fonte de energia, o glicerol e ácidos graxos são liberados na corrente sanguínea. O
226 metabolismo renal de glicerol ocorre nos túbulos proximais, local onde a glicerol
227 quinase está localizada, e os produtos do seu metabolismo são glicose e lactato
228 (Koolman & Röhm, 2005).

229

230 **5. Glicerina em dietas para ruminantes**

231 **5.1. *In vitro***

232 A digestibilidade da glicerina bruta é muito variável, com relatos de 80% em 24
233 horas após incubação (Trabue et al., 2007), 90% depois de duas horas de incubação
234 (Bergner et al, 1995) e 100% após quatro horas (Rémond et al, 1993).

235 Ferraro et al. (2009) incluíram glicerina semi-purificada (900 g de glicerol/kg) em
236 dois níveis (0,36 e 0,72 g de glicerina/kg MS da dieta), propilenoglicol e melaço e
237 encontraram que o glicerol é lentamente fermentado à propionato pelos microrganismos
238 ruminais ou absorvido como glicerol escapando da fermentação ruminal, diferindo do
239 propilenoglicol que é rapidamente convertido a propionato, e do melaço que é
240 degradado no rúmen para acetato e butirato. Essa conversão lenta do glicerol para
241 propionato pode ser devido à falta de adaptação da microbiota ruminal ao glicerol, tendo
242 em vista a necessidade dessa adaptação para garantir bons parâmetros de desempenho
243 dos animais.

244 Paggi et al. (2004), com base em estudos, relataram que a atividade celulolítica
245 diminuiu em função do aumento de concentrações de glicerol. Resultados de estudos
246 conduzidos com culturas “*in vitro*” podem ser questionáveis, pois não há quantificação
247 das interações que ocorrem no ambiente ruminal e da variabilidade de substratos da
248 dieta. Também Roger et al. (1992), observaram que 5 e 50 g de glicerol/kg MS da dieta
249 inibiram a degradação da celulose por fungos e bactérias celulolíticas, respectivamente.

250 Avaliando os parâmetros ruminiais, AbuGhazaleh et al. (2010), trabalhando com
251 níveis de substituição do milho pelo glicerina pura (0; 150; 300 e 450 g de glicerina/kg
252 MS da dieta), com 995 g de glicerol/kg, observaram que a ingestão de até 150 g de
253 glicerina/kg de MS da dieta não afetou a população e a fermentação ruminal. Entretanto,
254 níveis maiores de glicerina (300 e 450 g de glicerina/kg de MS da dieta) diminuíram as
255 populações de bactérias responsáveis pela fermentação de fibra (*Ruminococcus albus* e
256 *Succinivibrio dextrinosolvens*).

257 Abo El-Nor et al. (2010) utilizando níveis de 0; 30, 60; 72; e 108 g de glicerol/kg
258 de MS, observaram que não houve diferenças no pH, porém a digestibilidade da fibra
259 em detergente neutro diminuiu linearmente com o aumento do glicerol das dietas, de
260 0,38 para 0,32, nos níveis 0 e 108 g de glicerol/kg de MS da dieta, respectivamente.

261 Pereira et al. (2008) avaliaram a influência da glicerina bruta (0; 5; 10; 20; 30 e 50
262 g de glicerina/kg MS da dieta) na dinâmica de fermentação do feno de *Brachiaria*
263 *brizantha* cv. Marandu e observaram que o acréscimo de 20 a 50 g de glicerina/kg da
264 dieta implicou em modificações drásticas e negativas nas curvas de produção de gases,
265 com efeito negativo na fermentação ruminal, aumento do tempo de colonização e
266 redução da digestibilidade. No substrato concentrado, observou-se a redução do
267 potencial máximo de produção de gases, e, no substrato feno associado ao concentrado
268 houve redução do potencial máximo de produção de gases e digestibilidade.

269

270 **5.2. *In vivo***

271 **5.2.1. Glicerina Bruta**

272 Serrano (2011) avaliou os efeitos da inclusão de glicerina bruta, na dieta de
273 bovinos de corte, utilizando cinco novilhos da raça Nelore (522 kg $\pm$ 43 kg), recebendo
274 níveis crescentes: 0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta e verificou
275 que os coeficientes de digestibilidade aparente ruminal (CDR); de digestibilidade
276 aparente intestinal (CDI) e de digestibilidade aparente total (CDT) da matéria seca,
277 matéria orgânica, proteína bruta, fibra em detergente neutro e carboidratos não-fibrosos

278 não foram influenciados pelos tratamentos. Porém, o CDI e CDT do EE aumentaram
279 linearmente à medida que se aumentou o nível de glicerina bruta na dieta, sem
280 influência na síntese de proteína microbiana e a cinética ruminal.

281 Donkin et al. (2008) observaram que a digestibilidade aparente total (CDT) da
282 matéria seca e da matéria orgânica aumentaram linearmente com a inclusão de glicerina
283 bruta com níveis de 0 a 150 g de glicerina/kg de MS na dieta, porém o CDT da FDN
284 não foi afetado.

285 Lage et al. (2010) utilizaram 35 cordeiros machos não castrados da raça Santa
286 Inês na avaliação dos efeitos dos níveis de inclusão de glicerina bruta, contendo 362
287 g/kg de glicerol, na dieta (0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta) em
288 substituição ao milho, sobre a digestibilidade dos componentes da dieta e observaram
289 que os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, matéria orgânica e proteína bruta
290 não foram afetados pela inclusão de glicerina bruta na dieta. Já a conversão alimentar e
291 a digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína
292 apresentaram efeito quadrático e a digestibilidade do EE apresentou efeito linear
293 negativo. Houve efeito quadrático dos níveis de glicerina bruta na dieta sobre a
294 conversão alimentar. Portanto a glicerina bruta pode ser incluída na dieta de cordeiros
295 em terminação em até 60 g de glicerina/kg de MS da dieta, com otimização da
296 conversão alimentar e aumento dos benefícios econômicos

297 Schroder & Sudekum (1999) relatam que a inclusão de 100 g de glicerina bruta/kg
298 de MS da dieta não influenciou o consumo de matéria seca, digestibilidade dos
299 nutrientes e síntese microbiana.

300 Parsons et al. (2009) terminaram novilhas com inclusão de 0, 20, 40, 80, 120 e
301 160 g de glicerina bruta/kg de MS da dieta e constataram que a glicerina bruta não
302 prejudicou a produção e características de carcaça. Conclusões semelhantes foram
303 obtidas por D'Aurea (2010), ao avaliar níveis diferentes (0, 100 e 200 g de glicerina
304 bruta/kg de MS da dieta) para terminação de novilhas da raça Nelore sobre o
305 desempenho e as características de carcaça, digestibilidade aparente das dietas e
306 características da carne.

307

308 5.2.2. Glicerina Semi-purificada

309 Farias et al. (2012) avaliando a inclusão de glicerina (0; 28; 61 e 90 g de glicerina
310 semi-purificada/kg de MS da dieta) com 812 g de glicerol/kg sobre a digestibilidade em
311 novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu,

312 observaram que a adição de glicerina na dieta não teve efeito sobre a conversão
313 alimentar e sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta,
314 matéria orgânica, fibra detergente neutro, carboidratos não fibrosos e carboidratos
315 totais. Entretanto, observaram redução no ganho médio diário e peso corporal final em
316 função dos níveis de adição. Os autores não recomendam a utilização de glicerina de
317 baixa pureza, pois os elevados teores de álcool e sais podem determinar a redução no
318 consumo e, conseqüentemente, no desempenho animal.

319 Kristensen & Raun (2007) mediram a absorção da glicerina e o metabolismo do
320 glicerol no fígado de vacas que receberam por cânula ruminal 925 g de glicerina semi-
321 purificada/dia, (850 g de glicerol/kg) e recuperaram, na veia porta, 100 g do glicerol/kg
322 administrado, que foi quase todo absorvido pelo fígado e convertido em glicose e, o
323 glicerol não recuperado na veia porta, presumivelmente, foi convertido a propionato, no
324 rúmen, contribuindo com a gliconeogênese.

325 De acordo com Gunn et al. (2010), a inclusão de até 200 g de glicerina semi-
326 purificada/kg de MS da dieta (875 g de glicerol/kg) em substituição ao milho para
327 cordeiros castrados em terminação, durante os primeiros 14 dias do período de
328 transição, pode ter um impacto positivo no desempenho dos animais e não afeta as
329 características de carcaça. Corroborando com este estudo, Terré et al. (2011) avaliando
330 a inclusão de glicerina semi-purificada (862 g de glicerol/kg) em 50 e 100 g de
331 glicerina/kg de MS da dieta, encontraram que a glicerina pode ser incluída em até de
332 100 g de glicerina/kg de MS na dieta na alimentação de cordeiros, pois não prejudicou o
333 consumo de concentrado e feno, metabólitos do sangue, desempenho e a composição da
334 gordura da carne.

335 Da mesma maneira, Gomes et al. (2011) suplementaram cordeiros com 150 e
336 300 g de glicerina semi-purificada/kg de MS da dieta (831 g de glicerol/kg) em
337 substituição ao milho e concluíram que a glicerina pode ser utilizada em até 300 g de
338 glicerina/kg de MS da dieta para cordeiros em terminação sem causar efeito negativo no
339 consumo, desempenho e características de carcaça.

340 Confirmando a potencialidade da glicerina semi-purificada, Pellegrin et al.
341 (2012) avaliaram a substituição do milho por glicerina semi-purificada (848 g de
342 glicerol/kg) em comedouros privativos de 100, 200 e 300 g de glicerina/kg de MS do
343 suplemento isoprotéico, sendo fornecido 2% do peso corporal por dia, e concluíram que
344 a inclusão de até 300 g de glicerina/kg de MS do suplemento isoprotéico, sendo

345 fornecido 2% do peso corporal por dia, não alterou as concentrações de colesterol no
346 sangue e na carne de cordeiros lactentes mantidos em pastagens de azevém.

347 Leão et al. (2013) avaliaram as características de carcaça e carne de vacas de
348 descarte e novilhos castrados mestiços de raças de aptidão leiteira alimentados com
349 diferentes níveis de glicerina semi-purificada: 0, 60, 120 e 240 g de glicerina/kg de MS
350 da dieta (803,5 g de glicerol/kg) e observaram que não houve alteração no peso e
351 rendimento de carcaça, espessura de gordura subcutânea e as características qualitativas
352 da carne.

353 Do exposto observou-se que a maioria dos ensaios “*in vivo*” tem sido conduzidos
354 usando glicerina bruta ou semi-purificada e com base nestes resultados de literatura o
355 presente estudo foi realizado com o objetivo de avaliar o efeito de níveis de glicerina
356 semi-purificada na ração total superiores aos recentemente testados, sobre o
357 comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo,
358 características de carcaça, qualidade da carne e análise econômica pontual e de
359 sensibilidade de borregos confinados. Os resultados obtidos foram abordados nos
360 artigos denominados “Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados:
361 comportamento ingestivo, digestibilidade, desempenho produtivo e econômico” e
362 “Características de carcaça e qualidade de carne de borregos confinados recebendo
363 glicerina semi-purificada na dieta” redigidos de acordo com as normas editoriais do
364 periódico Revista Brasileira de Zootecnia.

365
366
367

368

369

370

371

372

373

374

375

376

REFERÊNCIAS

- ABUGHAZALEH, A.A.; ABO EL-NOR, S.; IBRAHIM, S.A. The effect of replacing corn with glycerol on ruminal bacteria in continuous culture fermenters. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.95, p.313-319, 2010.
- ABO EL-NOR, S.; ABUGHAZALEH, A.A.; POTU, R.B. et al. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feeds Science and Technology**, v.162, p.99-105, 2010.
- ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS. **Biodiesel – Introdução**, 2012 Disponível em: <www.anp.gov.br> Acesso em 14 fev. 2014.
- AVILA-STAGNO, J.; CHAVES, A.V.; HE, M.L et al. Effects of increasing concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid profiles, and carcass traits of lambs. **Journal of Animal Science**, v.91, p.829-837, 2012.
- BARTELT, J.; SCHNEIDER, H. D. **Glycerine in der Tierernährung**. UFOP Schriften, Bonn, Bermany, p.1 -36, 2002.
- BEITZ, D. C. Metabolismo lipídico. In: Dukes, **Fisiologia dos animais domésticos**. 2.ed.Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 476 - 492.
- BERGNER, H.; KIJORA, C.; GERESNAKOVA, Z. et al. *In vitro* studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. **Archivo Tierernah**, v.48, p.245-256, 1995.
- BERMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews**,v.70, p.567-90,1990.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST-PIERRE, J. et al. Glycerol: A neglected variable in metabolic processes? **Bioessays**, v.23, p.534-542, 2001.
- CHAMPE, P.C.; HARVEY, R.A. **Bioquímica Ilustrada**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed 1996. 357p.
- D`AUREA, A. P. **Glicerina, resíduo da produção de biodiesel, na terminação de novilhas da raça nelore**. 2010. 470f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Jaboticabal.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis: A. General**, v.281, p.225-231, 2005.
- DONKIN, S.S. Glycerol from Biodiesel Production: The New Corn for Dairy Cattle **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.280-286, 2008.
- DOPPENBERG, J.; VAN DER AAR, P. The nutritional value of biodiesel by-products. **Feed Business Asia**, v.12, p.42-43, 2007.
- EXPEDITO, J.S. **Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado**. Salvador: Rede Baiana de Biocombustíveis, 2003.
- FARIAS, M.S.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V. et al. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, p.1177-1188, 2012.
- FERRARO, S.M.; MENDOZA, G.D.; MIRANDA, L.A. et al. *In vitro* gas production and ruminal fermentation of glycerol, proylene glycol and molasses. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, v. 154, p.112-118, 2009.
- FERRERO, A.J.; ROSA, I.M.; VENECIANO, E. **Proceso de purificacion de la glicerina obtenida del biodiesel a pequeña escala**. Centro de Investigacion em Tecnologia Lactocarnica, Villa Maria, Cordoba, 2010.
- FRANÇOIS, A. Glycerol in Nutrition. **Comptes Rendus de Academic Agriculture de France**, 2: p.63-76. 1994.

- 427 GOMES, M. A. B. **Parâmetros produtivos e reprodutivos de ovinos suplementados**
 428 **com glicerina da produção de biodiesel**. 2009. 60 f. Dissertação (Mestrado em
 429 Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá – UEM, Maringá.
- 430 GOMES, M.A.B.; MORAES, G.V.; MATAVELI, M. et al. Performance and carcass
 431 characteristics of lambs fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel
 432 production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2211-2219, 2011.
- 433 GONÇALVES, V.L.C.; PINTO, B.P.; MUSGUEIRA, L.C. et al. Biogasolina: produção
 434 de ésteres da glicerina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE
 435 TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais...** Brasília: Associação
 436 Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2006. p.14-19.
- 437 GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P. et al. Effects of crude glycerin on
 438 performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of**
 439 **Animal Science**, v. 88, p.1771-1776, 2010.
- 440 KOOLMAN, J.; RÖHM, K.H. **Color Atlas of Biochemistry**. 2.ed. New York: Thieme
 441 Stuttgart, 2005. 467p.
- 442 KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. 3.ed. Santa Maria: Santa Maria,
 443 2011. 216p.
- 444 KREHBIEL. Ruminal and physiological metabolism of glycerin, **Journal of Animal**
 445 **Science**, v86, p.392, 2008.
- 446 KRISTENSEN, N.B.; RAUN B.M.L. Ruminal fermentation, portal absorption, and
 447 hepatic metabolism of glycerol infused into the rumen of lactating dairy cows. In:
 448 ENERGY AND PROTEIN METABOLISM AND NUTRITION –
 449 INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ENERGY AND PROTEIN
 450 METABOLISM AND NUTRITION, 2., 2007, Ortigues- Marty, **Proceedings...**
 451 Marty: EAAP Publication. Wageningen Academic Publishers. 2007. p. 355-356.
- 452 LAGE, J.F. **Glicerina bruta oriunda da agroindústria do biodiesel na alimentação**
 453 **de cordeiros em terminação**. 2009. 72f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) -
 454 Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- 455 LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R. et al. Glicerina bruta na dieta de
 456 cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45,
 457 n.9, p.1012-1020, 2010.
- 458 LEÃO J.P.; NEIVA, J.N.M.; RESTLE, J. et al. Carcass and meat characteristics of
 459 different cattle categories fed diets containing crude glycerin. **Semina: Ciencias**
 460 **Agrarias**, v.34, p.431-444, 2013.
- 461 LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger - Princípios de**
 462 **Bioquímica**. 4.ed. São Paulo: Sarvier, 2006. 1202 p.
- 463 LOOR, J. J.; HERBEIN, J. H. Reduced fatty acid synthesis and desaturation due to
 464 exogenous trans10,cis12-cla in cows fed oleic or linoleic oil. **Journal of Dairy**
 465 **Science**, v. 86, p.1354-1369, 2003.
- 466 MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
 467 [2010]. **Ministério da agricultura autoriza novo uso da glicerina**. Disponível
 468 em:<http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=972&Itemid=1> Acesso em: 01 out. 2013.
- 470 MORIN, P.; HAMAD, B.; SAPALY, G. et al. Transesterification of rapeseed oil with
 471 ethanol. **Applied Catalysis. A: General**, v.330, p.69-76, 2007.
- 472 OLIVEIRA, A.S.; OLIVEIRA, M.R.C.; SOUZA, J.G. et al. [2011]. **Perspectiva da**
 473 **Utilização dos Co-produtos do Biodiesel na Produção de Bovinos de Corte**.
 474 Disponível em:
 475 <<http://www.amazoniaphos.com.br/TNX/conteudo.php?Sid=44&cid=564>> Acesso
 476 em: 02 de dezembro de 2013.

- OLIVEIRA, J.S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C. et.al. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. **Ciência Rural**, v. 43, p.509-512, 2013.
- OOI, T.L.; YONG, K.C.; HAZIMAH, A.H. et al. Glycerol residue – a rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, v.53, p.29-33, 2004.
- PAGGI, R.A.; FAY, J.P.; FAVERIN, C. In vitro ruminal digestibility of oat hay and cellulolytic activity in the presence of increasing concentrations of short-chain acids and glycerol. **Journal of Agricultural Science**, v.142, p.89-96, 2004.
- PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: **Nutrição de Ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2006, p.583.
- PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, p.653-657, 2009.
- PELLEGRIN, A.C.R.S; PIRES, C.C.; CARVALHO, S. et al. Glicerina bruta no suplemento para cordeiros lactentes em pastejo de azevém. **Ciência Rural**, v.42, p.1477- 1482, 2012.
- PEREIRA, L.G.R.; MAURÍCIO, R.M.; MENEZES, D.R. et al. Influência da glicerina bruta na cinética de fermentação ruminal *in vitro*. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 36., 2008, Lavras. **Anais...** Lavras: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2008]. (CD-ROM).
- POL, A.; DEMEYER, D.I. Fermentation of methanol in the sheep rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, p.832-834, 1988.
- POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R. et al. **Basic animal nutrition and feeding**. 5.ed. Hoboken: John Wiley & Sons Inc., 2005. p.580.
- RÉMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J.P. *In vitro* and *in vivo* fermentation of glycerol by rumen microbes. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, v.41, p. 121-132, 1993.
- RIVALDI, J.D; SARROUH, B.F.; SILVA, S.S. Glycerol od biodiesel; biotechnological strategy for glycerol in biodiesel production. **Biotecnologia, Ciência e Desenvolvimento**, v.10, p. 44-51, 2008.
- ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C. et al. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiol.**, v.25, p.197-201, 1992.
- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. **The Regional Institute Ltd**, Canberra, AU, p.241, 1999.
- SERRANO, R.D.C. **Glicerina bruta e uréia de liberação lenta na alimentação de bovinos de corte**. 2011. 49 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- SILVA, R.R.; PRADO, I.N; CARVALHO, G.G.P. et al. Níveis de suplementação na terminação de novilhos nelore em pastagens: aspectos econômicos. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.39, p.2091-2097, 2010.
- TERRÉ, M.; NUDDA, A.; CASADO, P. et al. The use of glycerin in rations for light lamb during the fattening period. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.262-267, 2011.
- TYSON, K.S.; BOZELL, J.; WALLACE, R. [2004]. Biomass Oil Analysis: Research Needs and Recommendations. **Technical Report National Renewable Energy Laboratory Golden**. Disponível em: <<http://www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf>>. Acesso em: 20 set. 2013.

- 526 TOEWS, C.J. Evidence for metabolism of glicerol by skeletal muscle and teh presence
527 of a muscle nicotinamide-adenide dinucleotide phosphatedependent glycerol
528 deshydrogenase. **Journal of Biochemistry**, v.98, p.57-69,1996.
- 529 TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminant fermentation of
530 propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 55,
531 p. 7043-7051, 2007.
- 532 WANG, ZX; ZHUGE, J; FANG, H. et al. Glycerol production by microbial
533 fermentation: A review. **Biotechnology Advances**, v.19, p.201-223, 2009.
- 534

Glicerina semi-purificada na dieta de borregos confinados: comportamento ingestivo, digestibilidade, desempenho produtivo e econômico

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes, desempenho produtivo e econômico de borregos confinados. Foram utilizados 20 borregos, inteiros, cruzados Dorper x Texel x Suffolk, contemporâneos, com oito meses de idade e peso médio inicial de $22,18 \pm 5,5$ kg. Os tratamentos compreenderam dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina na ração total: controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina/kg MS. A proporção volumoso:concentrado da dieta foi de 40:60 com base na MS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco animais por tratamento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos, para as variáveis: comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes e desempenho produtivo, exceto para digestibilidade do extrato etéreo, apresentando menor digestibilidade no tratamento com 360 g de glicerina/kg MS da dieta total. O consumo de matéria seca foi de 1337,86 g/dia e ganho médio diário de 240 g/dia. Conclui-se que a inclusão de até 360 g de glicerina semi-purificada/kg MS na dieta total de borregos confinados, não alterou o comportamento ingestivo, digestibilidade de nutrientes e desempenho produtivo. Sendo economicamente viável a inclusão de até 240 g de glicerina/kg de MS na dieta conforme demonstrado na análise econômica pontual.

Palavras-chave: biodiesel, conversão alimentar, coproduto, ganho de peso, ovino

**Glycerin semi-purified diet in feedlot lambs: ingestive behavior, digestibility,
growth performance and economic**

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of different levels of inclusion of semi-purified glycerin in the total ration on feeding behavior, nutrient digestibility, growth performance and economic feedlot lambs. Were used 20 lambs, whole cross Dorper x Suffolk x Texel, contemporary, with eight months of age and initial weight of 22.18±5.5 kg. The treatments consisted of diets with increasing inclusion levels of glycerin in the total ration: control (no glycerin): 120 g, 240 g and 360 g glycerin/kg DM. The forage:concentrate ratio of the diet was 40:60 on a DM basis. The experimental design was completely randomized with five animals of treatment. There was no significant difference between treatments for the variables: feeding behavior, nutrient digestibility and productive performance, except for ether extract digestibility, presenting lower digestibility in treatment with 360 g of glycerin/kg DM in the diet. The dry matter intake was 1337.86 g/day and average daily gain of 240 g/day. It is concluded that the inclusion of up to 360 g of glycerin semi-purified/kg MS in diet of feedlot lambs did not alter feeding behavior, nutrient digestibility and productive performance. Being economically viable to include up to 240 g of glycerin/kg DM in the diet as shown in timely economic analysis.

Keywords : biodiesel, coproduct, feed conversion, sheep, weight gain

INTRODUÇÃO

A glicerina bruta representa 10% da produção do biodiesel (Pinto et al., 2005) e apresenta sabor adocicado, higroscopicidade e pode ser considerada como uma fonte energética. A glicerina é classificada em glicerina bruta (500 a 700 g de glicerol/kg), semi-purificada (800 a 900 g de glicerol/kg) e pura (990 g de glicerol/kg) (Schroder & Sudekum, 1999). A glicerina pura é obtida após processo oneroso, o que tem limitado o uso na alimentação animal e a glicerina semi-purificada possui maior teor de glicerol, menores teores de água, metanol, ácidos graxos livres e ésteres, do que a glicerina bruta, o que a torna interessante do ponto de vista nutricional.

Uma vez que os ruminantes procuram ajustar o consumo alimentar às necessidades nutricionais, especialmente em energia (Van Soest, 1994), o uso da glicerina semi-purificada, como coproduto da produção de biodiesel, tem-se destacado com o objetivo de substituir o milho e baratear o custo da ração, visto que estes dois alimentos apresentam similaridade energética (Donkin, 2008).

O desempenho animal é determinado pelo consumo de nutrientes, digestibilidade e metabolismo. O consumo de alimentos, por sua vez, pode ser influenciado por fatores ligados aos alimentos, como palatabilidade, textura, aparência visual e fatores ligados aos animais, como estresse e interações (Mertens et al., 1994). Segundo Costa et al. (2011), em condições de alimentação não competitiva, como no caso de animais em confinamento, onde não há restrição à quantidade de alimento fornecido, o tempo de alimentação e ruminação é influenciado pelas características do alimento e principalmente pelo teor de parede celular. Dessa forma, o comportamento ingestivo pode influenciar a digestão dos alimentos e a taxa de passagem pelo trato gastrointestinal. Porém, os animais podem alterar seu comportamento ingestivo,

624 modificando um ou mais dos seus componentes para superar condições limitantes ao
625 consumo e obter a quantidade de nutrientes necessária (Fischer, 1996).

626 Neste sentido, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de
627 glicerina semi-purificada na ração total, sobre comportamento ingestivo, digestibilidade
628 de nutrientes, desempenho produtivo e econômico de borregos confinados.

629

630 MATERIAL E MÉTODOS

631 O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal da
632 Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato
633 Grosso do Sul (UFMS), na cidade de Campo Grande/MS.

634 Foram utilizados 20 borregos machos, inteiros, cruzados Dorper x Texel x
635 Suffolk, contemporâneos, com oito meses de idade e peso médio inicial de $22,18 \pm 5,5$
636 kg.

637 Os animais foram confinados em baias individuais de 3 m² com piso ripado,
638 providas de comedouros individuais para alimento e suplemento mineral, e bebedouro.
639 O experimento foi dividido em 6 períodos experimentais de 14 dias, totalizando 84 dias
640 de ensaio.

641 Antes do início do experimento foi realizado controle parasitário por meio de
642 coleta de fezes para realização de exames de OPG (ovos por grama de fezes) através do
643 método de Gordon & Whitlock (1939), seguido por administração de anti-helmíntico.
644 Além disso, todos os animais foram vacinados contra clostridiose.

645 Os animais foram distribuídos, com base no peso corporal, entre os tratamentos:
646 controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina semi-purificada/kg de MS da
647 dieta e alimentados duas vezes ao dia (8 e 17 horas) na forma de ração total misturada,
648 ajustada diariamente para garantir 100 g de sobras/kg de alimento fornecido, de modo a

649 caracterizar um consumo à vontade dos animais. A glicerina utilizada era de origem
650 vegetal (soja).

651 As dietas foram isoprotéicas, na proporção volumoso:concentrado de 40:60, com
652 base na matéria seca. O feno de capim Tifton triturado foi utilizado como volumoso. Na
653 Tabela 1 apresentam-se a proporção dos ingredientes e a composição química dos
654 ingredientes das dietas e formuladas segundo o National Research Council (2007) para
655 ganho médio de 200 g/dia. A composição da glicerina semi-purificada está apresentada
656 no rodapé da Tabela 1.

657 Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas

Ingredientes	Glicerina na ração total (g/kg MS)			
	0	120	240	360
Milho moído (g/kg)	435,00	293,40	150,00	5,00
Farelo de soja (g/kg)	138,00	161,10	185,00	210,30
Glicerina semi-purificada (g/kg)	0,00	120,00	240,00	360,00
Fosfato bicálcico (g/kg)	16,50	15,60	15,00	14,70
Uréia (g/kg)	10,00	10,00	10,00	10,00
Feno de Tifton(g/kg)	400,00	400,00	400,00	400,00
Nutrientes	Composição química da ração			
Matéria seca (g/kg)	915,29	915,31	911,30	913,55
Matéria orgânica (g/kg MS)	921,20	943,65	934,67	935,65
Proteína bruta (g/kg MS)	180,54	181,17	179,14	177,20
Extrato etéreo (g/kg MS)	27,78	27,11	28,64	27,88
Fibra em detergente neutro (g/kg MS)	429,99	427,73	425,65	424,16
Fibra em detergente ácido (g/kg MS)	202,27	202,12	200,89	202,19
Carboidratos não fibrosos (g/kg MS)	28,30	30,78	30,13	30,64
Energia Metabolizável (Mcal/kg MS)	1,92	1,92	2,10	2,25

658 Glicerol - 900g de glicerol/kg; MS - 995,20 g/kg; Energia Bruta - 3500 Kcal/kg/MS e Proteína Bruta - 1,1
659 g/kg; Metanol: 103 ppm; EM = NDT x 0,82.

661 As avaliações de comportamento ingestivo foram realizadas a cada 14 dias,
662 durante os quatro primeiros períodos. A coleta de dados foi realizada em sessões de 24

663 horas por período com início às oito horas da manhã, com a primeira alimentação dos
664 animais, até oito horas do dia seguinte, com o novo fornecimento, totalizando 96 horas
665 de observação por animal. A coleta de dados de comportamento ingestivo dos ovinos foi
666 baseada em amostragens de varredura instantânea, a cada dez minutos, segundo
667 Altmann (1974), Martin & Bateson (1993), por meio de etograma, caracterizado por
668 quatro categorias básicas de comportamento (alimentação, ruminação, deslocamento e
669 ócio).

670 Foi realizada a contagem do número de mastigações merísticas MMnb (nº/bolo) e
671 do tempo despendido para ruminação de cada bolo MMtb (min/bolo) utilizando-se um
672 cronômetro digital. Para a obtenção das médias das mastigações e do tempo foram feitas
673 observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (10-12, 14-16 e
674 18-20 horas). O número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total
675 (TMT) e o número de mastigações merísticas por dia (MMnd) foram obtidos conforme
676 metodologia descrita por Bürger et al. (2000).

677 Para obtenção do número de bolos diários (NBR), procedeu-se à divisão do tempo
678 total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo. Além disso,
679 obtiveram-se as variáveis eficiência de alimentação (EAL) e de ruminação (ERU) de
680 MS e FDN, obtido pela divisão do consumo de MS e FDN pelos tempos de ingestão e
681 ruminação total, respectivamente, em gramas/minuto.

682 Os animais foram pesados inicialmente e ao final de cada período, após jejum de
683 sólidos por 16 horas, para obtenção do ganho de peso corporal total e médio diário.

684 A dieta oferecida e as sobras foram quantificadas e amostradas diariamente, sendo
685 o alimento fornecido coletado na forma de amostra composta por período, ao passo que
686 as sobras foram acondicionadas em amostras compostas por animal e por período, para
687 avaliação de consumo diário dos nutrientes (nutriente fornecido – nutriente das sobras),

688 conversão (consumo/ganho) e eficiência (ganho/consumo) alimentar dos animais. As
689 coletas totais de fezes foram realizadas nos quatro períodos de avaliação (a cada 14
690 dias), com o uso de bolsas coletoras de fezes durante 48 horas por animal em cada
691 período, onde as fezes eram coletadas manualmente antes da alimentação dos animais,
692 posteriormente homogeneizadas e amostrados 100 g/kg do total excretado, para
693 formação de amostra composta.

694 Para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente (CDA), foi
695 utilizada a seguinte fórmula descrita por Silva & Leão (1979): $CDA = (\text{nutriente}$
696 $\text{ingerido} - \text{nutriente excretado} / \text{nutriente ingerido})$.

697 As amostras do alimento fornecido, sobras e fezes foram pré-secas em estufa de
698 ventilação forçada, a 55°C por 96 horas, e trituradas em moinho de facas dotado de
699 peneira com crivos de 1 mm. A determinação dos teores de matéria seca (MS), matéria
700 orgânica (MO), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), foram realizados de acordo
701 com AOAC (2000), pelos métodos 930.15, 932.05, 976.05 e 920.39, respectivamente.
702 Os teores de fibra em detergente neutro (FDN) e fibra em detergente ácido (FDA) foram
703 determinados segundo Goering & Van Soest (1970) sem o uso de sulfito e amilase
704 termoestável.

705 Foram realizadas análises econômicas: pontual, com base nos dados de
706 desempenho e do custo dos insumos no experimento e de sensibilidade, com variação
707 no custo dos insumos. Em nenhuma avaliação considerou-se as demais despesas, uma
708 vez que são semelhantes entre os tratamentos.

709 A análise de sensibilidade foi simulada em seis cenários com oscilações dos
710 valores dos insumos, com variações de 20% do preço (milho, glicerina e farelo de soja)
711 para determinação do impacto de tais variações no custo unitário das dietas.

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições por tratamento, e analisados segundo o modelo estatístico: $Y_{ijk} = \mu + A_i + e_{ij}$, onde: Y_{ij} = é a observação j , referente à glicerina i ; μ = é a constante geral; A_i = é o efeito do nível de inclusão da glicerina i , $i = 1, 2, 3$ e 4 ; e_{ijk} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ijk} .

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e as médias comparadas por meio do teste Tukey, em nível de 0,05 de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O tempo gasto pelos borregos confinados nas atividades comportamentais não foi influenciado pelos diferentes níveis de glicerina semi-purificada na dieta, com valores médios de 3,77; 6,58; 4,32 e 9,33 horas/dia em alimentação, ruminação, deslocamento e ócio, respectivamente (Tabela 2).

Segundo Van Soest (1994) e Mertens (1997), variações no comportamento ingestivo de ruminantes estariam relacionados com a composição da dieta, principalmente em função do teor de fibra, grau de moagem do alimento consumido e frequência de fornecimento do alimento. O padrão comportamental dos animais não foi influenciado pelo uso dos diferentes níveis de glicerina na dieta total, o que pode ser explicado pela semelhança no teor de FDN das dietas.

Dentre as atividades, o ócio foi a que obteve maior tempo despendido, o que pode ser explicado pelo fato dos animais terem recebido dietas contendo 600 g/kg de concentrado com ingredientes moídos, tendo com isso, reduzido os tempos de alimentação e ruminação restando mais tempo para o ócio (Tabela 2).

735 Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da média do tempo gasto por atividade
 736 comportamental de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de
 737 inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
Alimentação (h/dia)	3,88	3,44	3,73	4,03	0,382	0,723
Ruminação (h/dia)	6,71	6,97	6,67	5,97	0,395	0,918
Deslocamento (h/dia)	3,98	4,27	4,26	4,77	0,316	0,757
Ócio (h/dia)	9,43	9,32	9,34	9,23	0,582	0,731

738

739 Altos níveis de glicerol reduzem a população de microrganismos ruminais e,
 740 consequentemente, a digestibilidade da fibra, o que poderia afetar os tempos de
 741 alimentação e ruminação (Elam et al. (2008), Mari et al. (2010)). No entanto, neste
 742 estudo, a quantidade de glicerol disponível no rúmen e, consequentemente a quantidade
 743 de propionato obtida pela metabolização do glicerol, não foi capaz de provocar aumento
 744 no tempo de alimentação e de ruminação das dietas como descrito na Tabela 2.
 745 Possivelmente, os níveis de glicerina semi-purificada utilizados não comprometeram as
 746 bactérias fibrolíticas, pois caso contrário o tempo de ruminação poderia ter aumentado
 747 com objetivo de manutenção do consumo de feno. O tempo de alimentação foi menor,
 748 pois a proporção de concentrado na dieta era maior em relação ao volumoso, visto que o
 749 concentrado é moído fino e com isso demanda menor tempo para ingestão e ruminação.

750 A média da eficiência de alimentação de MS (EAL), eficiência de ruminação da
 751 dieta total (ERU_{MS}) tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminais
 752 (NBR), número de mastigações merícicas (MMnd), mastigações merícicas por bolo
 753 (MMnb) e tempo de mastigações merícicas por bolo (MMtb) foi semelhante em função
 754 dos níveis de glicerina na dieta (Tabela 3).

Apesar de haver diferenças quanto à forma física das dietas, após a inclusão da glicerina semi-purificada, não foi observado alterações na atividade mastigatória dos animais e consequentemente no número de bolos ruminais, tempo de mastigação total que por sua vez não vai alterar a eficiência de alimentação de MS e eficiência de ruminação da dieta total. Estas variáveis sugerem que não haverá grandes alterações no consumo de MS dos tratamentos.

Também Meneses (2013) avaliando vacas mestiças Holandês x Zebu recebendo diferentes níveis de glicerina bruta (518 g/kg de glicerol): 0, 50, 100, 150, 200 g de glicerina/kg de MS da dieta, não observou efeito da inclusão de glicerina sobre o número de bolos ruminados por dia, mastigações merícicas por bolo e tempo de mastigações merícicas por bolo apresentando valor médio de 524,19 n°/dia; 59,25 n°/bolo e 59,79 seg/bolo, respectivamente.

Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da média das eficiências de alimentação e ruminação, e das mastigações merícicas de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina da ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
EAL (g MS/h)	224,7	238,5	237,1	252,1	44,161	0,978
ERU (g MS/h)	120,09	112,39	116,41	135,41	26,588	0,931
TMT (h/dia)	10,90	10,75	11,33	12,28	1,244	0,761
NBR (n°/dia)	657	598	711	683	92,419	0,978
MMnd (n°/dia)	41330	44064	43373	46969	5415	0,931
MMnb (n°/bolo)	63	68	62	69	11,811	0,473
MMtb (seg/bolo)	38,9	50,33	39,15	43,76	5,982	0,514

EAL- eficiência de alimentação de MS; ERU_{MS} - eficiência de ruminação da dieta total; TMT- tempo de mastigação total; NBR- número de bolos ruminais; MMnd- número diário de mastigações merícicas; MMnb- mastigações merícicas por bolo e MMtb- tempo de mastigações merícicas por bolo.

Zacaroni et al. (2010) trabalhando com os níveis 0, 40, 80 e 120 g de glicerina/kg de MS da dieta, não encontraram diferença no tempo de mastigação total (h/dia) com inclusão de glicerina na dieta, o que foi justificado pela ausência de efeito nos tempos de ruminação e alimentação, corroborando com os resultados do presente estudo. Entretanto, estes autores verificaram aumento na eficiência de alimentação, sem mudanças no consumo. Neste ensaio, a semelhança entre as eficiências de alimentação e ruminação (g MS/h) entre as dietas testadas pode ser explicada pela similaridade do consumo de matéria seca (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios e erro padrão da média dos consumos dos nutrientes da dieta de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
CMS (g/dia)	1394,48	1309,40	1328,28	1319,27	54,815	0,683
CMS (g/kg PC)	45,62	43,24	44,66	43,84	3,598	0,969
CMO (g/dia)	1303,11	1222,92	1240,17	1232,52	51,169	0,685
CMM (g/dia)	92,37	86,48	88,11	86,57	3,65	0,642
CPB (g/dia)	265,02	244,95	247,12	245,74	9,995	0,219
CEE (g/dia)	45,82	42,27	41,60	40,36	1,909	0,251
CFDN (g/dia)	582,75	551,79	585,18	588,53	24,851	0,708
CFDA (g/dia)	343,89	299,75	304,98	301,59	13,100	0,090
CCNF (g/dia)	369,62	344,24	335,56	328,40	18,061	0,422
CEM (Mcal/dia)	2,37	2,30	2,60	2,55	0,144	0,410

CMS: consumo de matéria seca; CMO: consumo de matéria orgânica, CMM: consumo de matéria mineral, CPB: consumo de proteína bruta, CEE: consumo de extrato etéreo, CFDN: consumo de fibra em detergente neutro, CFDA: consumo de fibra em detergente ácido, CCNF: consumo de carboidratos não fibrosos em g/dia, CEM: consumo de Energia Metabolizável em Mcal/dia e CMS: consumo de MS em g/kg de peso corporal (g/kg PC).

Não houve diferença significativa entre os tratamentos para os consumos de matéria seca (CMS), matéria orgânica (CMO), matéria mineral (CMM), proteína bruta

793 (CPB), extrato etéreo (CEE), fibra em detergente neutro (CFDN), fibra em detergente
794 ácido (CFDA) e carboidratos não fibrosos (CCNF) (Tabela 4), sendo CMS médio igual
795 a 1337,86 g/dia.

796 Os níveis de glicerina testados não foram desafiadores o suficiente para
797 influenciar no CMS, algo que outros autores, utilizando níveis menores também
798 evidenciaram. Assim como Gomes et al. (2011), avaliando desempenho e características
799 de carcaça de cordeiros da raça Santa Inês alimentados com diferentes níveis de
800 glicerina semi-purificada (831g de glicerol/kg): 0, 150 e 300 g de glicerina/kg de MS da
801 dieta, em substituição ao milho, não encontraram diferença significativa no CMS, que
802 foi em média de 1207,00 g/dia e Gunn et al. (2010) avaliando borregos castrados da
803 raça Suffolk submetidos a glicerina semi-purificada (875 g de glicerol/kg) utilizando os
804 seguintes níveis: 0, 50, 100, 150 e 200 g de glicerina/kg de MS da dieta, apresentaram
805 CMS médio de 1510,00 g/dia. Também Ávila-Stagno et al. (2012) demonstraram média
806 de 1260,00 g/dia utilizando níveis de: 0, 70, 140, 210 g de glicerina pura/kg de MS da
807 dieta (995 g de glicerol/kg) na dieta de borregos. Terré et al. (2011) avaliando glicerina
808 semi-purificada (862 g de glicerol/kg), em níveis de 0, 50, 100 g de glicerina/kg de MS
809 da dieta de cordeiros apresentaram CMS médio de 1000,00 g/dia.

810 A glicerina semi-purificada utilizada no presente estudo se apresentava adocicada,
811 não acarretou problemas quanto ao consumo, o que promoveu o CMS semelhante ao da
812 dieta contendo milho (tratamento controle), o que demonstra que o metanol presente na
813 glicerina (103 ppm apresentado na Tabela 1) não foi capaz de afetar negativamente o
814 ambiente ruminal, sem efeito nos microrganismos e nos produtos da fermentação
815 (AGV), que poderiam reduzir o CMS via inibição do centro nervoso da fome. A
816 semelhança entre o CFDN corrobora para a premissa de que não houve

817 comprometimento das bactérias fibrolíticas, sugerindo que o aproveitamento
818 (digestibilidade) das dietas sejam semelhantes (Tabela 5).

819 Não foi observado nenhum problema clínico digestivo e de rejeição à dieta
820 durante o experimento ou dificuldade de adaptação. Possivelmente tal situação esteja
821 relacionada ao fato de que a glicerina do presente estudo apresentava níveis de metanol
822 abaixo do recomendado pelo MAPA (2010), ou seja, inferior a 150 partes por milhão, e
823 consequentemente não provocou intoxicação pelo ácido fórmico.

824 Em contrapartida ao encontrado, Barros (2012), utilizando glicerina bruta (439 g
825 de glicerol/kg) na alimentação de cordeiros mestiços Santa Inês x Dorper, castrados, com
826 níveis de 0; 26,5; 53,3; 80,6 e 108,4 g de glicerina/kg de MS da dieta e Lage et al. (2010)
827 avaliando diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta (362 g/kg de glicerol): 0, 30,
828 60, 90 e 120 g de glicerina/kg de MS da dieta de cordeiros não castrados da raça Santa
829 Inês em substituição ao milho, observaram que os CMS, CMO e CPB, decresceram
830 linearmente com aumento nos teores de glicerina bruta na dieta, o que pode estar
831 relacionado a qualidade da glicerina utilizada, com menor quantidade de glicerol e níveis
832 elevados de metanol, metais pesados, sódio, extrato etéreo, água, ácidos graxos e
833 sabões.

834 Os coeficientes de digestibilidade aparente da matéria seca (DMS); matéria
835 orgânica (DMO), proteína bruta (DPB), fibra em detergente neutro (DFDN); fibra em
836 detergente ácido (DFDA) e carboidratos não fibrosos (DCNF) não apresentaram
837 diferença significativa entre os tratamentos, exceto o coeficiente de digestibilidade do
838 extrato etéreo (DEE) (Tabela 5).

839

840 Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da média dos coeficientes de digestibilidade
 841 aparente dos nutrientes em borregos confinados, em função dos níveis
 842 crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
DMS (0-1)	0,64	0,64	0,67	0,63	1,973	0,642
DMO (0-1)	0,67	0,66	0,69	0,66	1,877	0,562
DPB (0-1)	0,73	0,73	0,76	0,74	1,599	0,393
DFDN (0-1)	0,50	0,51	0,57	0,51	2,459	0,232
DFDA (0-1)	0,48	0,48	0,53	0,46	2,595	0,260
DEE (0-1)	0,84a	0,84a	0,83ab	0,80b	1,005	0,051
DCNF (0-1)	0,94	0,95	0,94	0,93	1,323	0,620

843 Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey
 844 ($P < 0,05$). DMS: digestibilidade de matéria seca; DMO: digestibilidade da matéria orgânica; DPB:
 845 digestibilidade de proteína bruta; DFDN: digestibilidade da fibra em detergente neutro; DFDA:
 846 digestibilidade da fibra em detergente ácido; DEE: digestibilidade do extrato etéreo e DCNF:
 847 digestibilidade de carboidratos não fibrosos.

848

849 A DFDN e DFDA foram semelhantes entre as dietas, o que corrobora para o
 850 suposto de que não houve efeitos danosos sobre o crescimento das bactérias fibrolíticas
 851 e, conseqüentemente, houve boa fermentação ruminal dos carboidratos não fibrosos do
 852 feno de capim Tifton (Tabela 5).

853 Para a DEE ter diminuído, os resultados determinam que não houve absorção do
 854 EE, havendo eliminação desta fração nas fezes, pois o consumo foi o mesmo para os
 855 tratamentos. Possivelmente a fração lipídica da glicerina semi-purificada se encontra em
 856 forma pouco absorvível.

857 Não houve diferença quanto às medidas de desempenho dos animais: ganho de
 858 peso total (GPT), ganho médio diário (GMD), conversão alimentar (CA) e eficiência
 859 alimentar (EA) (Tabela 6), o que pode ser explicado pela similaridade do aporte

energético da dieta controle (amido) às demais dietas com glicerol, resultando em desempenho semelhante.

O ganho médio diário foi de 240 g/dia, superior à média prevista no NRC (2007), 200 g/dia. Gunn et al. (2010) também obtiveram ganho médio diário de 250 g/dia utilizando diferentes níveis de glicerina semi-purificada: 0, 50, 100, 150 e 200 g de glicerina/kg de MS na dieta, sem diferença significativa entre os tratamentos.

Gomes et al. (2011) não encontraram diferenças significativas para a variável peso inicial, peso final e conversão alimentar, com conversão alimentar igual a 6,01 para os níveis de glicerina semi-purificada: 0, 150 e 300 g de glicerina/kg de MS da dieta, em substituição ao milho, pior quando comparado a este ensaio.

Tabela 6 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis de desempenho de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
PI (kg)	22,62	22,14	22,32	21,66	1,629	0,979
PF (kg)	42,46	43,26	43,30	41,40	2,135	0,912
GPT (kg)	19,84	21,12	20,98	19,74	1,173	0,762
GMD (kg/dia)	0,24	0,25	0,25	0,23	14,061	0,774
CA	5,93	5,29	5,37	5,62	0,228	0,228
EA (0-1)	0,17	0,19	0,19	0,18	0,008	0,237

PI: peso inicial; PF: peso final; GPT: ganho de peso total; GMD: ganho médio diário; CA: conversão alimentar e EA: eficiência alimentar.

Gunn et al. (2010) observaram em borregos castrados da raça Suffolk eficiência alimentar igual a 0,16, próximo aos 0,18 do presente estudo. Possivelmente seja devido ao fato de utilizarem borregos, pois segundo Siqueira et al. (2002), a eficiência alimentar do cordeiro diminui com o avanço da idade e do peso corporal.

Segundo Pyatt et al. (2007) a inclusão de 100 g/kg de glicerina (800 g de glicerol/kg) na dieta de bovinos, promoveu melhoria de 0,11 na EA, como consequência do aumento na produção de propionato ruminal, resultando em melhor eficiência energética no metabolismo visceral do animal (NRC, 2001).

Com relação aos resultados da análise econômica pontual (Tabela 7), o custo variou entre R\$ 4,35 e 4,95/kg de carcaça. O menor custo foi encontrado nos tratamentos em que os animais receberam inclusão de 120 e 240 g de glicerina/kg de MS da dieta (Tabela 7), o que se torna mais expressivo quando se considera um número maior de animais em confinamento.

Tabela 7 - Análise econômica das dietas experimentais em relação ao ganho de carcaça de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)			
	0	120	240	360
Custo da dieta (R\$/kg de MS)	0,79	0,79	0,79	0,81
Custo da dieta (R\$/animal/dia)	1,10	1,03	1,04	1,07
Custo total com alimentação (R\$/animal/84 dias)	92,40	86,52	87,36	89,88
Ganho de carcaça (kg/animal/dia)	0,113	0,115	0,115	0,101
Custo da dieta (R\$/kg de ganho de carcaça)	4,63	4,35	4,35	4,95
Margem de lucro (%)	42	45	45	38

Margem de lucro = (preço da carcaça (R\$/kg) - custo da dieta (R\$/kg)/preço da carcaça (R\$/kg). Considerou-se o preço recebido de R\$ 8,00 pelo kg da carcaça. Rendimento de carcaça fria dos tratamentos: 0: 0,47; 120: 0,46; 240: 0,46 e 360: 0,44.

Nos vários cenários da análise de sensibilidade (Tabela 8), observa-se que no cenário 1 (realidade experimental) os custos dos tratamentos 120 e 240 g de glicerina/kg de MS foram iguais ao controle e inferiores ao tratamento com 360 g de glicerina/kg de MS da dieta e que os demais cenários demonstram que os maiores valores observados

foram no tratamento com 360 g de glicerina/kg de MS da dieta. Portanto este tratamento não se mostra viável economicamente, visto que foi o maior em cada cenário testado.

Tabela 8 – Resultados da análise de sensibilidade para as dietas de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Cenários	Glicerina na ração total (g/kg MS)			
	0	120	240	360
Cenário 1 (R\$/kg)	0,79	0,79	0,79	0,81
Cenário 2 (R\$/kg)	0,86	0,88	0,90	0,94
Cenário 3 (R\$/kg)	0,79	0,83	0,86	0,92
Cenário 4 (R\$/kg)	0,79	0,80	0,81	0,85
Cenário 5 (R\$/kg)	0,86	0,87	0,87	0,90
Cenário 6 (R\$/kg)	0,72	0,76	0,80	0,86

Os cenários simulados consistem em:

Cenário 1: corresponde a realidade experimental, com os seguintes valores: milho

moído: R\$ 0,45/kg e farelo de soja: R\$ 1,21/kg (referem-se a valores da média anual CEPEA/ESALQ/USP e Instituto de Economia Agrícola, respectivamente); glicerina semi-purificada: R\$ 0,30/kg (valor obtido por se tratar de pesquisa, nos demais cenários foi praticado o valor comercial de R\$ 0,50/kg); feno de tifton: R\$ 0,95/kg, fosfato bicálcico: R\$ 1,65/kg; uréia: R\$ 2,10/kg (todos estes referem-se a valores da Praça de Campo Grande/MS, em janeiro de 2013). Já os demais cenários oscilam conforme os valores apresentados no cenário 1.

Cenário 2: oscilação do milho e farelo de soja, apresentando valores do milho e farelo de soja com 20% de aumento;

Cenário 3: oscilação a mais do valor da glicerina, mantendo constante os valores do milho e farelo de soja, e a glicerina com 20% de aumento no seu valor;

920 Cenário 5: os valores do milho e farelo de soja aumentam e glicerina com 20% a
921 menos do seu valor;

922 Cenário 6: os valores de milho e farelo de soja diminuem e a glicerina aumenta
923 20%.

CONCLUSÕES

A inclusão de até 360 g de glicerina semi-purificada/kg MS na dieta total de
borregos confinados, não alterou o comportamento ingestivo, digestibilidade de
nutrientes e desempenho produtivo.

O nível de inclusão da glicerina semi-purificada, considerando-se o estudo de viabilidade econômica pontual deste ensaio, é de até 240 g de glicerina/kg de MS da dieta.

941

REFERÊNCIAS

- 942
943 ALTMANN, J., Observational study of behavior sampling methods. **Behaviour**, v.49,
944 p.227-267, 1974.
- 945 ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC. **Official**
946 **Methods of Analysis of International**. 17th. Gaithersburg, MD, USA.
947 2000.1050p.
- 948 AVILA-STAGNO, J.; CHAVES, A.V.; HE, M.L. et al. Effects of increasing
949 concentrations of glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane
950 emissions, growth, fatty acid profiles, and carcass traits of lambs. **Journal of**
951 **Animal Science**, v.91, p.829-837, 2012.
- 952 BARROS, M.C.C. **Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados**. 2012. 81f. Tese
953 (Doutor em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- 954 BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C., et al. Comportamento ingestivo em
955 bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de
956 concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, p.236-242, 2000.
- 957 CEPEA - CENTRO DE ESTUDOS AVANÇADOS EM ECONOMIA APLICADA -
958 ESALQ/USP. Disponível em: <<http://www.cepea.esalq.usp.br>> Acesso em: 17 jan.
959 2014.
- 960 COSTA, L.T. **Glicerina bruta na dieta de vacas lactantes confinadas**. 2011. 64f Tese
961 (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB,
962 Itapetinga.
- 963 DONKIN, S.S.; KOSER, S.L.; WHITE, H.M. et al. Feeding value of glycerol as a
964 replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cow. **Journal of Dairy**
965 **Science**, v.92, p.243-251, 2008.
- 966 ELAM, N.A.; ENG., K.S.; BECHTEL, B. et al. Glycerol from Biodiesel Production:
967 Considerations for feedlot diets. **Proceedings of the South West Nutrition**
968 **Conference. Tempe, AZ**. v. 21, p.456-467, 2008.
- 969 FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o**
970 **comportamento ingestivo de ruminantes**. 1996. 243p. Tese (Doutorado em
971 Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre.
- 972 GOERING, H.K., VAN SOEST, P.J. **Forage fiberanalysis (apparatus, reagents,**
973 **proseduresand some applications)**. USDA: Agricultural Hand book No. 379,
974 1970. 20p.
- 975 GOMES, M.A.B; MORAES, G.V.; MATAVELI, M. et. al. Performance and carcass
976 characteristic of lamb fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel
977 production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2211-2219, 2011.
- 978 GORDON, H.M.C.L.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs
979 in sheep faeces. **Journal of the Council for Scientific and Industrial Research**,
980 v.12, p.50-52, 1939.
- 981 GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P. Effects of crude glycerin on
982 performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of**
983 **Animal Science**, v.88, p.1771-1776, 2010.
- 984 IEA - INSTITUTO DE ECONOMIA AGRÍCOLA. Disponível em:
985 <<http://www.iea.sp.gov.br/out/index.php>> Acesso em: 17 jan. 2014.
- 986 LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R. et al. Glicerina bruta na dieta de
987 cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.45,
988 p.1012-1020, 2010.
- 989 MAPA. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO
990 [2010]. **Ministério da agricultura autoriza novo uso da glicerina**. Disponível

- em:<http://www.sindiracoes.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=972&Itemid=1> Acesso em: 01 out. 2013.
- MARI, G.C.; CECATO, U.; SILVA, P.A. et al. Efeito dos níveis de glicerol sobre o comportamento ingestivo de novilhos Nelore confinados. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 47., 2010, Salvador. **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2010]. (CD-ROM).
- MARTIN, P.; BATESON, R. **Measuring Behaviour: An Introductory Guide**, 2.ed. Cambridge University Press, 1993. p.84- 100.
- MENESES, M. A. **Glicerina bruta em dietas de vacas leiteiras confinadas**. 2013. 92f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY JR., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal Dairy Science.**, v.80, p.1463-1481, 1997
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants: sheep, goats, cervids and new world camelids**. 1.ed. Washington: The National Academies Press, 2007. 384p.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7.ed. Washington: Nacional Academy, 2001. 381p.
- PINTO, A.C.; GUARIEIRO, L.L.N.; REZENDE, M.J.C. Biodiesel: An overview. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v.16, p.1313-1330, 2005.
- PYATT, N.A.; DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.85, p. 407- 412, 2007
- SCHRODER, A.; SUDEKUM, K-H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. **10th International Rapeseed Conference**, Canberra Australia, 1999.
- SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. 1.ed. Piracicaba: Livroceres, 1979. 380p.
- SIQUEIRA, E.R.; ROÇA, R. Q.; FERNANDES, S. et al. Características sensoriais da carne de cordeiros das raças Hampshire Down, Santa Inês e mestiços Bergamácia x Corriedale, abatidos com quatro distintos pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**. v.31, n.3, p.1269-1272, 2002.
- TERRÉ, M.; NUDDA, A.; CASADO, P. et al. The use of glycerin in rations for light lamb during the fattening period. **Journal of Animal Feed Science and Technology**, v.164, p.262-267, 2011
- VAN SOEST, P.J. **Nutritional Ecology of the Ruminant**. 2.ed. Ithaca: Comstock Publication Association, 1994. 476p.
- ZACARONI, O.F. **Resposta de vacas leiteiras a substituição de milho por glicerina bruta**. 2010. 43p. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

Características de carcaça e qualidade de carne de borregos confinados recebendo glicerina semi-purificada na dieta

Resumo: Objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre características de carcaça e qualidade da carne de borregos confinados. Foram utilizados 20 borregos machos, inteiros, cruzados Dorper x Texel x Suffolk, contemporâneos, com oito meses de idade e peso médio inicial de 22,18 $\pm$ 5,5 kg. Os tratamentos compreenderam dietas contendo níveis crescentes de inclusão de glicerina na ração total: controle (sem glicerina); 120 g, 240 g e 360 g de glicerina/kg MS. A proporção volumoso:concentrado da dieta foi de 40:60 com base na MS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com cinco animais por tratamento. Não houve diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis: características de carcaça e qualidade de carne, exceto para perda de peso ao resfriamento, apresentando maiores perdas no tratamento com 240 g de glicerina/kg MS da dieta total. O rendimento de carcaça fria foi de 0,46 e a força de cisalhamento igual a 2,22 kgf/cm². Conclui-se que a glicerina semi-purificada (900 g glicerol/kg) pode ser incluída até 360 g de glicerina/kg MS da dieta, sem alterar as características de carcaça e qualidade de carne dos borregos confinados.

Palavras-chave: rendimento de carcaça, força de cisalhamento, glicerol, maciez, ovino

**Carcass characteristics and meat quality of feedlot lambs receiving semi-purified
glycerin in the diet**

Abstract: This study aimed to evaluate the effect of different levels of inclusion of semi-purified glycerine in total mixed ration on carcass characteristics and meat quality of feedlot lambs. Were used 20 males, integers, whole cross Texel x Dorper x Suffolk, lambs contemporary, with eight months of age and initial weight of 22.18 ± 5.5 kg. The treatments consisted of diets with increasing inclusion levels of glycerin in the total ration: control (no glycerin): 120 g, 240 g and 360 g glycerin/kg DM. The forage:concentrate ratio of the diet was 40:60 on a DM basis. The experimental design was completely randomized with five animals of treatment. There was no significant difference between treatments for the variables: carcass traits and meat quality, except for weight loss to cooling, with higher losses in the treatment with 240 g of glycerin/kg DM in the diet. The cold carcass yield was 0.46 and shear force equal to 2.22 kgf/cm^2 . It is concluded that the semi-purified glycerin (glycerol 900 g/kg) can be included up to 360 g of glycerin/kg DM diet without altering carcass characteristics and meat quality of feedlot lambs.

Keywords: carcass yield, glycerol, shear force, sheep, softness

INTRODUÇÃO

Entre os principais coprodutos agroindustriais com potencial de uso na alimentação de ruminantes, destacam-se aqueles oriundos da produção de biodiesel. Sendo a glicerina o principal coproduto, totalizando aproximadamente 10% do volume total de biodiesel (Dasari et al., 2005). A obrigatoriedade da inclusão de 5% de biodiesel ao diesel de petróleo tem motivado, concomitantemente, a maior oferta de glicerina no mercado, a qual necessita de destino correto e economicamente viável (ANP, 2012).

Diante desta perspectiva, a glicerina tem sido apontada como uma fonte de alto potencial energético na alimentação de ruminantes, podendo substituir em parte, o milho (Dozier et al., 2008), componente energético da ração. Apesar de apresentar grande potencial de uso, falta esclarecer sobre os níveis de inclusão de glicerina e seus efeitos nas características de carcaça e qualidade da carne de ruminantes, o que tem se tornado importante para o mercado consumidor.

A avaliação quantitativa da carcaça apresenta relevância para julgar o desempenho alcançado pelo animal durante desenvolvimento (Silva & Pires, 2000) e o rendimento dos cortes da carcaça é um dos principais fatores diretamente relacionados à qualidade da carcaça (Landim et al., 2007).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito de diferentes níveis de inclusão de glicerina semi-purificada na ração total, sobre as características de carcaça e qualidade de carne de borregos confinados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Laboratório de Metabolismo Animal da Faculdade de Medicina Veterinária e Zootecnia da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS), na cidade de Campo Grande/MS.

Foram utilizados 20 borregos, inteiros, cruzados Dorper, Texel e Suffolk, contemporâneos, com 8 meses de idade e peso médio inicial de $22,18 \pm 5,5$ kg.

Os animais foram confinados por 84 dias em baias individuais de 3 m² com piso ripado, providas de comedouros individuais para alimento e suplemento mineral, e bebedouro.

Antes do início do experimento foi realizado o controle parasitário por meio de coleta de fezes para realização de exames de ovos por grama de fezes (OPG) através do método de Gordon & Whitlock (1939) e administração de anti-helmíntico. Os animais foram vacinados contra clostridiose.

Tabela 1 - Proporção de ingredientes e composição química das dietas

Ingredientes	Glicerina na ração total (g/kg MS)			
	0	120	240	360
Milho Moído (g/kg)	435,00	293,40	150,00	5,00
Farelo de Soja (g/kg)	138,00	161,10	185,00	210,30
Glicerina Semi-purificada (g/kg)	0,00	120,00	240,00	360,00
Fosfato Bicálcico (g/kg)	16,50	15,60	15,00	14,70
Uréia (g/kg)	10,00	10,00	10,00	10,00
Feno de Tifton(g/kg)	400,00	400,00	400,00	400,00
Nutrientes	Composição química da ração			
Matéria seca (g/kg)	915,29	915,31	911,30	913,55
Matéria orgânica (g/kg MS)	921,20	943,65	934,67	935,65
Proteína bruta (g/kg MS)	180,54	181,17	179,14	177,20
Extrato etéreo (g/kg MS)	27,78	27,11	28,64	27,88
Fibra em detergente neutro (g/kg MS)	429,99	427,73	425,65	424,16
Fibra em detergente ácido (g/kg MS)	202,27	202,12	200,89	202,19
Carboidratos não fibrosos (g/kg MS)	28,30	30,78	30,13	30,64
Energia Metabolizável (Mcal/kg MS)	1,916	1,924	2,103	2,254

Glicerol - 900g de glicerol/kg; MS - 995,20 g/kg; Energia Bruta - 3500 Kcal/kg/MS e Proteína Bruta - 1,1 g; Metanol: 103 ppm; EM = NDT x 0,82.

1141 Os animais foram distribuídos, em blocos por pesos entre os tratamentos contendo
1142 diferentes níveis de inclusão de glicerina na ração total: controle (sem glicerina); 120 g,
1143 240 g e 360 g de glicerina/kg de MS da dieta.

1144 Antes do encaminhamento ao frigorífico foram tomadas as medidas de
1145 comprimento corporal (CC), altura da cernelha (ACer) e da garupa (AGar), largura da
1146 garupa (LGar) e perímetro do tórax (Pertór), expressas em centímetros, em posição
1147 correta de aprumo, com uso de fita métrica (Osório et al., 1998; Santana et al., 2001).
1148 Posteriormente, foi calculado o índice de compacidade corporal (ICcor) a partir da
1149 relação entre o peso corporal ao abate/comprimento corporal.

1150 Os animais foram submetidos a jejum de sólidos por um período de 18 horas,
1151 seguido de pesagem para obtenção do peso vivo ao abate (PA) e encaminhados ao
1152 frigorífico. O abate foi realizado no frigorífico experimental da Embrapa Gado de Corte,
1153 localizado em Campo Grande, MS. Os animais foram insensibilizados por meio de
1154 concussão cerebral, utilizando-se pistola de dardo cativo, e posterior sangria por secção
1155 das artérias carótidas e veias jugulares (Brasil, 2000).

1156 Após os procedimentos de esfolagem, evisceração, retirada da cabeça e parte distal
1157 dos membros, obteve-se o peso de carcaça quente (PCQ) e, em seguida, as carcaças
1158 foram transferidas para uma câmara frigorífica a 4°C, onde permaneceram por 24 horas,
1159 penduradas pelos tendões em ganchos apropriados, para manutenção das articulações
1160 tarso-metatarsianas com distância de 17 cm. Ao final desse período obteve-se o peso de
1161 carcaça fria (PCF), utilizado no cálculo do rendimento de carcaça fria ($RCF = PCF/PA \times 100$)
1162 e perda ao resfriamento [$PPR = (PCQ - PCF)/PCQ \times 100$].

1163 Na carcaça fria foram determinadas as seguintes medidas biométricas:
1164 comprimento interno da carcaça, comprimento externo da carcaça, perímetro da garupa
1165 e profundidade do tórax como descrito por Osório et al. (1998). Foi calculado o índice

1166 de compacidade da carcaça a partir da relação entre peso de carcaça fria/comprimento
1167 interno da carcaça.

1168 Posteriormente, as carcaças foram seccionadas ao meio e na meia carcaça
1169 esquerda realizaram-se os cortes comerciais: pescoço, paleta, pernil, vazio, costela,
1170 carré e lombo, os quais foram pesados individualmente e avaliados quanto ao
1171 rendimento em relação ao peso da carcaça fria.

1172 No músculo *Longissimus dorsi*, entre a 12^a e 13^a vértebras, foi obtida a espessura
1173 de gordura subcutânea, utilizando-se um paquímetro e a determinação da porcentagem
1174 de músculo, osso e gordura da carcaça foi realizada pela separação física desses
1175 componentes na seção entre as 9^a e 11^a costelas.

1176 Para a análise da perda de peso por cocção e força de cisalhamento foram
1177 extraídas duas amostras de 2,5 cm de espessura do músculo *Longissimus dorsi*
1178 (congelado a -20°C), perpendicularmente ao sentido das fibras musculares. As amostras
1179 permaneceram *over night* na geladeira (2 a 5°C) para descongelar, em seguida foram
1180 pesadas e colocadas no forno a 300°C até atingir 71°C de temperatura interna no centro
1181 da amostra, utilizando termômetro termopar da marca Hanna. Posteriormente, realizou-
1182 se a pesagem para determinação da perda de peso por cocção. Quando a temperatura da
1183 amostra atingiu 28°C foram realizados cortes em cilindros no sentido da fibra muscular,
1184 para determinação da força de cisalhamento com o texturômetro (*TA.XTPlus - Texture*
1185 *Analyser com probe Warner-Bratzler Blade, software Texture Expert Exponent – Stable*
1186 *Micro Systems, Ltd in Godalming Surrey UK. SMS*).

1187 Para realização da análise sensorial, foram extraídas três amostras de 2,5 cm de
1188 espessura do músculo *Longissimus dorsi* (congelado a -20°C), perpendicularmente ao
1189 sentido das fibras musculares, o qual foi descongelado sob refrigeração de 4°C, durante
1190 24 horas e posteriormente assado a 160°C até atingir temperatura interna de 71°C,

1191 verificado com termômetro termopar da marca Hanna. As amostras da carne assada
1192 foram cortadas em cubos de 1,27 cm e servidas à temperatura de 60°C aos julgadores.

1193 Antes do início das avaliações, os julgadores passaram por um treinamento, com
1194 testes de reconhecimento de odor e gostos básicos para familiarização dos candidatos à
1195 técnica sensorial. Após foram selecionados 7 julgadores com maior acuidade sensorial.
1196 As avaliações ocorreram no Laboratório de Qualidade de Carne da EMBRAPA Gado de
1197 Corte. Cada julgador teve acesso a uma cabine com bolacha de água e sal, água e café
1198 para neutralização do sabor e odor. As amostras foram servidas individualmente de
1199 forma aleatória em recipientes de vidro identificados com um código, após realizar a
1200 degustação os avaliadores julgavam as amostras quanto ao sabor desagradável, odor
1201 desagradável, suculência e maciez (AMSA, 1995). Utilizou-se, no teste descritivo,
1202 escala hedônica de 4 pontos. Os 4 pontos da escala consistiram em: 1 – pouco suave; 2 -
1203 suave; 3 - forte ; 4 – muito forte, foram atribuídos estes valores numéricos de 1 a 4
1204 referentes as variáveis analisadas para realização das análises estatísticas.

1205 Os tratamentos foram distribuídos em delineamento inteiramente casualizado,
1206 com cinco repetições por tratamento, e analisados segundo o modelo estatístico: $Y_{ijk} =$
1207 $\mu + A_i + e_{ij}$, onde: Y_{ij} = é a observação j, referente à glicerina i; μ = é a constante
1208 geral; A_i = é o efeito do nível de inclusão da glicerina i, i= 1, 2, 3 e 4; e_{ijk} = erro
1209 aleatório associado a cada observação Y_{ijk} .

1210 Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e as médias
1211 comparadas por meio do teste Tukey, em nível de 0,05 de significância.

1212

1213 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

1214 Não houve diferença nas variáveis: peso ao abate (PA); peso de carcaça fria
1215 (PCF); rendimento de carcaça fria (RCF); peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento

de carcaça quente (RCQ), entre os tratamentos (Tabela 2). Também Gomes et al. (2011) não encontraram diferença significativa no peso de carcaça fria e peso de carcaça quente com médias de 15,91 kg e 16,02 kg, respectivamente inferiores ao presente estudo, devido ao peso de abate inferior dos animais (34 a 36 kg) quando comparados ao adotado no presente estudo (42,6 kg). A semelhança entre o peso de abate dos animais contribuiu para semelhança entre PCQ, PCF, RCQ e RCF devido à estreita ligação entre as variáveis.

Souza (2012) avaliou glicerina bruta na dieta de cordeiros e relatou médias de rendimento de carcaça quente e rendimento de carcaça fria iguais a 0,48 e 0,47, respectivamente, semelhantes ao do presente estudo.

Tabela 2 - Valores médios e erro padrão da média das variáveis de rendimento de carcaça e proporção de músculo, gordura e osso de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
PA (kg)	41,48	44,24	42,97	41,73	1,213	0,381
PCQ (kg)	20,16	21,34	20,19	19,41	0,841	0,463
RCQ (0-1)	0,48	0,48	0,47	0,46	2,662	0,951
PCF (kg)	19,67	20,77	19,42	18,76	0,784	0,362
RCF (0-1)	0,47	0,46	0,46	0,44	2,542	0,918
PPR (g/kg)	0,023b	0,026ab	0,038 ^a	0,033ab	0,361	0,035
P _{GORD} (0-1)	0,23	0,21	0,23	0,22	1,982	0,274
P _{MUSC} (0-1)	0,56	0,57	0,53	0,56	0,980	0,159
P _{OSSO} (0-1)	0,21	0,22	0,24	0,22	0,981	0,341

Médias seguidas por letras minúsculas distintas na mesma linha diferem entre si pelo teste Tukey ($P < 0,05$). PA: Peso ao Abate; PCF: Peso Carcaça Fria; RCF: Rendimento de Carcaça Fria; PCQ: Peso de Carcaça Quente; RCQ: Rendimento de Carcaça Quente; PPR: Perda de peso ao Resfriamento, P_{MUSC}: proporção de músculo; P_{GORD}: proporção de gordura e P_{OSSO}: proporção de osso.

1234 Segundo Silva & Pires (2000) as proporções de músculo, gordura e osso podem
1235 ser influenciadas pelo sexo, idade, raça, peso e nutrição, entretanto, neste ensaio as
1236 dietas não influenciaram estas proporções de tecidos (Tabela 2), possivelmente devido à
1237 similaridade da composição nutricional (Tabela 1). A ação do glicerol, inibindo a
1238 atividade das enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glutamato desidrogenase,
1239 pode resultar em economia dos aminoácidos gliconeogênicos, favorecendo a deposição
1240 de proteína corporal, no entanto os níveis de glicerina utilizado no presente estudo não
1241 foram suficientes para ocasionar diferença nas proporções de tecidos entre os
1242 tratamentos (Strada, 2013).

1243 Em ordem de prioridade, os tecidos que se acumulam, de acordo com a
1244 maturidade fisiológica, são o ósseo, o muscular e o adiposo. Os resultados de pesquisas
1245 (Silva & Pires, 2000; Santos et al., 2001; Rosa et al., 2002) têm mostrado
1246 desenvolvimento precoce do tecido ósseo, tardio do tecido adiposo e intermediário do
1247 tecido muscular. No presente ensaio pode-se observar proporção de gordura igual a
1248 0,22, muito superior ao encontrado por Cunha et al. (2007) utilizando cordeiros da raça
1249 Santa Inês, com média de 0,07, o que pode estar relacionado ao abate com peso superior
1250 (42,6 kg vs 32,2 kg) denotando maior maturidade fisiológica, e também a maior aptidão
1251 genética dos animais (Texel x Dorper x Suffolk vs Santa Inês), para a produção de
1252 carne.

1253 A variável perda de peso ao resfriamento apresentou diferença significativa entre
1254 os tratamentos com maior perda de peso ao resfriamento observada no tratamento com
1255 240 g de glicerina/kg de MS da dieta, o que pode estar relacionado à espessura de
1256 gordura subcutânea (Tabela 4), pois embora estatisticamente não houvesse diferença, os
1257 animais deste tratamento apresentaram menor espessura de gordura, o que pode ter
1258 ocasionado maior perda de peso ao resfriamento, já que esta diferença de gordura

1259 encontrada entre os tratamentos é relevante, por se tratar de carne ovina. Segundo
 1260 Andrade et al. (2009) a espessura de gordura subcutânea tem como objetivo prevenir a
 1261 redução na perda de peso e encurtamento das fibras musculares durante o processo de
 1262 resfriamento das carcaças.

1263 As medidas internas de carcaça não diferiram entre os tratamentos (Tabela 3), o
 1264 que pode estar relacionado à homogeneidade dos animais e ao peso de abate semelhante
 1265 dos animais experimentais.

1266 O valor médio de comprimento interno da carcaça (63,25 cm) está próximo aos
 1267 60,9 cm observados por Bueno et al. (2000) para cordeiros Suffolk abatidos com 40 kg
 1268 após confinamento. Esta semelhança pode estar relacionada aos valores próximos dos
 1269 pesos de abate dos animais nos dois estudos, no entanto são superiores aos 57,12 e
 1270 47,83 cm observados por Siqueira e Fernandes (2000) e Moreno et al. (2010) em
 1271 cordeiros da raça Ille de France e cruzados Ille de France x Corriedale, respectivamente.
 1272 Tabela 3 - Valores médios e erro padrão da média das medidas internas de carcaça de
 1273 borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de
 1274 glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
CInt (cm)	66,00	61,75	61,50	63,75	3,306	0,775
CExt (cm)	31,83	30,00	30,83	30,50	0,739	0,247
PGar (cm)	78,00	73,75	75,00	73,00	2,237	0,523
PTór (cm)	37,00	36,00	35,16	33,50	0,947	0,227
ICCar (kg/cm)	0,34	0,31	0,31	0,34	0,017	0,507

1275 CInt: comprimento interno, CExt: comprimento externo, PGar: perímetro da garupa, PTór: profundidade
 1276 de tórax e ICCar: índice de compactidade corporal da carcaça.
 1277

1278 Karvatte Junior et al. (2012) ao avaliar níveis de 0, 80, 160, 240 e 320 g de
 1279 glicerina bruta/kg de MS da dieta concluíram que dieta com até 320 g de glicerina

1280 bruta/kg de MS da dieta de ovinos Santa Inês não apresentaram diferenças nas medidas
1281 da carcaça que comprometessem a qualidade da carne.

1282 A espessura de gordura subcutânea não diferiu significativamente entre os
1283 tratamentos (Tabela 4). A média das espessuras é de 1,22 mm no presente estudo, dado
1284 que se assemelha a 1,24 mm encontrado por Gomes et. al. (2011) em ovinos confinados
1285 consumindo dietas com inclusão de glicerina. Os valores de espessura de gordura
1286 subcutânea estão dentro dos valores recomendados por Andrade et al. (2009), de 1 a 3
1287 mm. prevenindo a redução na perda de peso e encurtamento das fibras musculares
1288 durante o processo de resfriamento das carcaças.

1289 A maciez é uma característica determinante da qualidade da carne e
1290 provavelmente uma das mais importantes características organolépticas observadas pelo
1291 consumidor. Há uma aparente mudança na comunidade científica e na indústria de
1292 carne, onde se tem buscado encontrar produtos padronizados e com garantia de maciez,
1293 uma vez que estas características correspondem exatamente ao que os consumidores
1294 desejam no produto carne (Koohmaraie et al., 1995).

1295 A força de cisalhamento (Tabela 4) tem sido usada como forma de avaliação da
1296 maciez da carne, a qual não variou entre os tratamentos. Dessa maneira, as carnes dos
1297 animais neste ensaio se apresentam muito macias ($2,22 \text{ kgf/cm}^2$) quando comparadas
1298 aos $5,15 \text{ kgf/cm}^2$ obtido por Gomes et al. (2011) avaliando níveis de 0, 150 e 300 g de
1299 glicerina semi-purificada/kg de MS da dieta de cordeiros confinados da raça Santa Inês,
1300 e aos $4,44 \text{ kgf/cm}^2$, obtido por Lage et al. (2009) utilizando cordeiros, não castrados, da
1301 raça Santa Inês, com níveis de 0, 30, 60, 90 e 120 g de glicerina bruta/kg de MS da
1302 dieta.

1303 Tabela 4. Valores médios e erro padrão da média das características qualitativas da
 1304 carne de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão
 1305 de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
FC (kgf/cm ²)	2,01	2,08	1,93	2,88	0,382	0,306
AOL (cm ²)	14,23	17,14	13,07	12,90	1,852	0,370
EGS (mm)	1,40	1,33	0,95	1,22	0,359	0,795
PPC (g/kg)	0,36	0,35	0,35	0,36	0,676	0,841

1306 FC: Força de Cisalhamento; EGS: Espessura de Gordura Subcutânea; PPC: Perda de Peso por Cocção

1307

1308 Já a perda de peso por cocção (Tabela 4) não foi diferente entre os tratamentos,
 1309 com média de 0,35 g/kg, concordando com a média obtida por Gomes et al. (2011) de
 1310 0,40 g/kg de perdas e distantes dos encontrados por Neres et al. (2001) com ovinos em
 1311 pastagem natural, que apresentaram perda por cocção da carne de 0,17 g/kg. A
 1312 tendência de maior perda de peso por cocção está relacionada com a menor quantidade
 1313 de gordura intramuscular na carne, característico do confinamento.

1314 A mensuração da área de olho de lombo (AOL) é uma maneira confiável para
 1315 predizer o crescimento muscular, possuindo alta correlação com o peso de abate dos
 1316 animais (Sainz, 1996). No presente trabalho, não foi verificada influência dos níveis de
 1317 glicerina semi-purificada utilizada sobre AOL dos animais, este fato pode ser explicado
 1318 à semelhança no peso final dos animais (Tabela 4). Resultados semelhantes foram
 1319 verificados por Gomes (2009) e Barros (2012) que trabalharam com níveis crescentes de
 1320 glicerina, com média de 15,48 cm² e 14,94 cm² de AOL, respectivamente.

1321 No rúmen, o glicerol pode seguir duas rotas metabólicas: absorção direta pelo
 1322 epitélio da parede ruminal (Rémond et al., 1993) ou transformação em ácidos graxos
 1323 voláteis (AGV) pelas bactérias ruminais, principalmente em ácido propiônico. Após

1324 chegar ao fígado, através da corrente sanguínea, tanto o glicerol como o propionato são
 1325 transformados em glicose por gliconeogênese. Por isso, maior aporte de glicose
 1326 decorrente do consumo de glicerol poderia resultar em melhoria do aporte energético
 1327 dos animais que pode economizar no uso dos aminoácidos gliconeogênicos, podendo
 1328 proporcionar aumento de proteína e gordura na carcaça, dependendo da maturidade
 1329 fisiológica (Czerkawski & Breckenridge, 1972). Considerando as características AOL,
 1330 EGS e proporções de músculo e gordura (Tabela 2) fica evidente que o glicerol e o
 1331 amido, fontes energéticas das diferentes dietas experimentais tiveram ação semelhante
 1332 no metabolismo dos animais, devido à semelhança entre as variáveis.

1333 O uso de glicerina semi-purificada não influenciou o rendimento dos cortes
 1334 comerciais (Tabela 5), que foi semelhante ao apresentado por Lage et al. (2009)
 1335 avaliando diferentes níveis de inclusão de glicerina bruta (362 g/kg de glicerol): 0, 30,
 1336 60, 90 e 120 g de glicerina/kg de MS na dieta de cordeiros não castrados da raça Santa
 1337 Inês em substituição ao milho, com valores médios de rendimento iguais a pescoço
 1338 (0,10), paleta (0,19) e pernil (0,30).

1339 Tabela 5 - Valores médios e erro padrão da média do rendimento dos cortes comerciais
 1340 de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de
 1341 glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
Pernil (0-1)	0,31	0,32	0,31	0,30	1,025	0,612
Costela (0-1)	0,11	0,12	0,12	0,11	0,660	0,603
Paleta (0-1)	0,19	0,19	0,19	0,19	0,698	0,916
Carré (0-1)	0,14	0,13	0,13	0,13	0,649	0,744
Lombo (0-1)	0,09	0,09	0,09	0,10	0,504	0,498
Pescoço (0-1)	0,11	0,09	0,10	0,11	0,889	0,662
Vazio (0-1)	0,06	0,07	0,06	0,06	0,757	0,876

1342

O rendimento de cortes comerciais de uma carcaça indica a distribuição dos tecidos que a compõem em diferentes regiões anatômicas. Assim, a glicerina semi-purificada, incluída até o nível de 360 g de glicerina/kg de MS da dieta dos borregos em terminação não promoveu distribuição desigual dos tecidos componentes da carcaça em diferentes regiões, visto que o rendimento de cortes foi semelhante entre os tratamentos (Tabela 5).

As variáveis analisadas no painel sensorial (Tabela 6) não foram influenciadas pelos diferentes níveis de glicerina, concluindo que a inclusão da glicerina semi-purificada não influenciou nestas variáveis.

Segundo Moro et al. (2012) o uso da glicerina bruta (0, 100, 200 e 300 g de glicerina/kg MS do suplemento) não prejudicou as principais características sensoriais (cor, maciez e suculência), podendo então ser utilizada na alimentação dos cordeiros lactentes em comedouro privativo sem que a carne dos mesmos seja desqualificada pelos consumidores, corroborando com este estudo.

Tabela 6- Valores médios e erro padrão da média das variáveis do painel sensorial das carnes de borregos confinados, em função dos níveis crescentes de inclusão de glicerina semi-purificada

Variáveis	Glicerina na ração total (g/kg MS)				EPM	P
	0	120	240	360		
Sabor desagradável	2,49	2,42	2,70	2,36	0,094	0,129
Odor desagradável	2,56	2,48	2,60	2,23	0,164	0,419
Suculência	1,50	1,64	1,80	1,52	0,162	0,557
Maciez	1,69	1,50	1,58	1,52	0,108	0,602

CONCLUSÕES

A glicerina semi-purificada (900 g glicerol/kg) pode ser incluída até 360 g de glicerina/kg MS da dieta, sem alterar as características de carcaça e qualidade de carne dos borregos confinados.

REFERÊNCIAS

- AMERICAN MEAT SCIENCE ASSOCIATION - AMSA. **Research guidelines for cookery, sensory evaluation, and instrumental tenderness measurements of freshmeat**. 1.ed. Chicago, 1995. p.47.
- ANP – AGÊNCIA NACIONAL DE PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUTÍVEIS. **Biodiesel – Introdução**, 2012 Disponível em: < www.anp.gov.br> Acesso em 14 fev. 2014.
- ANDRADE, M.B.; MACEDO, F.A.F.; JOBIM, C.C. et al. Características da carcaça e da carne de cordeiros terminados com dietas contendo diferentes proporções de silagem de grão de milho. **Acta Scientiarum: Animal Sciences**, v.31, p.183-189, 2009.
- BARROS, M.C.C. **Glicerina bruta na dieta de ovinos confinados**. 2012. 81f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.
- BRASIL. Instrução normativa SDA nº 3, de 17 de janeiro de 2000, aprova os Regulamentos Técnicos de métodos de insensibilização para o abate humanitário de animais de açougue.
- BUENO, M.S., CUNHA, E.A., SANTOS, L.E. et al. Característica de carcaça de cordeiros suffolk abatidos em diferentes idades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, p.1803-1810, 2000.
- CUNHA, M.G.G.; CARVALHO, F.F.R.; NETO, S.G. et al. Características quantitativas de carcaça de ovinos Santa Inês confinados alimentados com rações contendo diferentes níveis de caroço de algodão integral. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.1112-1120, 2007.
- CZERKAWSKI, J.W.; BRECKENRIDGE, G. Fermentation of various glycolytic intermediates and other compounds by rumen micro-organisms, with particular reference to methane production. **Britânica Journal of Nutrition**, v. 27, p. 131-146, 1972.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v.281, p.225-231, 2005.
- DOZIER, W.A.; KERR, B.J.; CORZO, A. et al. Apparent metabolizable energy of glycerin for broiler chickens. **Poultry Science**, v. 87, p. 317-322, 2008.
- GOMES, M.A.B. **Parâmetros produtivos e reprodutivos de ovinos suplementados com glicerina da produção de biodiesel**. 2009. 60 f. Tese (Mestrado em Zootecnia); Universidade Estadual de Maringá, Maringá.
- GOMES, M.A.B; MORAES, G.V.; MATAVELI, M. et al. Performance and carcass characteristic of lamb fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, p.2211-2219, 2011.
- GORDON, H.M.C.L.; WHITLOCK, H.V. A new technique for counting nematode eggs in sheep faeces. **Journal of the Council for Scientific and Industrial Research**, v.12, p.50-52, 1939.
- KARVATTE JUNIOR, N.; COSTA, P.B.; VILELA, C.G. et al. Avaliação de medidas de carcaça de cordeiros alimentados com níveis de inclusão de glicerina bruta na dieta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECHNIA, XXII, Cuiabá. **Anais...** [2012] (CD-ROM).
- KOOHMARAIE, M.; SHACKELFORD, S.D.; WHEELER, T. L. et al. A muscle hypertrophy condition in lamb (callipyge): characterization of effects on muscle growth and meat quality traits. **Journal of Animal Science**, v.73, p.3596–3607, 1995.

- 1435 LANDIM, A.V.; PASCOA, L.; McMANUS, C. et al. Utilização da ultrassonografia em
1436 cordeiros provenientes das raças Santa Inês, Bergamácia, Texel e seus cruzamentos.
1437 In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44.,
1438 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: Sociedade Brasileira de Zootecnia, [2007].
1439 (CD-ROM).
- 1440 LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.R.; PEREIRA, L.G.R. et al. Glicerina bruta na alimentação
1441 de cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre o peso e rendimento de cortes
1442 comerciais da carcaça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ZOOTECNIA, 19.,
1443 2009, **Anais...** Águas de Lindóia: Congresso Brasileiro de Zootenia, [2009]. (CD-
1444 ROM).
- 1445 MORENO, G.M.B.; SILVA SOBRINHO, A.G.; LEÃO, A.G. et al. Características
1446 morfológicas “*in vivo*” e da carcaça de cordeiros terminados em confinamento e
1447 suas correlações. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.11, p. 888-
1448 902, 2010.
- 1449 MORO, A. B.; PELLEGRIN, A.C.R.S.; PIRES, C.C. et al. 2012. XXII CONGRESSO
1450 BRASILEIRO DE ZOOTECNIA Análise sensorial da carne de cordeiros lactentes
1451 terminados a pasto e suplementados com níveis de glicerina bruta¹
- 1452 NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of small ruminants:**
1453 **sheep, goats, cervids and new world camelids.** 1.ed. Washington: The National
1454 Academies Press, 2007, 384p.
- 1455 NERES, M.A.; MONTEIRO, A.L.G.; GARCIA, C.A. et al. Forma física da ração e
1456 pesos de abate nas características de carcaça de cordeiros em *creep feeding*.
1457 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.948-954, 2001.
- 1458 OSÓRIO, J.C.S.; OSÓRIO, M.T.M.; JARDIM, P.O.C. et al. **Métodos para avaliação**
1459 **da produção de carne ovina “*in vivo*”, na carcaça e na carne.** 1.ed. Pelotas:
1460 Editora e gráfica Universitária da UFPEL, 1998. 107p.
- 1461 RÉMOND, B.; SOUDAYA, E.; JOUANYB. In vitro and in vivo fermentation of
1462 glycerol by rumen microbes. **Anim. Feed Sci. Technol**, v. 41, p.121-132, 1993.
- 1463 ROSA, G.T.; PIRES, C.C.; SILVA, J.H.S. et al. Crescimento de osso, músculo e
1464 gordura dos cortes da carcaça de cordeiros e cordeiras em diferentes métodos de
1465 alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, p.2283-2289, 2002.
- 1466 SAINZ, R.D. Qualidade de carcaças e de carnes de ovinos e caprinos. In: REUNIÃO
1467 ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33.. 1996, Fortaleza.
1468 **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.3-14.
- 1469 SANTANA, A.F.de.; COSTA, G.B.; FONSECA, L.S. Correlação entre peso e medidas
1470 corporais em ovinos Jovens da Raça Santa Inês. **Revista Brasileira de Saúde e**
1471 **Produção Animal**, v.1, p.74-77, 2001.
- 1472 SANTOS, C.L.; PÉREZ, J.R.O.; MINIZ, J.A. et al. Desenvolvimento relativo dos
1473 tecidos ósseo, muscular, e adiposo dos cortes da carcaça de cordeiros Santa Inês.
1474 **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, p.487-492, 2001.
- 1475 SILVA, L.F.; PIRES, C.C. Avaliações quantitativas e predição das proporções de osso
1476 músculo e gordura da carcaça de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29,
1477 p.1253-1260, 2000.
- 1478 SIQUEIRA, E.R.; FERNANDES, S. Efeito do genótipo sobre as medidas objetivas e
1479 subjetivas da carcaça de cordeiros terminados em confinamento. **Revista Brasileira**
1480 **de Zootecnia**, v 29, p.306-311, 2000.
- 1481 SOUZA, L.L. **Glicerina bruta em dietas para cordeiros Santa Inês e ½ Dorper x**
1482 **Sant Inês.** 2012. 65f. Dissertação (Mestre em Zootecnia) - Universidade Estadual
1483 do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.

- 1484 STRADA, E.S.O. **Glicerina de baixa pureza em suplementos para bovinos não**
1485 **castrados terminados em pastagens**. 2013. 132p. Tese (Doutorado em Zootecnia)
1486 - Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga.