GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS NÃO CASTRADOS TERMINADOS EM PASTAGENS

EVANI SOUZA DE OLIVEIRA STRADA

2013

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA

GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS NÃO CASTRADOS TERMINADOS EM PASTAGENS

Autora: Evani Souza de Oliveira Strada
Orientador: Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA
BAHIA-BRASIL
Julho de 2013

EVANI SOUZA DE OLIVEIRA STRADA

GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM SUPLEMENTOS PARA BOVINOS NÃO CASTRADOS TERMINADOS EM PASTAGENS

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTORA EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Orientador: Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva
Co-orientadores: Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho e
Profª Drª . Larissa Pires Barbosa

ITAPETINGA
BAHIA-BRASIL
Julho de 2013

636.085 Strada, Evani Souza de Oliveira.
S889g Glicerina de baixa pureza em suplementos para bovinos não castrados terminados em pastagens. / Evani Souza de Oliveira Strada. – Itapetinga-BA: UESB, 2013.

132f.

Tese do Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - C*ampus* de Itapetinga. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva e coorientação do Prof. D.Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho e Profa. D.Sc. Larissa Pires Barbosa.

1. Bovinos não castrados - Glicerina de baixa pureza - Suplementação alimentar. 2. Bovinos não castrados - Suplementação alimentar - Pastagem. 3. Ruminantes – Dieta – Glicerina. 4. Ruminantes - Glicerol – Metabolismo. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, C*ampus* de Itapetinga. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. IV. Barbosa, Larissa Pires. V. Título.

CDD(21): 636.085

Catalogação na Fonte:
Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Bovinos não castrados - Glicerina de baixa pureza - Suplementação alimentar
2. Bovinos não castrados - Suplementação alimentar - Pastagem
3. Ruminantes – Dieta – Glicerina
4. Ruminantes - Glicerol – Metabolismo

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-*BA*

D E C L A R A Ç Ã O D E A P R O V A Ç Ã O

Título: "Glicerina de baixa pureza em suplementos para bovinos não castrados terminados em pastagens".

Autor (a): Evani Souza de Oliveira Strada
Orientador (a): Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva
Co-orientador (a): Profª. Drª. Larissa Pires Barbosa
Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:

Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva – UESB
Orientador

Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva – UESB

Profª. Drª. Larissa Pires Barbosa – UFRB

Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado – UEM

Prof. Dr Laudi Cunha Leite – UFRB

Data de realização: 31 de julho de 2013.

“Enquanto se espera viver, a vida passa”.

Sêneca

Ao meu irmão espiritual, amigo e orientador, professor Jair de Araújo Marques (*in memoriam),* pelo carinho e paciência, pelos ensinamentos de vida, por entender as minhas limitações e pelo incentivo diário;

A meu esposo Odacir Tonelli Strada, pelo amor, companheirismo, cumplicidade e paciência, pelo incentivo principalmente nos momentos mais difíceis;

Aos meus lindos e amados filhos, Ronaldo e Luís Fernando, por tornarem minha trajetória menos árdua e meus dias mais felizes.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, Jesus Cristo e aos Bons Espíritos, em especial, meu Anjo Guardião, pelo amor e pelas orientações;

Ao professor Jair de Araújo Marques (*in memoriam*), pela idealização deste projeto, aquisição de financiamento via FAPESB e pela execução do projeto juntamente com o grupo de estudo GIPA, do qual era coordenador. Pelas orientações e dedicação ao trabalho. Amigo de todas as horas, sempre disponível para ajudar. Obrigada por fazer parte da minha família, pela amizade, carinho e respeito. Amigos para sempre é o que seremos. Minha eterna gratidão e respeito;

Ao meu esposo Odacir, pelo exemplo diário de superação, pelo amor e dedicação à família por, em muitas vezes, ser pai e mãe. Pela paciência e incentivo. Obrigada por me tornar uma mulher feliz;

Aos meus filhos e grandes amigos, Ronaldo (Rone) e Luis Fernando (Nando), por trazerem a alegria da juventude para minha vida, pelo carinho, respeito e pela forma responsável que lidam com a vida. Obrigada por confiarem em mim e pela oportunidade de ser o que eu mais gosto de ser, Mãe;

Aos meus pais, Evanjo e Acidália (Daci), pela chance da reencarnação, pela minha formação moral e acadêmica. Exemplos de coragem, superação e sabedoria;

Ao professor Robério Rodrigues Silva, minha eterna gratidão pelas orientações, confiança, paciência e amizade;

À professora Larisa Pires Barbosa, minha co-orientadora, pela orientação, paciência, carinho e respeito. E, principalmente, pela amizade e compreensão; ao seu esposo Mário, pelo carinho, amizade e pelos momentos festivos;

Ao meu co-orientador, professor Gleidson Giordano Pinto de Carvalho, pela gentileza em ajudar-me nas correções da tese, pelo incentivo, respeito e confiança;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, pela oportunidade de concretizar o meu objetivo e por disponibilizar laboratórios para a realização de algumas análises;

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, por possibilitar a realização do trabalho de campo e das análises laboratoriais, assim como, por permitir meu afastamento das atividades por um ano para conclusão deste trabalho;

À FAPESB, pelo financiamento da pesquisa;

Aos meus queridos irmãos, Agenildo, Antônio Igor, Adriana, Beatriz e Silvana, pela amizade, torcida e orações. Obrigada pela convivência agradável e respeitosa. Ao meu irmão Evanildo, *in memoriam*, pela oportunidade de convivência durante 36 anos. Obrigada pela sua alegria e otimismo;

Aos meus cunhados, James, Jurandir e Lurdinha, e aos meus sobrinhos, Yuri, Caio, Vitor, Iago, Ianne, Isadora, Henrique, Ítalo e Hercules, pelos momentos de lazer, pelas brincadeiras que foram tão necessárias para o reestabelecimento das minhas energias;

Às amigas, Rosa (in memoriam), Thau (in memoriam), pelo carinho e momentos tão felizes que vivemos juntas. E a Bibi, pela confiança e amizade;

À minha prima e grande amiga Manuela, por tantas vezes, mesmo sendo bióloga, ter se comportado como minha psicóloga, ouvindo-me pacientemente e aconselhando-me de forma carinhosa. Obrigada amiga! E a Sérgio, seu companheiro, pelo carinho e palavras edificantes;

Aos professores Ana Elisa, Alexandre, Daniel, Danielle, Flávia, Lidiane, Odair e Paula, pelas palavras de incentivo, carinho, amizade e pela paciência;

Ao casal mais simpático da UFRB, os professores Laudi Leite e Meiby Leite, pelas orientações, amizade, carinho e disposição para ajudar;

À Fabiana Lana, companheira de todas as horas. Obrigada pelo convívio e pela grande ajuda, principalmente na fase de conclusão do trabalho;

Aos professores Ana Cristina Firmino, Ana Paula, Gabriel Jorge, Léa, Rosineide, Soraya Jaeger, Vanderli, Veridiana, pelo carinho, incentivo e amizade;

Ao professor Fabiano Ferreira Silva, pela gentileza e orientações;

Aos professores da área de conhecimento 7 (produção e saúde animal) da UFRB, em especial, aos professores Laudi, Ana Elisa, Carlos, Larissa e Flávia, pela ajuda nas atividades docente, possibilitando meu afastamento para a conclusão do curso;

Aos meus companheiros de doutorado, em especial, Geógenes, Emanuella, Livia e Rosemira, pela amizade verdadeira e o ótimo convívio, fazendo com que minhas idas e vindas a Itapetinga fossem agradáveis;

A todos os membros do GIPA e do NERA, sem vocês, este trabalho não teria acontecido, pois foi nas horas mais duras e nas atividades mais pesadas que vocês estiveram ao meu lado. Minha eterna gratidão;

A Carlos Eiras, Daiane Lago e Olga, pelo apoio imprescindível na análise das características da carne, pela amizade e carinho;

À Fernanda, Luana, Paula, Leia, Emmanuel, Cinara e Kaliane, pela ajuda nas análises laboratoriais, estatísticas e avaliação econômica e, acima de tudo, pelo carinho, confiança e respeito;

Aos meus amigos do Centro Espírita Verdade e Vida, pela amizade, carinho e boas vibrações;

A todos os professores e funcionários da UFRB e da UESB que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

BIOGRAFIA

EVANI SOUZA DE OLIVEIRA STRADA, filha de Evanjo Salvador Borges de Oliveira e Acidália Melo de Souza, nasceu em São José do Itaporã, Distrito de Muritiba, Bahia, em 20 de fevereiro de 1971.

Em março de 1998, concluiu o curso de Medicina Veterinária na Universidade Federal da Bahia.

Em março de 2002, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, em nível de Mestrado, área de concentração em Produção animal, na Universidade Federal da Bahia, realizando estudos na área de nutrição de frango de corte, defendendo a Dissertação em 30 de abril de 2004.

Em agosto de 2007, ingressou, como professora assistente da disciplina Fisiologia dos Animais Domésticos, na Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, onde ministra aulas para os cursos de Agronomia, Medicina Veterinária e Zootecnia.

Em março de 2009, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Doutorado, área de concentração em Produção de Ruminantes, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, realizando estudos na área de nutrição de bovinos de corte, defendendo a Tese em 31 de julho de 2013.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE FIGURAS..... x

LISTA DE TABELAS..... xi

RESUMO..... xiv

ABSTRAT..... xvi

I - REFERENCIAL TEÓRICO..... 01

1.1. Introdução..... 01

1.2. Caracterização e fonte do glicerol..... 02

1.3. Produção da glicerina 03

1.4. Metabolismo do glicerol..... 03

1.5. Uso do glicerol na alimentação de ruminantes..... 05

1.6. Referências..... 08

II - OBJETIVOS GERAIS..... 13

III - CAPÍTULO I - ANÁLISE BIOECONÔMICA DO USO DE GLICERINA DE BAIXA PUREZA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS TERMINADOS EM PASTAGEM DE CAPIM *BRAQUIÁRIA*..... 14

Resumo..... 14

Abstract 15

Introdução..... 16

Material e Métodos..... 17

Resultados e Discussão..... 22

Conclusões..... 35

Referências..... 36

IV - CAPÍTULO II - COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO MÚSCULO DO *LONGISSIMUS DORSI* DE BOVINOS SUPLEMENTADOS A PASTO COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA..... 43

Resumo 43

Abstract..... 44

Introdução..... 45

Material e Métodos..... 46

Resultados e Discussão..... 51

Conclusões..... 58

Referências..... 59

V - CAPÍTULO III - CORRELAÇÃO ENTRE O CONSUMO E A DEPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS SUPLEMENTADOS COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM PASTAGEM DE *BRACHIARIA DECUMBENS*..... 67

Resumo 67

Abstract..... 68

Introdução..... 69

Material e Métodos 70

Resultados e Discussão 77

Conclusões 84

Referências 85

VI - CAPÍTULO IV - PERFIL METABÓLICO E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE TOUROS SUPLEMENTADOS COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM PASTAGEM DE *BRACHIARIA DECUMBENS*..... 90

Resumo..... 90

Abstract..... 91

Introdução..... 92

Material e Métodos..... 93

Resultados e Discussão..... 98

Conclusão..... 106

Referências..... 107

VII – CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 112

LISTA DE FIGURAS

Página

CAPÍTULO I. ANÁLISE BIOECONÔMICA DO USO DE GLICERINA DE BAIXA PUREZA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS TERMINADOS EM PASTAGEM DE CAPIM *BRAQUIÁRIA*

FIGURA 1. Disponibilidade de MS (kg/ha) em cada piquete por período de observação.....23

FIGURA 2. Composição botânica em valores percentuais para cada período de coleta.....24

FIGURA 3. Taxa de lotação nos períodos experimentais.....24

LISTA DE TABELAS

Página

CAPÍTULO I. ANÁLISE BIOECONÔMICA DO USO DE GLICERINA DE BAIXA PUREZA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS TERMINADOS EM PASTAGEM DE CAPIM *BRAQUIÁRIA*

TABELA 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados.....20

TABELA 2. Ingestão média diária de nutrientes por bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....26

TABELA 3. Coeficiente de digestibilidade aparente de nutrientes por bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....27

TABELA 4. Desempenho e características de carcaça de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....30

TABELA 5. Análise econômica das dietas experimentais em relação ao ganho em arrobas de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens* 33

TABELA 6. Análise de sensibilidade da variação do preço da glicerina de baixa pureza (% do preço do milho) sobre o custo do ganho de carcaça (R$ kg^{-1} de ganho em arroba) de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....34

CAPÍTULO II. COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO MÚSCULO DO *LONGISSIMUS DORSI* DE BOVINOS SUPLEMENTADOS A PASTO COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA

TABELA 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados.....48
TABELA 2. Perfil de ácidos graxos dos suplementos, *Brachiaria decumbens* e da glicerina de baixa pureza.....50
TABELA 3. Composição química do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....51
TABELA 4. Composição em ácidos graxos saturados do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....52
TABELA 5. Composição em ácidos graxos insaturados do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....54
TABELA 6. Concentração total de ácidos graxos saturados e insaturados, ω - 3 e ω - 6 do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....57

CAPÍTULO III. CORRELAÇÃO ENTRE O CONSUMO E A DEPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS SUPLEMENTADOS COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM PASTAGEM DE *BRACHIARIA DECUMBENS*

TABELA 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados.....71
TABELA 2. Perfil de ácidos graxos das dietas experimentais, *Brachiaria decumbens* e da glicerina de baixa pureza.....74
TABELA 3. Consumo de ácidos graxos (g/dia) de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem *Brachiaria decumbens*.....75
TABELA 4. Perfil de ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....76

TABELA 5. Correlação entre ácidos graxos saturados da dieta com os ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....78

TABELA 6. Correlação entre ácidos graxos poli-insaturados da dieta com os ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....82

TABELA 7. Correlação entre os somatórios dos ácidos graxos insaturados da dieta com os ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....83

CAPÍTULO IV PERFIL METABÓLICO E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE TOUROS SUPLEMENTADOS COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM PASTAGEM DE *BRACHIARIA DECUMBENS*

TABELA 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados.....94

TABELA 2. Perfil metabólico e concentração plasmática de testosterona de touros suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....99

TABELA 3. Aspectos físicos e morfológicos do sêmen fresco de touros suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....102

TABELA 4. Biometria e morfometria testicular de touros suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....104

TABELA 5. Proporção volumétrica (%) dos componentes do parênquima testicular de touros suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*.....105

RESUMO

STRADA, Evani Souza de Oliveira. **Glicerina de baixa pureza em suplementos para bovinos não castrados terminados em pastagens**. Itapetinga, BA: UESB, 2013. 132 p. Tese de Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes.*

Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão da glicerina de baixa pureza no suplemento de bovinos sobre o consumo, digestibilidade dos componentes da dieta, desempenho produtivo, características de carcaça, aspecto econômico, composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi*, correlação entre a composição de ácidos graxos da dieta e da carne, perfil metabólico e aspectos reprodutivos. Utilizou-se 35 bovinos machos, não castrados, com predominância da raça Nelore, em terminação a pasto com capim *Brachiaria decumbens*, com peso corporal médio inicial (PCI) de 428,0 ± 32,11kg, distribuídos em Delineamento Inteiramente Casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições, durante 74 dias. Os tratamentos consistiram na inclusão de 0, 3, 6, 9 e 12% de glicerina de baixa pureza na matéria seca total (MST). As ingestões diárias de MST, matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) não foram influenciadas (P>0,05) pelos teores de glicerina, mas a ingestão de extrato etéreo (EE) aumentou linearmente. O coeficiente de digestibilidade da MS (CDMS) não foi afetado pela inclusão de glicerina na dieta (P>0,05), entretanto, os coeficientes de digestibilidade da MO (CDMO) e dos demais componentes da dieta: FDN (CDFDN), PB (CDPB), EE (CDEE) e CNF (CDCNF), apresentaram efeito linear decrescente(P<0,05). As dietas experimentais promoveram efeito linear (P<0,05) crescente no ganho de peso médio diário (GMD) e decrescente na conversão alimentar (CA), mas não influenciaram (P>0,05) no peso corporal médio final (PCF). Não foram observados efeitos (P>0,05) da inclusão da glicerina sobre as características de carcaça. A inclusão da glicerina no suplemento aumentou os benefícios econômicos. Não foram observadas diferenças (P>0,05) para os teores de umidade (73,63%), PB (22,81%), lipídios totais (1,17%) e matéria mineral (1,07%) no músculo *Longissimus dorsi* e o perfil de ácidos graxos apresentou pouca variação em função da inclusão da glicerina. Houve interações entre os ácidos graxos consumidos com aqueles depositados no músculo dos animais. As concentrações dos ácidos heneicosanoico (21:0), *trans* vacênico (18:1 ω-11t), os da série ω - 3, ω - 6 e ω - 9 e os percentuais da razão entre ω - 6 e ω – 3, e entre somatório dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e os ácidos graxos saturados (AGS) aumentaram no músculo com a ingestão das dietas, contudo, o percentual do somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) diminuiu. A inclusão de 12% de glicerina na dieta de touros em terminação apresenta efeito hipoglicêmico e hipercolesterolêmico. A inclusão de mais de 5,38% de glicerina na dieta reduziu a motilidade e o vigor espermático, promovendo diminuição da qualidade seminal. O nível de 12% de inclusão de glicerina de baixa pureza no suplemento de

bovinos não castrados não compromete o desempenho produtivo, entretanto, afeta a performance reprodutiva dos animais.

Palavras-chave: biodiesel, glicerol, suplementação, ruminante.

ABSTRAT

STRADA, Evani Souza de Oliveira. **Glycerin low purity in supplements for cattle uncastrated finished on pasture**. Itapetinga, BA: UESB, 2013. 132 p. Doctoral Thesis in Animal Science, Focusing Area of Ruminant's Production. *

This work aimed to evaluate the effects of including levels of crude glycerin in the bovine diet over feed intake, diet components digestibility, production performance, carcass characteristics, economics, chemical composition and fatty acid profile of Longissimus dorsi muscle , correlation between the diet fatty acid composition and meat, metabolic profile and reproductive behavior.35 male non-castrated bulls, predominantly Nelore, finishing the pasture with Brachiaria decumbens, with initial average body weight (PCI) of 428,0 ± 32.11 kg, distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replications over 88 days. The treatments consisted on the addition of 0, 3, 6, 9 and 12% crude glycerin in total dry matter (MST). The daily intakes of MST, organic matter (MO), neutral detergent fiber (FND), crude protein (PB), non-fiber carbohydrates (CNF), total digestible nutrients (NDT), digestible energy (ED) and metabolizable energy (EM) were not affected (P> 0.05) by levels of glycerin in cattle's diets, but the intake of ether extract (EE) increased linearly. The MS digestibility coefficient (CDMS) was not affected by the inclusion of GB in the diet (P> 0.05), however the MO digestibility coefficient (CDMO) and other dietary components: FDN (CDFDN), PB (CDCP), EE (CDEE), and CNF (CDCNF) have changed. The experimental diets promoted increasing linear effects (P <0.05) on average weight gain (GMD) and decreasing ones in feed conversion (CA), but did not affect (P> 0.05) PCI or final body weight average (PCF). No significant effects (P <0.05) over carcass characteristics were observed with the inclusion of GB. The inclusion of GB in the supplement increased economic benefits. There were no differences (P> 0.05) for moisture content (73.63%), PB (22.81%), total lipids (1.17%) and mineral material (1.07%) on Longissimusi dorsi muscle and fatty acid profile showed little variation due to the inclusion of crude glycerin in the diet. There were interactions between the fatty acid consumed with those deposited in the muscle of animals. The concentrations of heneicosanóico acid (21:0), trans vaccenic (18:1 ω-11t), from the series ω - 3, ω - 6 and ω - 9 and the ratio percentages between ω - 6 and ω - 3 and between the sum of polyunsaturated fatty acids (AGPI) and saturated fatty acids (AGS) increased in muscle with diet ingestion, however the percentage of the sum of monounsaturated fatty acids (AGMI) decreased. The inclusion of 12% crude glycerin in the diet of finishing bulls has hypoglycemic and hypercholesterolemic effect. The inclusion of more than 5.38% crude glycerin in the diet reduced motility and sperm vigor, promoting decreased semen quality.

Keywords: biodiesel, glycerol, supplementation, ruminant

I REFERENCIAL TEÓRICO

I.1 INTRODUÇÃO

De acordo com o Departamento de Agricultura dos Estados Unidos (USDA) (2012), o Brasil possui o segundo maior rebanho mundial de bovinos, com 201.717 milhões de animais, podendo alcançar 210 milhões até o final de 2013 e com um aumento da exportação de carne bovina de 8%. Grande parte desse efetivo é criada em sistema extensivo.

Mais de 80% do território brasileiro está localizado na região Tropical, conferindo ao Brasil condições edafoclimáticas que favorecem o desenvolvimento de forrageiras de alto potencial produtivo. Segundo Prado (2010), as elevadas temperaturas e alta luminosidade, principalmente no verão, são os principais fatores responsáveis por essa produtividade.

Entretanto, de acordo Silva et al. (2009), estas mesmas condições provocam uma flutuação quali-quantitativa das pastagens, o que resulta em ganhos de peso dos animais no período das águas e perda de peso no período seco. A lenta degradação dos componentes fibrosos potencialmente degradáveis das forragens é o principal responsável pelo comprometimento do desempenho produtivo e reprodutivo (Moraes et al., 2006).

Nessas circunstâncias, a suplementação visa complementar os nutrientes deficientes no pasto, pois busca suprir as exigências nutricionais da microbiota, fazendo com que o animal obtenha substratos essenciais limitantes, suficientes para mantença, e possa utilizar o excedente para produção, o que melhora seu desempenho, aumenta a taxa de lotação no pasto, eleva a produtividade do sistema (Reis et al., 2009) e encurta os ciclos reprodutivos, de crescimento e engorda (Paulino et al., 2004).

No entanto, os concentrados são formulados com o uso de alimentos tradicionais, como: milho e farelo de soja, que são mais eficientemente utilizados pelos humanos e não ruminantes (Marques et al., 2006). Assim, para ruminantes, há a necessidade de utilização de alimentos alternativos como restos culturais e co-produtos da indústria que auxiliam na redução do custo final do produto industrializado (Barros et al., 2006).

No Brasil, desde 2008, a adição de 2% de biodiesel no óleo diesel tornou-se obrigatória, e esse percentual deverá ser aumentado para 5% em 2013, em cumprimento

à Lei 11.097, de 13 de janeiro de 2005 (ANP, 2013). Essa situação exigirá a produção interna de mais de 2 bilhões de litros de biodiesel por ano (Duarte et al., 2006).

O processo de fabricação do biodiesel ocorre pela transesterificação, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal. O processo gera dois produtos: o biodiesel e glicerina bruta (Abdalla et al., 2008). A glicerina bruta, por apresentar alto valor energético, surge como fonte energética alternativa, podendo substituir os grãos, comumente utilizados na formulação de suplementos para a alimentação animal (Pellegrin et al., 2012).

Muitas pesquisas foram realizadas testando-se níveis de glicerina para animais em confinamento (Schröder & Südekum (1999); Pyatt et al. (2007); Donkin (2008); Parsons et al. (2009); Mach et al. (2009); Wang et al. (2009); Eiras et al. (2013)). Entretanto, estudos visando avaliar a utilização da glicerina bruta no suplemento de bovinos não castrados terminados em pastagens de *Brachiaria decumbens* são escassos.

Dessa forma, objetivou-se avaliar a inclusão de glicerina bruta na suplementação de bovinos não castrados em fase de terminação em pastagem de *Brachiaria decumbens* por meio do aspecto produtivo, reprodutivo e econômico.

I. 2 CARACTERIZAÇÃO E FONTE DO GLICEROL

O glicerol, também conhecido por 1,2,3 propanotriol ou glicerina, foi descoberto por Scheele, em 1779, durante o processo de saponificação de azeite de oliva (Arruda et al., 2007). É um poliálcool, cujo nome deriva da palavra grega *glykys* (doce) (Beatriz et al., 2011).

O glicerol é um líquido, incolor, inodoro, viscoso e de sabor doce, solúvel em água e álcool em todas as proporções, pouco solúvel em éter, acetato de etila e dioxano e insolúvel em hidrocarbonetos (Lopes et al., 1999). Sua temperatura de fusão é de 17,8ºC, e decomposto aos 290ºC (Pachauri & He, 2006).

Segundo Pond et al. (2005), o glicerol está presente nos organismos vegetais e animais, associado a três ácidos graxos de cadeia longa, sob a forma de triácilglicerol, sendo, dessa maneira, armazenado nos animais (gorduras) e vegetais (óleos e azeites).

O glicerol sérico pode ser originado pela hidrólise dos lipídios presentes nos tecidos e da VLDL (Palmquist & Mattos, 2006), e pela lipólise ruminal de produtos dietéticos que contem glicerol (Knothe, 2006). Segundo Kozloski (2011), os lipídios diéteticos podem ser agrupados em reserva (principalmente triglicerídios em sementes)

de lipídios das folhas (galactolipídios e fosfolipídios) e uma mistura de outras estruturas moleculares solúveis em éter (ceras, carotenóides, clorofila, etc). Além desses lipídios, a glicerina é também uma fonte dietética de glicerol para os ruminantes.

I. 3 PRODUÇÃO DA GLICERINA

O processo de fabricação do biodiesel ocorre através de transesterificação, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal. O processo gera dois produtos: ésteres (o nome químico do biodiesel) e glicerina (produto valorizado no mercado de sabões); além de coprodutos (torta, farelo etc.) (Abdalla et al., 2008).

A glicerina possui três graus de pureza (baixa, média e alta), nos quais as variações mais pronunciadas que ocorrem são as concentrações de água, glicerol, fósforo e metanol, sendo classificadas pelo teor de glicerol como glicerina de baixa pureza (50 a 70% de glicerol), glicerina de média pureza (80 a 90% de glicerol) e glicerina de alta pureza (acima de 99% de glicerol) (Schröder & Südekum, 1999). De acordo com Kerr et al.(2009) a glicerina bruta contém de 78 a 85% de glicerol, 8 a 15 % de água, 2 a 10 % de sal principalmente (NaCl e KCl), 0,5 % de ácidos graxos livres e aproximadamente 0,05% de metanol.

Tyson et al. (2004) sugeriram que o problema fundamental com glicerina de biodiesel é o conteúdo sal e impurezas, que são introduzidos usando fontes de óleo reciclados e sais usados na transesterificação. Doppenberg & Van Der Aar (2007) notaram que o uso de hidróxido de sódio como catalisador para hidrólise pode ser combinado com ácido clorídrico, aumentando o conteúdo de cloreto de sódio da glicerina para pouco mais de 6% e, assim, restringindo a quantia de glicerina que poderia ser incluída na dieta.

I. 4 METABOLISMO DO GLICEROL EM RUMINANTES

Os lipídeos esterificados, quando ingeridos pelo animal, são extensivamente hidrolizados por lipases, fosfolipases e galactolipases, associadas à membrana celular bacteriana, liberando, entre outros, glicerol, galactose e ácidos graxos de cadeia longa, saturados e insaturados (Mackle et al., 2003).

O glicerol e a galactose entram na célula bacteriana e são prontamente metabolizados a ácidos graxos voláteis. Entretanto, uma quantidade do glicerol é

transportada junto com a ingesta ao abomaso ou absorvida pelo rúmen e direcionado para o fígado (Loor & Herbein, 2003).

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

Segundo Donkin (2008), o glicerol é fermentado no rúmen a ácidos graxos de cadeia curta, de modo que 50 a 70% do glicerol desaparecem do rúmen em 4 horas, levando a um aumento na produção de propionato e butirato, além de diminuir a razão acetato:propionato, e que estes são utilizados como principais fontes de energia para mantença e produção animal (Trabue et al., 2007). Boyd et al. (2009) observaram aumento na proporção molar de propionato no líquido ruminal, diminuição na de acetato com a suplementação de 400 g de glicerina, comparativamente ao controle em vacas em lactação.

Do total de proprionato resultante da fermentação ruminal, 50% é metabolizado pelas células do epitálio ruminal e nas demais células do trato gastrointestinal (TGI), os 50% restantes são absorvidos pela veia porta e carreados para o fígado (Bergman, 1990).

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

A via gliconeogência inicia-se com o propionato, sendo metabolizado a succinil-SCoA, o qual entra no ciclo de Krebs originando succinato, depois fumarato e, finalmente, o malato. O malato sai da mitocôndria e no citoplasma é transformado em fosfoenolpiruvato e, em seguida, a glicose, a qual é liberada para a circulação periférica a partir da veia hepática (Kozloski, 2011).

O glicerol presente na corrente sanguínea pode ser removido por tecidos contendo a enzima glicerol-quinase, responsável pela fosforilação do glicerol a glicerol-3-fosfato e ADP (Leningher et al., 2006). Kristensen & Raun (2007) mediram a absorção da glicerina e o metabolismo do glicerol no fígado de vacas que receberam por cânula ruminal 925 g/dia de glicerina, com 85% de glicerol. Os autores recuperaram, na veia porta, 10% do glicerol administrado, que foi quase todo absorvido pelo fígado.

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

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

1.5 USO DO GLICEROL NA ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES

A glicerina pode ser adicionada às dietas de ruminantes, em substituição ao milho ou outra fonte de energia, com o objetivo de reduzir o custo de produção. No entanto, os níveis de utilização dependem de diversos fatores, entre eles: composição química do coproduto, tolerância, adaptação e aceitabilidade dos animais à glicerina, devido à alta densidade e viscosidade do coproduto (Eiras et al., 2013).

A utilização do glicerol com fonte alternativa para alimentação de ruminantes é devido, principalmente, a sua ação direta ou indireta (pela formação do propionato) na via gliconeogênica, uma vez que a glicose é o principal elemento para a formação de acetil, unidade utilizada na lipogênese intramuscular (Cunningham, 2008). Além disso, níveis altos de propionato e de glicose promovem maior secreção de insulina, a qual estimula o aumento da síntese de gordura e proteína e inibe a degradação de gordura e proteína em nível tecidual (Fluharty, 2009; Bines & Hart, 1984).

Além de servir como fonte de energia, o glicerol também pode ter efeitos positivos sobre a retenção de aminoácidos ou nitrogênio, conforme sumarizado por Cerrate et al. (2006). A ação do glicerol, inibindo a atividade das enzimas fosfoenolpiruvato carboxiquinase e glutamato desidrogenase, pode resultar em economia dos aminoácidos gliconeogênicos, favorecendo a deposição de proteína corporal.

O glicerol, em substituição parcial ao milho, está sendo alvo de pesquisas em dietas para ruminantes, nas quais o aspecto nutritivo, digestibilidade e o desempenho, parâmetros ruminais e sanguíneos, qualidade da carne e a viabilidade econômica são as principais respostas avaliadas.

Com relação ao aspecto nutritivo, digestibilidade e o desempenho, Schröder & Südekum (2007) concluíram que glicerina com diferentes graus de pureza pode ser incluída em até 10% da matéria seca da dieta de ruminantes, sem afetar negativamente o consumo de alimentos e a digestibilidade dos componentes da dieta. Ilse et al. (2009) concluíram que a inclusão de até 18% com base na MS da dieta total não afeta o desempenho de novilhas terminadas em confinamento.

De acordo com Neiva et al. (2012), a inclusão de glicerol até 24% na MS da dieta de vacas e novilhos castrados de aptidão leiteira não afeta o consumo de nutrientes e permite desempenho animal similar ao desempenho de animais alimentados com milho, como principal fonte energética.

Parsons et al. (2009) terminaram novilhas com inclusão de 0, 2, 4, 8, 12 e 16% de glicerina bruta na dieta e chegaram a conclusão que a glicerina bruta na dieta de novilhas cruzadas não prejudica a produção e nem as características de carcaça. Conclusões semelhantes foram obtidas por D`Aurea (2010), ao avaliar níveis diferentes (0, 10 e 20%) de glicerina bruta na matéria seca das dietas para terminação de novilhas da raça Nelore sobre o desempenho e as características de carcaça, digestibilidade aparente das dietas e características da carne.

Ramos & Kerley (2012) encontraram uma redução na ingestão de MS sem influenciar o peso corporal final de novilhos alimentados com níveis de glicerina (5, 10, 15 e 20%) na dieta. Os autores ressaltam que a substituição do milho por até 20% de glicerina não afeta o desempenho animal.

Farias et al. (2012) não observaram efeito dos níveis de glicerina (0,0; 3,8; 6,1 e 9,0%) sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, MO, FDN, CNF e CHT de novilhas suplementadas a pasto. Entretanto, observaram redução no ganho médio diário e peso corporal final em função dos níveis de adição. Os autores não recomendam a utilização de glicerina de baixa pureza, pois os elevados teores de álcool e sais podem determinar a redução no consumo e, consequentemente, no desempenho animal.

Mach et al. (2009) avaliaram os efeitos da glicerina nas concentrações 0, 4, 8 ou 12% em substituição aos grãos de cereais utilizados na dieta (milho e cevada) sobre a fermentação ruminal de novilhos leiteiros confinados, recebendo dietas com alto concentrado. Os autores observaram redução no pH ruminal de animais alimentados com 8% de glicerina e não observaram efeitos sobre as concentrações molares de ácidos graxos de cadeia curta.

Avaliando os parâmetros ruminais, Abughazaleh et al. (2011) observaram que a ingestão de até 15% de glicerina na MS da dieta não afeta a população e a fermentação ruminal. Entretanto, níveis maiores de glicerina (30 e 45%) diminuíram as populações de bactérias responsáveis pela fermentação de fibra (*Ruminococcus ibus* e *Succinivibrio dextrinosolvens*). Abo El-Nor et al. (2010) encontraram alterações na digestibilidade de fibra e na população bacteriana com a substituição do milho pela glicerina (15, 30 e 45%).

Gunn et al. (2010) observaram diminuição na concentração de glicose sérica, quando avaliaram os níveis de 0, 15, 30 e 45% de glicerina bruta na dieta de ovinos. Entretanto, Chung et al. (2007) e Wang et al. (2009) observaram aumento na concentração de glicose em vacas holandesas alimentadas com 250 e 300 g de glicerina, respectivamente.

Lage et al. (2010) avaliaram a inclusão de 0, 3, 6, 9 e 12% de glicerina bruta na dieta de cordeiros machos não castrados da raça Santa Inês. Os autores relatam que a inclusão de até 6% de glicerina bruta melhora a conversão alimentar dos animais e reduz o custo do ganho de carcaça, quando o preço do coproduto representa até 70% do preço do milho.

1. 6 REFERÊNCIAS

ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R.; CARMO, C. A.; EDUARDO, J. L. P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37,p.260-258, 2008.

ABO EL-NOR, S.; ABUGHAZALEH, A. A.; POTU, R. B.; HASTINGS, D.KHATTAB,M.S.A. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal feed Science and Tecnology**, v.162, p.99-105, 2010.

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**, n. 3, p. 313-319, 2011.

ANP – Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis. **Produção de Biodiesel – Métros Cúbicos**. Available at <http://www.anp.gov.br/?id=472>. Accessed on: may15,2013.

ARRUDA, P. V.; RODRIGUES, R. C. L. B.; FELIPE, M. G. A. Glicerol: um subproduto com grande capacidade industrial e metabólica. **Revista Analytica**, n. 26, p. 56 - 62, 2007.

BARROS, G. S. A.; SILVA, A P.; PONCHIO, L. A.; ALVES, L. R. A.; OSAKI, M.; CENAMO, M.. Custos de produção de biodiesel no Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v.15, n.3, p.36-50, 2006.

BARTELT, J.; SCHNEIDER, H. D. **Glycerine in der Tierernährung.** UFOP Schriften, Bonn, Bermany, p. 15 - 36, 2002.

BEATRIZ, A.; ARAÚJO, Y. J. K.; LIMA, D. P. Glicerol: um breve histórico e aplicação em sínteses estereosseletivas. **Química Nova**,vol. 34,n. 2, São Paulo,2011.

BEITZ, D. C. **Metabolismo lipídico**. In. Dukes, Fisiologia dos animais domésticos. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2006. p. 476 - 492.

BERMAN, E. N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species.**Physiological Reviews**,v.70,n.2, p.567-90,1990.

BINES, J. A.; HART, I. C. The response of plasma insulin in others hormone to intraruminal fusion of VFA mixture in cattle. **Canadian Journal of animal science**, v.64,p.304,1984.

BOYD, J.; WEST, J. W.; BERNARD, J. K. Effects of increasing concentrations of dietary glycerol on ruminal environment and digestibility in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, n. 1, p. 88, Jan. 2009.

BRISSON, D.; VOHL, M. C.; ST-PIERRE, J.; HUDSON, T. J.; GAUDET, D. Glycerol: a neglected variable in metabolic processes? **Bioessays.** 2001 Jun; 23 (6):534-42.

CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, C.; COTO, C.; SACAKLI, P.; WALDROUP, P. W. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.11, p.1001-1007, 2006.

CHUNG, Y. H.; RICO, D.E; MARTINEZ, C. M.; CASSIDY, T. W.; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G. A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **Journal Dairy Science**, v.90, n.12,p.5682–5691, 2007.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 579 p.

D`AUREA, A. P. **Glicerina, resíduo da produção de biodiesel, na terminação de novilhas da raça nelore**. Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zootecnia. fev. 2010.

DEPARTAMENTO DE AGRICULTURA DOS ESTADOS UNIDOS (USDA). Relatório anual da pecuária do Brasil 2012. Available at: < http:// www. beefpoint.com.br/cadeia-produtiva/especiais/usda-relatorio-anual-de producao pecuaria-do-brasil-set2012/> Accessed jan,20,2013.

DEFRAIN, J. M.; HIPPEN, R.; KALSCHEUR, K. F.; JARDON, P. W. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal Dairy Science,** v.87, n. 12, p. 4195–4206, 2004.

DONKIN, S. S. Glicerol from biodiesel production : the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.280-286, 2008.

DOPPENBERG, J. ; VAN DER AAR, P. The nutritional value of biodiesel by-products(Part2: Glycerine). **Feed Business Asia**, p.42- 43, 2007.

DUARTE, F.; TOBOUTI, P .L.; HOFFMAN, D. 2006. **Produção enzimática de biodiesel.**Universidade Federal de Santa Catarina. 16p.

EIRAS, C. E.; BARBOSA, L. P; MARQUES, J. A.; ARAÚJO, F. L.; LIMA, B. S.; ZAWADZKIC, F.; PEROTTO, D.; PRADO, I. N. Glycerine levels in the diets of crossbred 1 bulls finished in feedlot: carcass characteristics and meat quality. Artigo submetido ao comitê editorial do periódico científico Meat Science, 2013.

FARIAS, M. S.; PRADO, I.N.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F., SILVA, R. R., EIRAS, C. E. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. Ciência Rural,v..42,n.7, p,1177-1187, 2012.

FLUHARTY, F. L. **Estratégias para melhorar a qualidade da carcaça.** In: XIII CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2009. Uberlândia, MG. **Anais**... 2009, p. 228-235.

GUNN, P. J.; LEMENAGER, R. P.; CLAEYS, M. C.; LAKE, S. L. Effects of distiller`s dried grains with soluble and crude glycerin on performance and carcass characteristics

in early weaned beef calves. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, Champaign, v.59, p. 290-294, 2008.

GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.;VAN EMON, K. L. Effects of Elevated Crude Glycerin Concentrations on Feedlot Performance, Carcass Characteristics, and Serum Metabolite and Hormone Concentrations in Finishing Ewe and Wether Lambs. **The Professional Animal Scientist,** v, 22, p. 298–306, 2010.

ILSE, B.R.; ANDERSON, V.L.; JESKE. Effect of glycerol level in feedlot diets on animal performance and carcass traits. **Beef Feedlot Research Report – North Dakota State University**, v.33, p.24-29, 2009.

KERR, B. J.; WEBER, T. E.; DOZIER, W. A.; KIDD, M. T. Digestible and metabolizable energy content of crude glycerin originating from different sources in nursery pigs. **Journal Animal Science**, v. 87, p. 4042–4049, 2009.

KREHBIEL, C. R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, 2008. Available at: <http://adsa.asas.org/meetings/2008/abstracts/0392.PDF> Accessed on: jan,19,2013.

KNOTHE, G. **Manual do biodiesel**. São Paulo: Edgard Blucher, 2006. 340 p.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. Santa Maria: Editora Santa Maria, 3ª ed. 2011. 216 p.

KRISTENSEN, N. B.; RAUN B. M. L. Ruminal fermentation, portal absorption, and hepatic metabolism of glycerol infused into the rumen of lactating dairy cows. In: Energy and Protein Metabolism and Nutrition –International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition, 2., 2007 Ortigues- Marty, **Proceedings…** Marty: EAAP Publication. Wageningen Academic Publishers. 2007. p. 355 – 356.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L.G.R.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; DE OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; DE PAIVA SOUZA, N.K.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 45, 1012-1020,2010.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger - Princípios de Bioquímica.** Editora Sarvier, 4ª edição, São Paulo, 2006. 1202 p.

LOOR, J. J.; HERBEIN, J. H. Reduced fatty acid synthesis and desaturation due to exogenous trans10,cis12-cla in cows fed oleic or linoleic oil. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 4, p. 1354-1369, 2003.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentration diets. **Journal of Animal Science**, v.87, p.632-638, 2009.

MACKLE, T. R.; KAY, J. K.; AULDIST, M. J. Effects of abomasal infusion of conjugated linoleic acid on milk fat concentration and yield from pasture-fed dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Savoy, v. 86, n. 2, p. 644 – 652, 2003.

MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; MOLETTA, J. L.; PRADO, I. M.; PRADO, M. M.; MACEDO, L. M. A.; S.E.; MATSUSHITA, M. Características físico-químicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1514-1522, 2006.

MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; ZERVOUDAKIS, J. T. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35,n.3, p.914-930, 2006.

NEIVA, J. N. M.; LEÃO, J. P.; RESTLE, J.; PAULINO, P. V .R.; SANTANA, A. M.; MIOTTO, F. C.; MÍSSIO, R. S. Consumo e desempenho de bovinos de aptidão leiteira em confinamento alimentados com glicerol. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.4, p. 421-428, 2012.

PACHAURI, N; HE, B. "Value-added Utilization of Crude Glycerol from Biodiesel Production: A Survey of Current Research Activities", 2006 ASABE **Annual International Meeting,** p. 9 - 12 July 2006.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. **Metabolismo de lipídeos**. In: Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Funep, 2006, 583 p.

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.

PAULINO, M. F.; FIGUEIREDO, D. M.; MORAES, E. H. B. K..; PORTO, M. O.; SALES, M. F. L.; ACEDO, T. S.; VILLELA, S. D. J.; VALADARES FILHO, S.C Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.93-144.

PELLEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; CARVALHO, P. S.; PACHECO, P. S.; PELEGRINI, L. F. V.; GRIEBLER, L.; VENTURINI, R. S. Glicerina bruta no suplemento para cordeiros lactentes em pastejo de azevém. **Ciência Rural**,v.42, n.8, 2012.

PRADO, I.N. Introdução a bovinocultura de corte**.** In: PRADO, I.N. **Produção de bovinos de corte e qualidade da carne.** Maringá: Eduem, 2010. 242p.

POND, W. G.; CHURCH, D. C.; POND, K. R.; SCHOKNECHT, A. **Basic animal nutrition** and **feeding**. 5**.**ed**.** Hoboken**,** USA**..** John Wiley **&** Sons Inc**.,** 2005**.** 580p**.**

PYATT, N. A.; DOANE, P. H.; CECAVA, M. J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.85, Suppl. 1: 412 (Abstract 530), 2007.

REIS, R. A.; RUGGIERI, A. C.; CASAGRANDE, D. R.; PASCOA, A. G. Suplementação da dieta de bovinos de corte como estratégia do manejo das pastagens. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, p.147-159, 2009. Supl. especial.

RAMOS, M. H.; KERLEY, M. S.Effect of dietary crude glycerol level on ruminal fermentation in continuous culture and growth performance of beef calves. **Journal Animal Science**, 2012. Available: http:/ /< www. Journal of animal science.org/content/90/3/892>. Accessed on.apr, 12, 2013.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K, H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10, 1999, Canberra. Gosford, Australia: Regional Institute, 1999. Paper 241.Available at: <http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>. Accessed on: mar. 05, 2013.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K. O. H. Glycerol as a by product of biodiesel production in diets of ruminants. Kiel: University of Kiel, 2007. Available at:<http://regional.org.au/au/gcirc/1/241. htm>. Accessed on: 10 may. 2013.

SILVA, F. F.; SÁ. J. F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G.Suplementação a pasto:disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho.**Revista Brasileira de Zootecnia.** v.38, p.371-389, 2009.

SÜDEKUM, K. H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J.(Ed.).**Recent Advances in Animal Nutrition**. Notthingham: Notthingham University Press, p. 210-219, 2008.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M. A.; REILLY, P. J.Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural and Food. Chemistry**, v. 55, p. 7043-7051, 2007.

TYSON, K.S. ; BOZELL, J.; WALLACE, R. Biomass Oil Analysis: Research Needs and Recommendations. **Technical Report National Renewable Energy Laboratory Golden**, Colorado USA, June. Retrieved 22nd March 2007. Available at:<http: //www.nrel.gov/docs/fy04osti/34796.pdf >.Accessed on: jan,19, 2013.

WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W. J.; YANG, W. Z.; DONG, K. H.; HUANG, Y.X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, v. 121, p. 15-20, 2009.

II OBJETIVOS GERAIS

Avaliar o efeito de níveis de inclusão da glicerina de baixa pureza no suplemento de bovinos não castrados, terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens* sobre o consumo, a digestibilidade dos componentes nutricionais, o desempenho, as características de carcaça e o aspecto econômico.

Avaliar as características químicas e o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos, não castrados, terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens* e suplementados com glicerina de baixa pureza.

Avaliar a correlação entre o perfil de ácidos graxos da dieta com glicerina de baixa pureza e do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos, terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens.*

Avaliar a influência da inclusão de glicerina de baixa pureza no suplemento de touros terminados a pasto, por meio do perfil metabólico e características reprodutivas.

III- CAPÍTULO I

ANÁLISE BIOECONÔMICA DO USO DE GLICERINA DE BAIXA PUREZA NA ALIMENTAÇÃO DE BOVINOS TERMINADOS EM PASTAGEM DE CAPIM *BRAQUIÁRIA*

RESUMO - Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de glicerina de baixa pureza contendo 43,9% de glicerol na dieta de bovinos, sobre o consumo, digestibilidade dos componentes da dieta, desempenho produtivo, características de carcaça e aspecto econômico. Utilizou-se 35 bovinos machos, não castrados, com predominância da raça Nelore, em terminação a pasto com capim *Brachiaria decumbens,* com peso corporal médio inicial (PCI) de 428,0 ± 32,11kg, distribuídos em Delineamento Inteiramente Casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições. Os tratamentos consistiram de níveis de inclusão da glicerina (0, 3, 6, 9 e 12% da matéria seca). Após 74 dias, os animais foram pesados para obtenção do peso corporal médio final (PCF) e do ganho de peso médio diário (GMD) e abatidos para se obter o rendimento de carcaça quente (RCQ) e a avaliação das características de carcaça. Houve efeito linear crescente (P<0,05) dos níveis de glicerina de baixa pureza sobre a ingestão de extrato etéreo (IEE), GMD e sobre o coeficiente de digestibilidade do EE (CDEE), e efeito linear decrescente (P<0,05) sobre a conversão alimentar (CA) e sobre os coeficientes de digestibilidade da matéria orgânica (CDMO), da fibra em detergente neutro (CDFDN), da proteína bruta (CDPB) e dos carboidratos não fibrosos (CDCNF). Não foram observados efeitos (P<0,05) da inclusão da glicerina sobre as características de carcaça avaliadas. A inclusão da glicerina reduziu o custo de produção de arroba de carne, quando o preço desse ingrediente representou até 70% do preço do milho. A glicerina contendo 43,9% de glicerol pode ser incluída na dieta de bovinos não castrados em terminação a pasto com melhoria do desempenho dos animais e aumento dos benefícios econômicos.

Palavras–chave: alimentos alternativos, glicerol, pecuária de corte, rentabilidade, suplementação.

III-CHAPTER I

BIOECONOMIC ANALYSIS OF THE USE OF GLYCERIN LOW PURITY ON FINISHED CATTLE MAINTAINED IN BRAQUIARIA GRASS

ABSTRACT - This study aimed to evaluate the effects of including levels of crude glycerin containing 43.9% glycerol in the cattle diet on feed intake, diet components digestibility, production performance, carcass characteristics and economic aspect. 35 animal bulls, predominantly Nelore, were used, finishing the pasture with Brachiaria decumbens, with initial body weight (PCI) of 428,0 ± 32.11 kg, distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replications. Treatments consisted on including levels of glycerin in the diet (0, 3, 6, 9 and 12% of dry matter). After 74 days, the bulls were weighed to obtain the average final body weight (FBW) and average weigh gain (ADG) and slaughtered to obtain carcass yield (YC) and the evaluation of carcass traits. There was a crescent linear effect (P <0.05) glycerin the intake of ether extract (IEE), ADG and on the EE digestibility coefficient (CDEE) and a decrescent linear effect (P <0.05) on feed conversion (FC) and on the digestibility of organic matter (CDMO), neutral detergent fiber (CDFDN), crude protein (CPB) and non-fiber carbohydrates (CDCNF) coefficients. No significant effects were observed (P <0.05) with the inclusion of GB on evaluated carcass traits. The glycerin containing 43.9% glycerol can be included in the diet of uncastrated cattle finishing on pasture up to 12% of MS diet with enhanced animal performance and increased economic benefits.

Keywords: alternative food, glycerol, beef cattle, profitability, supplementation

Introdução

No Brasil, os rebanhos de ruminantes, criados extensivamente a pasto, apresentam baixa velocidade de crescimento e queda na produtividade, fatos resultantes da influência negativa da estacionalidade de produção e/ou da baixa qualidade das forrageiras, aliado ao manejo inadequado das pastagens (Oliveira et al., 2011).

Neste contexto, a suplementação dos animais tem se constituído numa das principais alternativas, pois, segundo Moreira et al. (2004), esta tecnologia permite corrigir dietas desequilibradas, aumentar a eficiência de conversão dos pastos, melhorar o ganho de peso dos animais, encurtar os ciclos reprodutivos, de crescimento e engorda dos bovinos e aumentar a capacidade de suporte dos sistemas produtivos. Entretanto, o custo do suplemento é considerado alto, já que o milho, um dos ingredientes energéticos de maior importância para terminação de bovinos de corte, possui elevado custo (Kazama et al., 2008).

Para viabilizar sistemas de produção animal a pasto, com uso de suplementos, a utilização de alimentos alternativos que possam substituir parte do concentrado fornecido, para reduzir o custo de produção sem prejudicar o consumo e o desempenho dos animais, é um objetivo a ser alcançado (Gunn et al., 2010a).

A glicerina, coproduto do processo de transesterificação na formação do biodiesel, tem gerado um grande excedente no mercado (FAPRI, 2011) e, por apresentar características energéticas semelhantes ao milho, está sendo amplamente pesquisada em substituição parcial a esse alimento em dietas para ruminantes, sob o aspecto nutritivo, digestibilidade e no desempenho (Mach et al., 2009; Farias et al., 2012); parâmetros ruminais (Ramos & Kerley, 2012; Ferraro et al., 2009; Abo El-No et al., 2010) e sanguíneos dos animais (Gunn et al., 2010b), na produção e qualidade da carne (Parsons et al., 2008; Pellegrin et al., 2012) e na viabilidade econômica (Lage et al., 2010; Almeida, 2010).

Todavia, níveis de inclusão ideais de glicerina para diferentes categorias devem ser elucidados, de modo que não se restrinja o consumo, e maximize o desempenho dos animais ou reduza os custos com a alimentação.

Desse modo, objetivou-se com esta pesquisa avaliar o efeito da inclusão da glicerina de baixa pureza no suplemento de bovinos não castrados, terminados em

pastagem de *Brachiaria decumbens*, sobre o consumo, digestibilidade dos componentes nutricionais, desempenho, características de carcaça e aspecto econômico.

Material e Métodos

O experimento de campo foi realizado no Setor de Bovino de Corte da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus de Cruz das Almas – BA, em uma área de 35 hectares (ha), formada de *Brachiaria decumbens*, dividida em cinco piquetes com, aproximadamente, sete ha cada, com acesso à praça de alimentação.

Utilizou-se 35 bovinos machos não castrados, mestiços, com predominância da raça Nelore, com peso corporal inicial médio de 428,0 ± 32,11 kg, suplementados na proporção de 1,0% do peso corporal (PC), distribuídos em um Delineamento Inteiramente Casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições. O período experimental compreendeu os meses de setembro a dezembro de 2010, num total de 88 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais e 74 dias para coletas dos dados.

As dietas experimentais continham 0, 3, 6, 9 e 12% de inclusão de glicerina de baixa pureza na dieta total, sendo formuladas segundo o NRC (2000), para atender às exigências de mantença e ganho médio diário (GMD) de 1,2 kg/dia (Tabela 1) e fornecidas diariamente às 11 horas.

Os animais foram pesados, em balança do tipo “brete”, a cada 28 dias, sempre após um jejum alimentar de 14 horas, para acompanhamento do desempenho animal e ajuste da dieta. O ganho de peso médio diário (GMD) foi determinado pela diferença entre o peso corporal inicial (PCI) e o peso corporal final (PCF), dividido pelo período experimental, que foi de 74 dias.

A conversão alimentar (CA) da matéria seca (MS) foi calculada em função da ingestão de MS e do desempenho animal, conforme a equação:

CA= (IDMS ⁄ GMD),

Sendo: IDMS = ingestão diária de matéria seca (kg MS/ dia) e GMD = ganho de peso médio diário (kg/dia).

Para estimar a disponibilidade de matéria seca total (DTMS), os piquetes foram avaliados a cada 28 dias e de cada um dos piquetes foram tomadas 12 amostras,

cortadas ao nível do solo com um quadrado de 0,25 m^2, conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). As amostras foram pesadas individualmente, utilizando balança tipo dinamômetro, e desse material, retiraram-se nove subamostras; seis para separação botânica: folha (F), colmo (C), material senescente mais morto e plantas invasoras (MM) e três que foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55ºC, por 72 horas, para determinação do teor de massa seca parcial (MSP).

Para evitar possíveis efeitos dos piquetes, especialmente quanto à disponibilidade e qualidade da forragem, e a eliminação de possíveis efeitos de ambiente sobre os tratamentos, os animais, juntamente com os tratamentos, foram rotacionados entre os piquetes a cada sete dias.

A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PV, utilizando-se a seguinte fórmula:

TL = (UAt)/área, em que :

TL = taxa de lotação (UA/ha); UAt = unidade animal total (kg); Área = área experimental total (ha).

As estimativas da produção fecal, consumo e digestibilidade foram realizadas entre o 44° e 48° dia do período experimental.

A ingestão de MS total foi estimada com o uso de dois indicadores. Um indicador externo para estimar a ingestão da MS do suplemento (IMSS) e um interno para a ingestão de MS do volumoso (IMSV). Os consumos foram estimados com base na excreção fecal, uma vez que a produção fecal está diretamente ligada com o consumo de MS.

O LIPE®, um polímero hidroxifenilpropano modificado (lignina purificada de Eucalipto), foi o indicador externo usado para estimar a excreção fecal. O LIPE® foi fornecido diariamente às 9 horas, em dose única de uma cápsula de 0,5 g d^{-1} por animal (Saliba et al., 2003), direto na boca, durante sete dias consecutivos. As fezes foram coletadas diretamente na ampola retal, uma vez ao dia, durante cinco dias, no momento da administração do indicador, e armazenadas em câmara fria a -10ºC. Após secagem das amostras, as mesmas foram enviadas à Escola de Veterinária da Universidade Federal de Minas Gerais, para que fossem realizadas as análises do LIPE®, de acordo com metodologia descrita por Saliba et al. (2003).

A ingestão de MS de suplemento (IMSS) foi estimada com a utilização do indicador externo óxido crômico, o qual foi fornecido na quantidade de 10 g d^{-1} por

animal, misturado ao concentrado, durante doze dias, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o LIPE. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada e trituradas para obtenção de amostras compostas. As amostras de fezes foram analisadas quanto aos teores de cromo, conforme metodologia descrita por Kimura & Miller (1967), utilizando-se digestão nitroperclórica e espectrofotometria de absorção atômica (EAA).

O cálculo usado foi:

IMSS= (EF × CrO_2 Fezes) ÷ CrO_2 Suplemento

Em que: IMMS = ingestão de MS do suplemento; EF= excreção fecal estimada pelo LIPE®; CrO_2Fezes e CrO_2Suplemento = referem-se à concentração de óxido crômico nas fezes e no suplemento, respectivamente.

A IMSV foi estimada a partir da FDNi, um indicador interno obtido após incubação ruminal, por 240 horas (Casali, 2006), de 0,5 g de amostras de alimentos e fezes, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT), gramatura 100 (100 $g.m^2$), 5 x 5 cm. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

A IMSV foi calculada da seguinte forma:

IMSV(kg/dia) = [(EF ×CIF) - CIS] ÷ CIV+CMSS

Em que: EF = excreção fecal (kg/dia), obtida utilizando-se o LIPE®; CIF = concentração do FDNi nas fezes (kg/kg); CIS = consumo da FDNi a partir do volumoso e CIV = concentração do FDNi no volumoso (kg/kg).

A IMST (kg/dia) foi estimada pelo somatório da IMSS e IMSV.

O coeficiente de digestibilidade do nutriente (CD) foi calculado a partir da seguinte equação:

CD (1- (% FDNi no Ingerido÷% FDNi nas fezes)× (% NEF ÷ % NEI)) ×100

Em que: NEF= nutriente estudado nas fezes; NEI= nutriente estudado no ingerido.

As análises químicas das amostras da forragem, dos suplementos (Tabela 1) e das fezes foram realizadas no laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Itapetinga-BA. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada, a 55 ºC, por 72 horas, para pré-secagem e, então, moídas em moinho tipo *Willey*, em peneira com crivos de 1 mm. Foram avaliados os teores de MS, massa

orgânica (MO), PB, EE, segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN), utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados

		Níveis de inclusão de glicerina de baixa pureza				
	Brachiaria decumbens	0	3	6	9	12
Ingredientes (%)						
Milho Grão Moído		79,35	70,91	62,30	53,53	44,58
Farelo de Soja		17,30	18,95	20,64	22,35	24,10
Glicerina bruta		-	6,76	13,65	20,68	27,85
Ureia		1,85	1,87	1,88	1,90	1,92
Mistura Mineral[1]		0,99	1,00	1,00	1,02	1,02
Calcário		0,51	0,51	0,52	0,52	0,53
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Componentes						
Matéria seca (%)	31,60	85,81	87,52	86,00	84,49	85,36
Matéria mineral (%)	8,30	3,06	3,30	3,53	3,49	3,81
Matéria orgânica (%)	91,70	96,94	96,70	96,47	96,51	96,19
Proteína bruta (%)	13,10	24,39	24,69	24,29	22,33	23,54
Extrato etéreo (%)	2,98	3,13	5,39	6,23	6,62	8,56
Fibra em detergente neutro (%)	69,61	25,49	25,01	25,25	18,98	18,51
FDNcp[2] (%)	62,32	13,64	7,41	5,87	6,33	4,28
Carboidratos totais (%)	75,55	69,42	66,62	65,95	67,56	64,09
CNFcp[3] (%)	5,94	43,93	41,61	40,70	48,58	45,58
NDT[4](%)	56,87	89,00	85,84	84,87	92,13	92,66
CEM[5] (Mcal de EM/kg de MS)	3,88	3,92	3,78	3,74	4,06	4,09

[1] Composição em 100g: Cloreto de sódio (NaCl) - 47,15g; Fosfato bicálcico - 50g; Sulfato de zinco - 1,5g; Sulfato de cobre- 0,75g; Sulfato de cobalto - 0,05g; Iodato de potássio -0,05g; Sulfato de magnésio- 0,5g. [2]Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteínas;[3] Carboidratos não fibrosos corrigidos para cinzas e proteínas; [4]Nutrientes digestíveis totais estimados segundo NRC (2001);[5]Concentração de energia metabolizável.

Os carboidratos totais (CHOT), estimados segundo Sniffen et al. (1992) como: CHOT=100- (%PB+% EE+% cinzas). O conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN, e os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010).

$CNFcp = \left(100 - \left(\% \text{ FDNcp} - \left(\% \text{ PB} - \text{PBu} + \text{U}\right) - \% \text{ EE} - \% \text{ cinzas}\right)\right)$, em que: PBu = proteína bruta da ureia; U= quantidade de ureia.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), utilizando-se a FDN e CNF, corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

$$NDT(\%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2{,}25\ EED$$

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD= FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis; e EED = EE digestível. Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Para a energia metabolizável, considerou-se que 1,0 kg de NDT equivalem a 4,409 Mcal de energia digestível e, para a transformação em energia metabolizável, utilizou-se o valor de 82% de eficiência de utilização de energia digestível.

A composição físico-química da glicerina foi realizada pelo método de Karl Fischer, no Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Curitiba - PR. Os resultados em porcentagem na matéria natural foram: 43,9% de glicerol, 6,0 % de metanol, 33,6 % de ácidos graxos totais, 9,0% de água e 7,3 % de matéria mineral.

No final do período experimental e após jejum de sólidos por 14 horas, os animais foram pesados para determinação do peso corporal ao abate. Posteriormente, foram abatidos no Abatedouro Comercial Frifeira, localizado na cidade de Feira de Santana-BA, pela insensibilização, com auxílio de pistola de pressão e, em seguida, foram realizadas a suspensão e a sangria, por meio de secção na veia jugular.

Logo após o abate, as carcaças foram identificadas e pesadas para mensuração do peso de carcaça quente (PCQ) e rendimento de carcaça quente (RCQ). Posteriormente, as mesmas foram resfriadas por 24 horas, a 2ºC. Após o resfriamento, utilizou-se o lado direito da carcaça para avaliar as suas características quantitativas, como: comprimento de carcaça (CC), comprimento da perna (CP), espessura do coxão (EC), área de olho de lombo (AOL), espessura de gordura subcutânea (EGS).

O CC foi medido com o auxílio de uma trena, mensurando a distância do bordo anterior do osso púbis ao bordo cranial medial da primeira costela. Para o CP, utilizou-se um compasso de alumínio, mensurando à distância compreendida entre o bordo anterior do osso do púbis e um ponto médio dos ossos da articulação do tarso. Na sequência, mediu-se esta distância com o auxílio de uma trena.

A EC foi determinada com auxílio de um compasso de alumínio e a distância compreendida entre a face lateral e a medial da porção superior do coxão foram mensuradas com o auxílio de uma trena.

A AOL foi determinada após corte transversal entre a 12ª e 13ª costelas, expondo-se o músculo *Longissimus dorsi*. Posteriormente, utilizando um planímetro desenvolvido por Luchiari Filho (2000), determinou-se a área em cm^2. A AOL foi ajustada para 100 kg de peso corporal (cm^2), de acordo com a equação:

AOL 100 kg PC (AOL÷PCQ) ×100

A EGS foi determinada com auxílio de um paquímetro de precisão, mensurando três pontos equidistantes na região do corte entre 12ª e 13ª costelas, no músculo *Longissimus dorsi.*

A análise econômica foi realizada em relação ao ganho de arroba, a fim de se verificar a viabilidade do uso das rações com cinco níveis de glicerina de baixa pureza no suplemento, sem considerar os demais custos fixos e operacionais relativos à produção bovina, já que eles seriam semelhantes nas cinco situações.

Segundo Araújo et al. (2012), custos fixos são aqueles que estão relacionados a fatores de produção que não podem ser modificados, em termos de quantidade utilizada, em curto período de tempo ou ciclo produtivo. Estes custos estão presentes na atividade, mesmo que a produção seja zero e o custo operacional total composto pelos seguintes itens: operações mecanizadas, operações manuais, materiais, depreciações e encargos financeiros (Matsunaga et al.,1976).

Os preços dos alimentos e da arroba de carne estão representados em unidade de Real (R$), referentes ao mês de setembro e dezembro de 2010. Os investimentos foram obtidos mediante o produto entre a quantidade dos materiais usados (ingredientes da dieta) e os seus respectivos preços unitários.

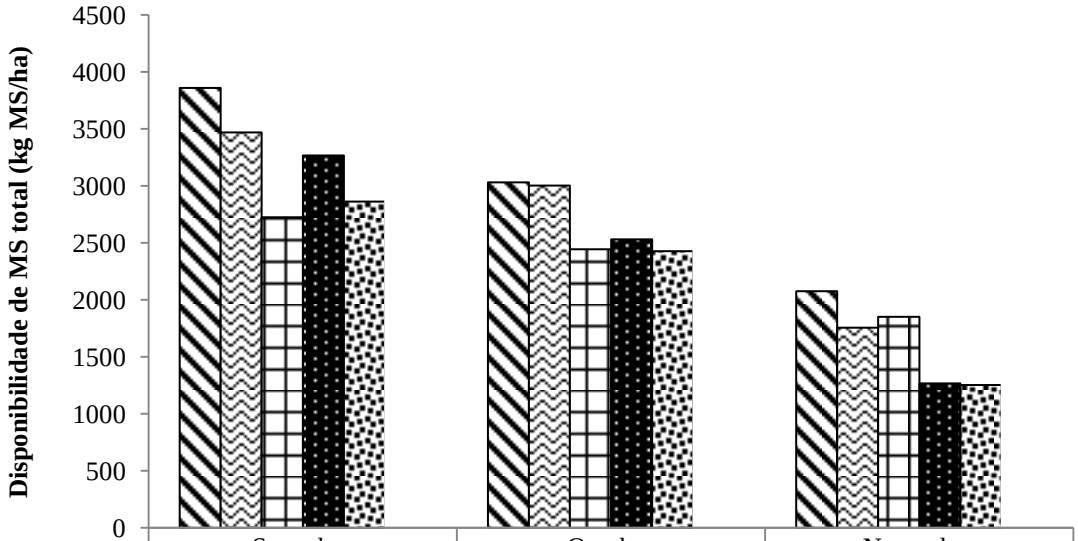
Os dados foram avaliados por meio de Análises de Variância e de Regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (SAEG, 2000). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Verificou-se diminuição da disponibilidade total da matéria seca (DTMS)

(Figura 1) das pastagens ao longo dos três períodos (setembro, outubro e novembro). Esse fato pode ser atribuído ao menor regime de chuva que comumente ocorre nessa época do ano. Segundo dados da estação meteorológica da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), localizada na cidade de Cruz das Almas, a pluviosidade nos meses de setembro, outubro e novembro foram de 2,3; 1,1 e 0,2 mm, respectivamente.

As médias da DMST dos piquetes, nos meses de setembro, outubro e novembro, foram de 3.235; 2.687 e 1.640 $kg.ha^{-1}$, respectivamente. Os valores de DTMS, encontrados nos meses de setembro e outubro, assim como o DTMS médio (2.521 $kg.ha^{-1}$) estão acima de 2.000 $kg.ha^{-1}$, recomendados por Minson (1990), e o NRC (2001), como limite mínimo para não restringir consumo em pasto.

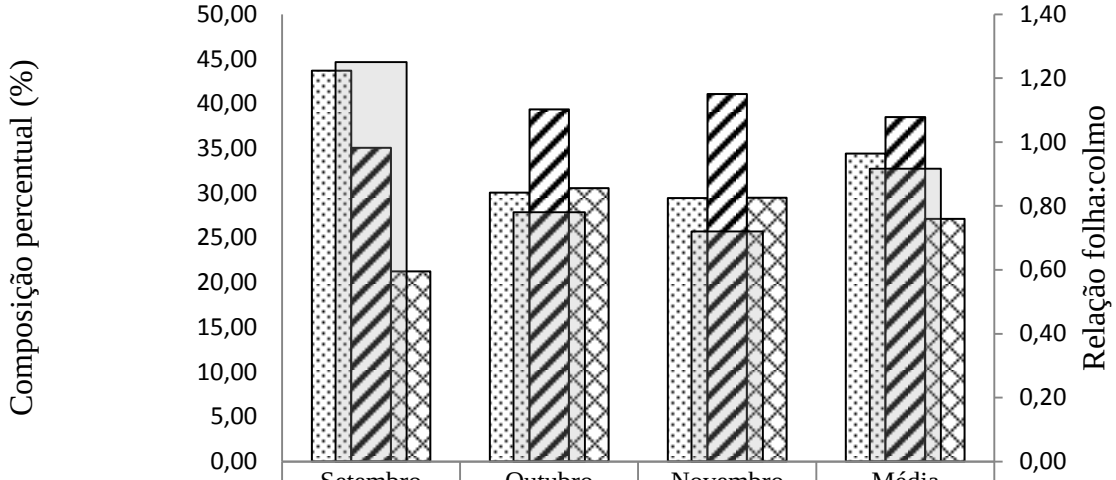


	Setembro	Outubro	Novembro
Piquete 1	3858	3031	2076
Piquete 2	3468	3003	1757
Piquete 3	2725	2444	1850
Piquete 4	3266	2531	1267
Piquete 5	2862	2427	1252
Média	3236	2687	1640

Figura 1. Disponibilidade de MS (kg/ha) em cada piquete por período de observação

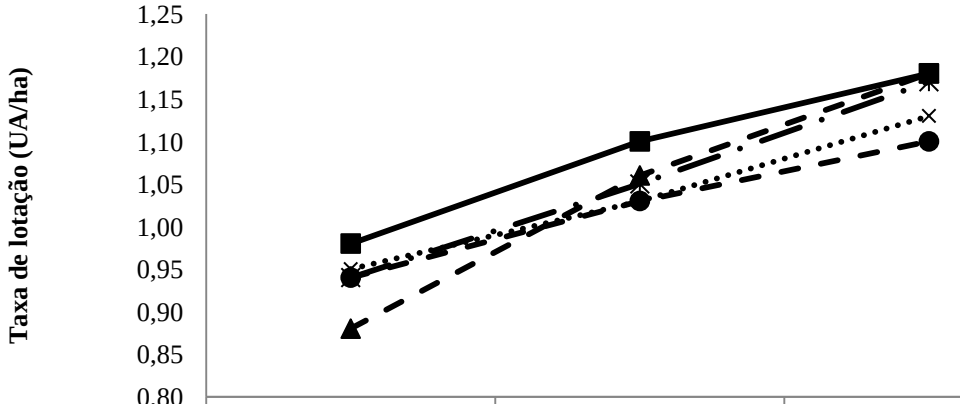
A disponibilidade média de matéria seca verde (DMSV), representada por folhas e colmos verdes, no mês de setembro, foi de 78,74%; no mês de outubro, 69,43%; e no mês de novembro foi de 70,52%, sendo o valor médio de 72,9%, superior ao total de material morto (senescente) de 28,1% (Figura 2). Esse valor representa uma quantidade

média de DMSV de 1.840,0 kg/ha, acima dos 1.108,0 kg/ha sugerido por Euclides et al. (1992) como limitante à seleção e desempenho animal.



	Setembro	Outubro	Novembro	Média
Folha (%)	43,69	30,06	29,46	34,40
Colmo (%)	35,05	39,37	41,06	38,49
Material Morto (%)	21,26	30,57	29,48	27,10
Relação Folha:Colmo	1,25	0,78	0,72	0,92

Figura 2. Composição botânica em valores percentuais para cada período de coleta



	Setembro	Outubro	Novembro
Piquete 1	0,95	1,03	1,13
Piquete 2	0,94	1,03	1,10
Piquete 3	0,98	1,10	1,18
Piquete 4	0,88	1,06	1,18
Piquete 5	0,94	1,05	1,17

Figura 3. Taxa de lotação nos períodos experimentais

A oferta de folha verde, componente da massa de forragem preferido pelos animais, foi mais pronunciada durante o mês de setembro, correspondendo a 43,9% da

DTMS, versus 30,0 e 29,4%, respectivamente, para os meses de outubro e novembro.

A taxa de lotação (TL) aumentou nos períodos experimentais (Figura 3), apresentando valores médios de 0,94 no mês de setembro; 1,05 no mês de outubro e 1,15 no mês de novembro, com TL média de 1,05 UA/ha. Esses resultados estão relacionados ao aumento do peso dos animais, uma vez que a área da pastagem foi constante (sete ha/piquete).

As ingestões diárias de MS do suplemento (MSS), MS do volumoso (MSV) e da MS total (MST), matéria orgânica (MO), fibra em detergente neutro (FDN), proteína bruta (PB), carboidratos não fibrosos (CNF), nutrientes digestíveis totais (NDT), energia digestível (ED) e energia metabolizável (EM) não foram influenciadas (P>0,05) pelos teores de glicerina de baixa pureza nas dietas dos bovinos, mas a ingestão de extrato etéreo (EE) aumentou linearmente (Tabela 2).

Existem várias teorias para explicar o consumo voluntário de MS, uma delas é a teoria baseada no enchimento físico do retículo-rúmen, proposta por Allen (1996) e Mertens (1994). O retículo-rúmen e, possivelmente, o abomaso possuem receptores em seus epitélios que afetam o consumo, de acordo com o peso e volume da digesta acumulada (Allen, 1996).

Assim, a quantidade de FDN consumida pode inibir o consumo de MST, mas, segundo Mertens (1994), para que não haja limitação do consumo de MS, a ingestão de FDN deve ser entre 0,8 a 1,2% do PC. Para Silva et al. (2009), esse limite pode ser ultrapassado, quando a dieta apresentar baixa densidade energética, com baixo nível de suplementação, menor que 0,5% do PC. O consumo médio de FND, observado neste trabalho, foi de 1,1% do PC.

Gunn et al. (2008) avaliaram o desempenho de 37 novilhos e 13 novilhas com a inclusão de 15 e 30% de glicerina bruta na dieta e não observaram alteração na ingestão de MST. Almeida (2010) também não encontrou diferenças na ingestão de MST em novilhas mestiças suplementadas com diferentes níveis (0; 3,33; 6,66 e 9,99%) de glicerina bruta, cujo valor de consumo, em percentual de peso corporal, foi semelhante ao encontrado neste estudo, 2,20%. Para Neiva et al. (2012), a glicerina bruta pode ser incluída até o nível de 24% da MS sem alterar a ingestão de MST de novilhos e vacas de aptidão leiteira.

Alguns resultados, entretanto, têm mostrado redução na ingestão de MST com a inclusão da glicerina bruta no suplemento. Pyatt et al. (2007) observaram redução na

ingestão de MST por novilhos cruzados, com inclusão de 10% de glicerina bruta, e Parsons et al. (2008), com a inclusão acima de 8% na dieta de novilhas de corte. Aumento da ingestão de MST foram relatados por Mach et al. (2009), para os níveis de 4,8 e 12%, e redução com inclusão de 16% de glicerina, enquanto para os níveis 0 e 2% não houve alteração.

Tabela 2. Ingestões médias diárias de nutrientes por bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
Itens	0	3	6	9	12		L	Q	C
MSS[1] (kg/dia)	4,16	4,60	3,92	4,78	3,83	0,15	0,975	0,490	0,603
MSS (%PC)	0,90	1,01	0,81	1,00	0,80	0,03	0,789	0,665	0,799
MSV[2] (kg/dia)	7,05	5,51	6,01	6,4	5,85	0,21	0,290	0,341	0,112
MSV (%PC)	1,54	1,20	1,23	1,34	1,25	0,05	0,263	0,236	0,151
MST[3] (kg/dia)	11,21	10,12	9,94	11,18	9,68	0,24	0,363	0,657	0,150
MST (%PC)	2,45	2,21	2,04	2,34	2,06	0,06	0,296	0,497	0,311
MO[4] (kg/dia)	10,47	9,54	9,17	10,49	9,05	0,22	0,367	0,665	0,160
FDN [5](kg/dia)	6,0	4,90	5,14	5,32	4,82	0,15	0,076	0,158	0,079
FDN (%PC)	1,31	1,09	1,05	1,11	1,03	0,04	0,090	0,136	0,131
PB[6] (kg/dia)	1,88	1,90	1,80	1,92	1,61	0,04	0,186	0,186	0,206
EE[7] (kg/dia)	0,35	0,40	0,42	0,51	0,50	0,01	<.0001*	<.0001	0,0002
CNF[8] (Kg/dia)	2,53	2,58	2,20	3,07	2,40	0,08	0,471	0,682	0,241
NDT[9] (Kg/dia)	6,90	6,30	5,80	7,13	5,08	0,24	0,169	0,337	0,087
ED[10] (Mcal/dia)	30,42	27,80	25,50	31,45	22,41	1,08	0,169	0,337	0,087
EM [11] (Mcal/dia)	24,94	22,80	20,91	25,79	18,37	0,89	0,169	0,337	0,087

EPM=Erro padrão da média; L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina de baixa pureza na dieta;.[1] Matéria seca do suplemento;[2] Matéria seca do volumoso;[3] Matéria seca total ; [4]Matéria orgânica; [5]Fibra em detergente neutro; [6]Proteína bruta; [7]Extrato etéreo;[8]Carboidratos não fibrosos; [9]Nutrientes digestíveis totais; [10]Energia digestível; [11]Energia metabolizável.[*]$\hat{Y}$=0,4239x+ 0,30926 (R^2= 0,46)

As diferenças encontradas em relação aos resultados de ingestão de MST entre os trabalhos podem ser causadas tanto pela composição da glicerina, que varia de acordo com o método de obtenção, quanto por seus efeitos intrínsecos ao glicerol no metabolismo ruminal. Substâncias como sais e metanol, que são utilizados no processo de transesterificação, podem influenciar a palatabilidade da glicerina obtida (Chung et al., 2007). Além disso, o grau de pureza da glicerina utilizada também pode influenciar a aceitabilidade pelos animais.

De acordo com os resultados da análise da glicerina de baixa pureza usada neste trabalho, a concentração PB é praticamente nula, o que levou ao aumento da proporção da fonte proteica com a adição de farelo de soja. Esse fato, adicionado a não diferença entre os tratamentos com relação à ingestão de MST, podem ter sido a causa da não modificação da ingestão de PB. A ingestão média de PB foi de 1,8 $kg.d^{-1}$, valor que corresponde a 17,25% da MS total ingerida e ideal para o ganho de peso preconizado pela dieta e acima de 7%, relatado por Lazzarini et al. (2009) como mínimo para que não haja comprometimento do crescimento microbiano ruminal e, consequentemente, para que ocorra utilização eficiente dos carboidratos fibrosos da forragem basal.

O aumento linear na ingestão de EE pode ser explicado pela elevação do teor deste componente nutritivo no suplemento, uma vez que era 3,13 no suplemento com 0% de glicerina e passou a ser 8,56% no suplemento com 12% de glicerina de baixa pureza (Tabela 1).

A gordura pode diminuir a digestão da fibra com possíveis efeitos no enchimento do rúmen-retículo, pois é capaz de inibir o crescimento de microrganismos ruminais e recobrir a fibra dos alimentos, dificultando os processos de fermentação (Kozloski, 2011). A gordura ainda pode afetar o consumo voluntário através de efeitos hormonais. A colecistoquinina (CCK), cuja síntese é estimulada pela presença de altas concentrações de lipídios no intestino, em ruminantes, inibe o esvaziamento do trato gastrointestinal e reduz a motilidade rumino reticular, contribuindo, assim, para a saciedade do animal (Nascimento et al., 2009).

No entanto, neste estudo, o aumento de EE na dieta não prejudicou a ingestão da MST, pois a ingestão de EE ficou abaixo dos 6,0%, recomendado por Palmquist & Jankins (1980) como ideal para que não haja comprometimento da fermentação ruminal.

A ingestão de CNF não foi alterada ($P>0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta. Resposta distinta foi encontrada por Farias et al. (2012), que observaram decréscimo linear ($P<0,05$) da ingestão de CNF com a inclusão de glicerina bruta na dieta de novilhas o que, segundo os autores, pode ser justificado devido à substituição do milho pela glicerina, uma vez que a glicerina não tem carboidratos não fibrosos.

As ingestões de NDT, ED e EM não foram alterados ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta, esse comportamento, provavelmente, ocorreu em razão da glicerina usada apresentar valor energético semelhante ao do milho (3.500 - 4.000 kcal/kg), o que

proporcionou dieta com quantidades semelhantes de energia, além de não ter ocorrido aumento da ingestão de MST. A ingestão de NDT (6,2 kg) encontrado está acima do preconizado por Detmann & Valadares Filho et al. (2010), de 4,6 kg/dia para animais criados a pasto.

Relatos de Farias et al. (2012) demonstram efeito linear decrescente para os consumos de NDT, ED e EM. Para esses autores, a redução da quantidade de energia bruta na dieta, em função da substituição parcial do milho pela glicerina, pode ter sido a responsável por esse resultado. O nível de energia bruta da glicerina pode variar de acordo com a origem da matéria prima e o processo de purificação.

O coeficiente de digestibilidade da MS (CDMS) não foi afetado pela inclusão de glicerina na dieta (P>0,05), mas os coeficientes de digestibilidade da MO (CDMO) e dos demais componentes da dieta: FDN (CDFDN), PB (CDPB), EE (CDEE), e CNF (CDCNF), foram alterados (P<0,05) (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficiente de digestibilidade aparente de nutrientes de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

Itens	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
	0	3	6	9	12		L	Q	C
CDMS[1]	62,69	65,70	57,85	61,00	55,25	1,00	0,807	0,187	0,089
CDMO[2]	67,05	65,70	62,14	64,41	58,65	0,92	0,015*	0,041	0,022
CDPB[3]	63,84	67,52	61,69	63,64	52,54	1,29	0,008**	0,001	0,001
CDEE[4]	76,01	80,05	79,51	84,47	80,75	0,12	0,001***	0,0005	0,0004
CDFDN[5]	51,04	45,00	42,67	40,66	36,38	0,02	0,018****	0,063	0,060
CDCNF[6]	78,06	76,20	71,96	71,927	59,92	0,02	0,0006*****	0,0005	0,0005

EPM= erro padrão da média; L, Q e C= ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina de baixa pureza na dieta. [1]Coeficiente de digestibilidade da matéria seca; [2]Coeficiente de digestibilidade da matéria orgânica;[3]Coeficiente de digestibilidade da proteína bruta;[4] Coeficiente de digestibilidade do extrato etéreo;[5]Coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente neutro; [6]Coeficiente de digestibilidade de carboidratos não fibrosos. *$\hat{Y}$= - 1,55354x+ 68,76823 (R^2=0,16); **$\hat{Y}$= - 2,33798x+68,76829 (R^2=0,19); ***$\hat{Y}$= 75,82593x+1,55493 + (R^2= 0,27); ****$\hat{Y}$= - 2,85227x + 52,73719 (R^2= 0,16); *****$\hat{Y}$= - 3,57895x + 83,30997 (R^2= 0,31)

A redução linear do CDFDN e do CDCNF pode ser atribuída a quedas no pH ruminal, em função do acúmulo de ácidos graxos de cadeia curta da fermentação de fontes rapidamente degradáveis (Russell & Wilson, 1996). O pH ruminal pode variar de 5,5 a 7,2, com valores baixos detectados em intervalos de tempos curtos, após alimentação dos animais com dietas ricas em concentrado (Valadares Filho & Pina,

2006), sendo que valores de pH abaixo de 6,0 podem inibir as bactérias fermentadoras de celulose e diminuir a eficiência da síntese de proteína microbiana (Strobel & Russell, 1986). Fato que pode ter contribuído também para a diminuição do CDPB. Mach et al. (2009) encontraram valor de pH de 5,68 em bovinos alimentados com 8% de glicerina bruta.

Estudos realizados por Farias et al. (2012) não demonstraram efeitos da inclusão de glicerina bruta sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, PB, MO, FDN, CNF e CT. Hess et al. (2008) também relataram que a glicerina bruta pode ser adicionada até 15% de MS sem afetar a digestibilidade da MST e da FDN. Porém, Eiras et al. (2013) e Wang et al. (2009) notaram que a digestibilidade total da MS, MO, FDN e PB foram aumentadas linearmente com o aumento da glicerina na dieta.

Verificou-se efeito linear crescente do CDEE com a inclusão de glicerina, o que, provavelmente, ocorreu devido ao maior consumo desta fração nutricional com o aumento do nível de glicerina. Esse resultado é condizente com o de Farias et al. (2012) em novilhas terminadas em confinamento.

Schröder & Südekum (2007) indicaram que glicerina com diferentes graus de pureza pode ser incluída em até 10% da MS da dieta de ruminantes, sem afetar a digestibilidade dos componentes da dieta. Neste estudo, o uso da glicerina promoveu diminuição linear do CDMO, assim como dos CDFDN, CDPB, CDCNF. Entretanto, como não houve efeito no CDMST, a queda da digestibilidade desses componentes parece não ter comprometido o desempenho dos animais.

As dietas experimentais promoveram efeito linear ($P<0,05$) crescente no ganho de peso médio diário (GMD) e decrescente na conversão alimentar (CA), mas não influenciaram ($P>0,05$) no peso corporal inicial (PCI) e nem no peso corporal final (PCF) (Tabela 4).

Embora não tenham sido observadas diferenças entre os tratamentos para a ingestão de MST, em função dos níveis de glicerina, os animais que ingeriram maior quantidade de glicerina de baixa pureza apresentaram melhor GMD. O GMD aumentou de 1,1kg dia^{-1} na dieta controle, para 1,37 kg dia^{-1} na dieta com nível de 12% de inclusão de glicerina, o que representa um acréscimo de aproximadamente 25% no GMD. Esta resposta pode estar relacionada à maior ingestão e digestibilidade de EE, observados nos animais que foram suplementados com o máximo nível de glicerina de baixa pureza. Esse coproduto utilizado no presente estudo continha 33,6% de EE.

Tabela 4. Desempenho e características de carcaça de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

Itens	Nível de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
	0	3	6	9	12		L	Q	C
PCI[1](kg)	425,71	424,28	440,00	425,14	424,42	5,42	0,964	0,543	0,938
PCF[2](kg)	508,57	494,71	529,71	531,57	526,28	7,72	0,199	0,808	0,317
GMD[3](kg)	1,11	0,95	1,21	1,43	1,37	0,49	0,002*	0,627	0,026
CA[4](kg/kg)	10,14	10,25	8,43	7,82	7,26	0,80	0,019**	0,067	0,132
PCQ[5](kg)	281,28	277,50	293,28	289,00	286,64	4,41	0,499	0,657	0,591
RCQ[6](kg)	55,20	55,75	55,44	54,31	54,52	0,20	0,054	0,374	0,125
CC[7](cm)	144,0	142,28	144,71	150,85	145,14	1,71	0,403	0,779	0,221
CP[8] (cm)	76,64	76,57	77,71	76,85	77,14	0,46	0,710	0,754	1,00
EC [9](cm)	23,5	27,50	27,64	27,65	26,07	0,74	0,321	0,079	0,670
EGS[10](cm)	2,85	2,35	3,14	4,07	3,42	0,22	0,073	0,938	0,073
AOL[11](cm ^{2})	76,71	74,57	83,71	77,14	68,00	1,91	0,255	0,06	0,288
AOLC[12](cm^2)	27,29	26,87	28,55	26,83	23,82	0,91	0,088	0,076	0,398

EPM = erro padrão da média;L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina de baixa pureza na dieta;[1]Peso corporal inicial;[2]Peso corporal final;[3]Ganho de peso médio diário; [4]Conversão alimentar; [5]Peso da carcaça quente; [6] Rendimento da carcaça quente;[7]Comprimento de carcaça;[8]Comprimento de perna;[9]Espessura do coxão; [10]Espessura de gordura subcutânea;[11]Area de olho do lombo; [12]Area de olho do lombo ajustada para 100 kg de PC.[*]$\hat{Y}$=1,01969x + 0,03333 (R^2= 0,65); [**] $\hat{Y}$=-0,81809x+11,22622 (R^2=0,16)

Neiva et al .(2012), ao avaliar a inclusão de 0, 6, 12 e 24% de glicerina bruta na terminação em confinamento de novilhos castrados de aptidão leiteira, observaram também efeito linear dos níveis de inclusão de glicerina bruta sobre o GMD, cujo valor para o nível de inclusão de 12% foi de 1,56 kg dia^{-1}. Entretanto, Eiras et al.(2013) não observaram efeito da inclusão de 0, 6, 12 e 18% de glicerina de média pureza sobre o desempenho de touros da raça Purunã e a média do GMD encontrada foi de 1,15 kg dia^{-1}.

Redução nos GMD de 1,64; 1,58 e 1,55 kg dia^{-1}, para 0; 7,5 e 15% de inclusão de glicerina brua na dieta, respectivamente, foram observados por Elam et al. (2008). Farias et al. (2012) também observaram que a adição de glicerina bruta na dieta proporcionou redução linear no PVF e no GMD das novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu.

A composição da glicerina é bastante variável, devido aos muitos métodos e ingredientes utilizados na produção do biodiesel (Gott & Eastridge, 2010) e essa variação justifica os diferentes resultados na literatura sobre a utilização desta na alimentação animal.

A diminuição da CA com a inclusão da glicerina está relacionada, provavelmente, ao aumento do GMD. Seu valor médio foi de 8,8 kg de MS kg de ganho de peso^{-1}, valor inferior a 12,25, encontrado por Almeida (2010) em um estudo com novilhas suplementadas a pasto com 0, 3,33; 6,66 e 9,99% de glicerina de baixa pureza. Elam et al. (2008) não notaram diferença na CA de bovinos alimentados em confinamento com adição de 0; 7,5 e 15% de glicerina.

Portanto, a glicerina foi eficientemente aproveitada pelos animais, podendo explicar as relações de consumo, GMD e CA dos animais do tratamento com 12% de glicerina, cujos animais que consumiram o suplemento com 12% de glicerina apresentaram maior GMD que os animais do tratamento com 3, 6 e 9%, porém, com a ingestão de MST 7% inferior à média da ingestão de MST destes.

As médias do PCQ e do RCQ foram de 285,5 kg e de 55%, respectivamente, valores próximos aos de 258,0 kg e 54,7%, obtidos por Eiras et al. (2013) em bovinos não castrados, terminados em confinamento com suplemento contendo diferentes níveis glicerina de média pureza; e de 300,2 kg e 54,42%, obtidos por Pinto et al .(2010) em tourinhos mestiços terminados em confinamento. O peso de carcaça é uma característica importante, pois o frigorífico remunera o produtor pelo peso de carcaça dos animais, reduzindo o valor pago, quando a carcaça não atinge o peso mínimo de 230 kg (Abrahão et al., 2005) ou de 225 kg (Costa et al., 2002; Rotta et al., 2009). Para o RCQ, o valor adequado é 54% (Jorge et al., 2008).

Com relação às características da carcaça, não houve alterações atribuíveis ao tratamento dietético (Tabela 4). Esses resultados corroboram os de Mach et al. (2009), quando avaliaram quatro níveis de glicerina (0,4,8,12%) na dieta de touros holandeses.

O peso e o porte dos animais, independente do sexo, determinam as características de carcaça (Marques et al., 2006). Neste estudo, os animais apresentaram o peso corporal médio ao abate (PCA) de 518,17 kg e comprimento de carcaça (CC), comprimento de perna (CP) e a espessura do coxão (EC) de 145,4 cm, 76,78 cm e 26,5 cm, respectivamente, valores superiores aos encontrados (113,8 cm, 68,2 cm e 21 cm) por Marques et al. (2006), em novilhas terminadas em confinamento com PCA de 316,8 Kg. Eiras et al. (2013), em bovinos da raça Purunã alimentados com glicerina de média pureza com PCA de 472 kg, obtiveram 123,0 cm para CC; 65,2 cm para CP; e 26,8 cm para EC.

A espessura da gordura subcutânea (EGS) não foi alterada com a inclusão da glicerina, resposta não esperada, uma vez que a provável diminuição da razão acetato/propionato com a suplementação com glicerina poderia comprometer a quantidade de acetato, o qual fornece 70 a 80% das unidades de acetil para a lipogênese no tecido subcutâneo (Smith & Crouse, 1984). Entretanto, a dieta proporcionou elevação na ingestão de ácidos graxos, o que poderia ter promovido aumento na EGS.

Conforme Felício (1993), a EGS é um indicador de qualidade da carcaça, pois indica se a dieta é de alta ou baixa energia e por modificar diretamente a velocidade de resfriamento da carcaça, comportando-se como isolante térmico. Assim, o teor baixo de gordura subcutânea (GS) pode causar alterações na qualidade da carne, devido ao encurtamento dos sarcômeros durante a estocagem, em razão do frio. Por outro lado, altos teores de GS, além de indesejáveis, diminuem o rendimento da porção comestível e necessitam ser aparados para comercialização, implicando desperdícios (Kazama et al., 2008). Para Abrahão et al. (2008), quanto maior a EGS, maior o acabamento de carcaça, maior a percentagem de gordura intramuscular.

O valor médio de EGS foi de 3,17 mm, acima do limite mínimo de 3,00 mm exigido pela indústria (Luchiari Filho, 2000), e entre os 3 a 5 mm exigidos para obtenção de carcaças com padrão adequado para evitar perdas por desidratação, além de escurecimento da carne, durante o resfriamento (Muller, 1987). Valores de EGS superiores (4,5mm) ao do presente estudo foram encontrados por Eiras et al. (2013), em touros da raça Purunã alimentados com glicerina de média pureza, e por Prado et al. (2012) e Rotta et al. (2009), em touros terminados em confinamento alimentados com dietas ricas em concentrado. Entretanto, Parsons et al. (2009) notaram redução linear da EGS em bovinos alimentados com quantidades crescentes de glicerina bruta.

Os animais apresentaram valor médio de AOL de 61,9 cm^2 e de AOLC de 26,7 cm^2. Quando comparados com os resultados de Eiras et al. (2013), cuja a AOL foi de 66,5 cm^2 e a AOLC de 26,9 cm^2, observa-se que a AOL foi menor, contudo, a AOLC foi semelhante. De acordo a Luchiari Filho (2000), a recomendação mínima para a AOLC é de 29 cm^2.

O custo do ganho da arroba foi menor (R$ 61,76) para o tratamento em que os animais receberam suplemento com 12% de inclusão de glicerina de baixa pureza na MS, e o maior custo (R$ 95,90) atribuído ao tratamento em que os animais receberam inclusão de 3% (Tabela 5). A margem de lucro em relação ao preço recebido pela arroba

de carne também foi maior em animais alimentados com 12% de glicerina de baixa pureza na dieta.

Tabela 5. Análise econômica das dietas experimentais em relação ao ganho em arrobas de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza [1].

Variáveis	Nível de inclusão de glicerina (%MS)				
	0	3	6	9	12
Custo do suplemento (R$/ kg de MS)	0,68	0,66	0,65	0,62	0,62
Consumo de suplemento (kg/dia)	4,160	4,610	3,930	4,780	4,570
Custo do suplemento (R$ / cabeça por dia)	2,83	3,04	2,55	2,96	2,83
GMD (kg /cabeça por dia)	1,120	0,952	1,212	1,438	1,376
Preço da arroba (em R$)	99,00	99,00	99,00	99,00	99,00
Dias para ganho de 1 arroba	26,8	31,5	24,7	20,9	21,8
Custo do suplemento (R$ /arroba)	75,79	95,90	63,21	61,82	61,76
Margem de lucro do suplemento (%) [2]	23,44	3,13	36,15	37,56	37,62

[1] Os preços dos ingredientes referem-se a valores com frete incluso: milho, R$ 0,56 kg^{-1}; farelo de soja, R$ 1,07 kg^{-1}; glicerina de baixa pureza, R$ 0,20 kg-^{1}; suplemento mineral, R$ 1,2 kg-^{1}; ureia, R$ 1,20 kg^{-1}; calcário, R$ 1,50 kg^{-1};[2] Margem de lucro = (preço da arroba(R$ kg^{-1}) - custo da dieta (R$ arroba-^{1})/preço da arroba. Considerou-se o preço recebido de R$ 99,0 pela arroba.

Esses resultados podem ser em decorrência da CA dos animais, que foi melhor para o nível de inclusão de 12% de glicerina e pior para o nível de 3%. Segundo Lage et al. (2010), o balanço ótimo entre a CA e os custos dos ingredientes da dieta definem o nível ótimo de glicerina de baixa pureza na dieta que, neste estudo, foi o de 12%.

Com relação aos resultados da análise de sensibilidade do custo do ganho da arroba das diferentes dietas, com diferentes preços da glicerina de baixa pureza (% do preço do milho grão), observa-se que a dieta, quando a glicerina de baixa pureza representar entre 35 a 40% do preço do milho (no período avaliado, o preço da glicerina de baixa pureza representou 35,7% do preço do milho), o nível ótimo é o de 12% (Tabela 6), o que foi comprovado com os resultados da margem de lucro. Esse nível mantém-se como ideal até a glicerina de baixa pureza representar 70% do preço do milho.

Porém, quando o preço da glicerina de baixa pureza for referente a valores entre 70% e 160% do preço do milho, recomenda-se a inclusão de 6% de glicerina no concentrado. A partir do percentual de 160%, não se indica a inclusão de glicerina de baixa pureza na dieta de bovinos em fase de terminação. A inclusão de 3% de glicerina de baixa pureza não é indicada em nenhuma situação, pois, devido, provavelmente, ao

pior valor de CA observado para esse tratamento, o custo da dieta ficou superior àquela sem glicerina.

Tabela 6. Análise de sensibilidade da variação do preço da glicerina bruta (% do preço do milho) sobre o custo do ganho de carcaça (R$ kg^{-1} de ganho em arroba) de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

Preço da glicerina	Nível de inclusão de glicerina (%MS)				
(% do preço do milho)	0	3	6	9	12
0	75,37	94,04	63,18	60,75	56,95
10	75,37	94,04	63,93	61,99	58,48
20	75,37	94,04	64,67	63,24	60,00
30	75,37	95,69	65,42	64,48	61,53
40	75,37	95,69	66,17	65,73	63,06
50	75,37	96,79	66,92	66,97	64,59
60	75,37	96,79	67,67	68,21	66,12
70	75,37	96,79	67,67	69,46	67,65
80	75,37	98,43	69,17	70,70	69,18
90	75,37	98,43	69,91	71,95	70,71
100	75,37	98,43	70,66	73,19	72,24
110	75,79	100,08	71,41	74,44	73,77
120	75,79	100,63	72,16	75,68	75,29
130	75,79	101,18	72,91	76,93	76,82
140	75,79	101,73	73,66	78,17	78,35
150	75,79	102,28	74,41	79,41	79,88
160	75,79	102,83	75,15	80,66	81,41
170	75,79	103,38	75,90	81,90	82,94

De acordo com Lage et al. (2010), a inclusão de até 6% de glicerina bruta otimiza a CA dos animais e reduz o custo do ganho de carcaça, quando o preço do coproduto representa até 70% do preço do milho, ao avaliar a inclusão de 0, 3, 6, 9 e 12% de glicerina bruta na dieta de cordeiros machos não castrados da raça Santa Inês.

Almeida (2010) observou, após a avaliação econômica do uso de glicerina bruta na dieta (0; 3,33; 6,66 e 9,99%) de novilhas em fase de terminação em pastagem de *Brachiaria brizantha*, que, embora o nível de 9,99% apresentasse GMD semelhante aos demais tratamentos, teve menor custo com alimentação, resultando em menor custo por área, o que o torna mais atrativo, quando comparado às taxas obtidas nos demais tratamentos. Utilizando os mesmos níveis de glicerina de baixa pureza usados nesse

estudo, na dieta de vacas lactantes alimentadas com cana-de-açúcar, Costa et al. (2013) concluíram que o nível de 12% de glicerina bruta é o mais eficiente tanto no aspecto de produtividade quanto no aspecto de lucratividade.

Pellegin et al. (2012) testaram o efeito de níveis de glicerina bruta na dieta de cordeiros em substituição ao milho e constataram redução de 19,5% no custo do suplemento entre os níveis 0 e 30%.

Conclusões

A inclusão de glicerina de baixa pureza em até 12% na matéria seca total na dieta de bovinos de corte não castrados, terminados a pasto, afeta a ingestão de extrato etéreo e a digestibilidade dos componentes nutricionais, mas não altera as características de carcaça, além de otimizar a conversão alimentar. A glicerina, como uma alternativa ao milho, mostra-se bastante promissora, pois permite desempenho animal superior aos animais alimentados com milho como principal fonte energética. Além disso, reduz o custo de produção de arroba de carne, quando o preço desse coproduto representa até 70% do preço do milho.

Referências

ABO EL-NOR, S.; ABUGHAZALEH, A. A.; POTU, R. B.; HASTINGS, D.KHATTAB,M.S.A. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal feed Science and Tecnology**, v.162, p.99-105, 2010.

ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D.; MOLETTA,J.L. Características de carcaças e da carne de tourinhos submetidos a dietas com diferentes níveis de substituição do milho por resíduo úmido da extração da fécula de mandioca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1640-1650, 2005.

ABRAHÃO, J. J. S., MARQUES, J. A., MACEDO, L. M., PRADO, J. M., VISANTAINER, J. V., PRADO, I. V. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. Acta Scientiarum Animal Sciences, v. 30, n. 4, p.443-449, 2008.

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**, n. 3, p. 313-319, 2011.

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. **Journal of Animal Science**, 74: 3063–3075. 1996.

ALMEIDA,V.S. **Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens**.2010.114p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ARAÚJO, H. S.; SABBAG, O. J.; LIMA, B. T. M. Aspectos econômicos da produção de bovinos de corte. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 82-89, 2012.

CASALI, A.O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C., PEREIRA, J.C., HENRIQUES, L.T., FREITAS, S.G., PAULINO, M.F. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia** 37, 335-342, 2008.

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

CLIMACO, S. M.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. Desempenho e características de carcaça de bovinos de corte inteiros ou castrados e suplementados ou não durante o inverno. **Acta Animal Science**, v. 28, n. 2, p. 209-214, 2006.

COSTA, E.C.; RESTLE, J.; BRONDANI, I.; PEROTTONI,J.; FATUR, CRISTIAN.; MENEZES, L.F.G. Composição física da carcaça, qualidade da carne e conteúdo de colesterol no músculo *Longissimus dorsi* de novilhos Red Angus superprecoces, terminados em confinamento e abatidos com diferentes pesos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.31, n.1, p.417-428, 2002.

COSTA,L.T.; SILVA,F.F.; PIRES,A.J.V. Análise bioeconômica de níveis de glicerina bruta em dietas de vacas lactantes alimentadas com cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Agrárias,** v. 34, n. 2, p. 833-844, 2013.

DETMANN,E.;VALADARES FILHO,S.C. Sobre a estimação de carboidratos não fibrosos em alimentos e dietas. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia.v.62,n.4, 2010.

EIRAS,C.E.; BARBOSA,L.P.; MARQUES,J.A.; ARAÚJO, F. L.; LIMA,B. S.; ZAWADZKI, F.; PEROTTO, D.; PRADO, I.N. Glycerine levels in the diets of crossbred 1 bulls finished in feedlot: animal performance, carcass dressing, feed intake and apparent digestibility. Artigo submetido ao comitê editorial do periódico científico **Animal Feed Science and Technology,** 2013.

ELAM, N.A.; ENG, K.S.; BECHTEL, B.; HARRIS, J.M.; CROCKER, R. Glycerol from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets**. Proceedings of the Southwest Nutrition Conference. Tempe AZ**. n.21, 2008.

EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M. & OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista da Sociedade Brasileira de Zootecnia** 21:691-702,1992.

FARIAS,M.S.;PRADO,I.N.;VALERO,M.V.; ZAWADZKI, F., SILVA, R. R., EIRAS, C. E. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. **Ciência Rural**,v.42,n.7, p,1177-1187,2012.

FAPRI – Food and Agricultural Policy Research Institute. **FAPRI World Agricultural Outlook Database**. Available at <http://www.fapri.iastate.edu/tools/outlook.aspx>. Accessed on . Feb, 20, 2013.

FERRARO, S. M.; MENDONZA, G. D.; MIRANDA, L. A.; GUTIÉRREZ, C.G. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses. **Animal feed Science and Technology**, v.154, p.112-118, 2009.

FELÍCIO, P.E. Fatores ante e post-mortem que afetam a qualidade da carne vermelha. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 30., 1993, Rio de Janeiro. **Anais...** Rio de Janeiro: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.43-52, 1993.

GOTT, P.; EASTRIDGE, M.L. Variation in the chemical composition of crude glycerin. In: 19th ANNUAL TRI-STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, 19., 2010, Fort Wayne. **Procedings…** Fort Wayne: Indiana, 2010.p.1-7.

GUNN, P. J., M. K. NEARY, R. P. LEMENAGER.; S. L. LAKE. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Jornal Animal Science**,v.88, p.1771,2010a.

GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.; VAN EMON, K. L. Effects of Elevated Crude Glycerin Concentrations on Feedlot Performance, Carcass Characteristics, and Serum

Metabolite and Hormone Concentrations in Finishing Ewe and Wether Lambs. **The Professional Animal Scientist,**v, 22,p298–306,2010 b.

HESS, B. W.; LAKE, S. L.; GUNTER, S. A. Using glycerin as a supplement for forage-fed ruminants. **Jornal Animal Science**,v, 86,p.392,2008.

JORGE, A.M.; FONTES, R.C.; CERVIERI, R. Crecimento relativo e composição do ganho de tecidos da carcaça de zebuínos de quatro raças. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.986-991, 2003.

KAZAMA, R.; ZEOULA, L. M.; PRADO, I. N.; SILVA, D. C.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M. Características quantitativas e qualitativas da carcaça de novilhas alimentadas com diferentes fontes energéticas em dietas à base de cascas de algodão e de soja. **Revista Brasileira de Zootecnia**,v.37, n. 2, 2008.

KIMURA, F. T.; MILLER, V. L. Chromic Oxide Measurement, improved determination of chromic oxide in cow feed and feces. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.5, n. 3, p.216, 1957.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. Santa Maria: Editora Santa Maria, 3ª ed., 2011, 216 p.

LAZZARINI, I.; DETMANN, E.; SAMPAIO, C.B. Intake and digestibility in cattle fed low-quality tropical forage and supplemented with nitrogenous compounds. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.2021- 2030, 2009.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L.G.R.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; DE OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; DE PAIVA SOUZA, N.K.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 45, 1012-1020, 2010.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuaria da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets**. Journal Animal Science**, v.87, p.632–638, 2009.

MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; MOLETTA, J. L. et al. Características físicoquímicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35,n.4, p.1514-1522, 2006.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R.D.; OKAWA, H.; PEROSO, I.A. Metodologia de custo utilizada pelo IEA. **Agricultura em São Paulo**, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-39, 1976.

MCMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIAO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPOSIO SOBRE TOPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. Anais... Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: **Forage Quality,Evaluation, and Utilization**, G. C. Fahey, Jr, M. Collins, D. R. Mertens, and L. E. Moser, ed., American Society of Agronomy, Crop Science Society of America, and Soil Science Society of America,Madison, WI. p.450– 493,1994.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. Academic Press, New York, 1990. 483p.

MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L. S.; DETMANN, E.; VALADARES, R. F.D.; MORAES, K. A.K. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.914-920, 2006.

MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; CECATO, U.; WADA, F.Y.; MIZUBUTI,I,Y. Forage evaluation, chemical composition, and in vitro digestibility of continuously grazed star grass. **Animal Feed Science and Technology**, v.113, n.4, p. 239-249, 2004.

MOTTA, V. T. **Bioquímica**. 2 ed. Rio de Janeiro. Medbook Editora Científica, 2011.

MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos**. 2.ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1987. 31p.

NASCIMENTO, P. M. L.; FARJALLA,Y. B.; NASCIMENTO, J. L. Consumo voluntário de bovinos. **Revista eletrônica veterinária**. v. 10, n.10, 2009.

NASCIMENTO, M. L.; PAULINO, M. F.; DETMANN, E.; LEÃO, M. I.; VALADARES FILHO, S. C.; HENRIQUES, L. T. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.861-872, 2010.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7. Ed. Washington, D.C. 2001,381p.

NEIVA, J. N. M.; LEÃO, J. P.; RESTLE, J.; PAULINO, P. V. R.; SANTANA, A. M.; MIOTTO, F. C.; MÍSSIO, R. S. Consumo e desempenho de bovinos de aptidão leiteira em confinamento alimentados com glicerol. **Ciência Animal Brasileira**, v.13, n.4, p. 421-428, 2012.

NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger principles of biochemistry**. 5. ed . New York: Worth Publishers, 2010. 1304p.

OLIVEIRA, R.L.; FERREIRA, A. C.; LEÃO, A. G. Suplementação protéica e energética em pastagens. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO ANIMAL A PASTO, 1., 2011, Maringá. **Anais...** Maringá: Estampa, 2011. p.221-245.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1‑14, 1980.

PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal Animal Science**, v.87, p.653-65, 2008.

PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. Glycerin., 2008.

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

PAULINO, M. F.; FIGUEIREDO, D. M.; MORAES, E. H. B. K. PORTO, M. O; SALES, M. F. L.; ACEDO, T. S.; VILLELA, S. D. J.; VALADARES FILHO, S. C Suplementação de Bovinos em pastagens: uma visão sistêmica. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 4., 2004, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: Universidade Federal de Viçosa, 2004. p.93-144.

PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; VALENTE, E.E.L. Nutrição de bovinos em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 2008 Viçosa. **Anais...** Viçosa: IV, p.131-169, 2008.

PELLEGRIN,A.C.R.S.;PIRES,C.C.;CARVALHO,P.S.;PACHECO,P.S.;PELEGRINI,L .F.V.;GRIEBLER,L.;VENTURINI,R.S..Glicerina bruta no suplemento para cordeiros lactentes em pastejo de azevém. **Ciência Rural**,v.42, n.8, 2012.

PINTO,A.P.;ABRAHÃO,J.J.;MARQUES,J,A. Desempenho e características de carcaça de tourinhos mestiços terminados em confinamento com dietas à base de cana-de-açúcar em substituição à silagem de sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.39, n.1, p.198-203, 2010.

PRADO, I. N., MAGGIONI, D., ABRAHÃO, J. J. S.; VALERO, M.V.; PRADO,R.M.; SOUZA, N.E. Meat quality of crossbred bulls fed with sorghum silage or sugar cane and slaughtered at two levels of fat thickness. **Acta Scientiarum Technology**, 34(3), 337-344, 2012.

POPPI, D.P. & MCLENNAN, S.R. Protein and energy utilization by ruminants at pasture. **Journal of Animal Science**, v.73, p.278-290, 1995.

PYATT, A.; DOANE, P. H.; CECAVA, M. J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.85(Suppl. 1): p.412 (Abstr.), 2007.

RAMOS,M.H.;KERLEY,M.S.Effect of dietary crude glycerol level on ruminal fermentation in continuous culture and growth performance of beef calves. **Journal Animal Science**, 2012. Available: http:/ /< www. Journal of animal science.org/content/90/3/892>. Accessed on.apr, 12, 2013.

ROTTA, P. P., PRADO, R. M., PRADO, I. N.; VALERO, M.V.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R.The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. **Asian-Australasian Journal of Animal Sciences**, 22(12), 1718-1734, 2009.

RUSSELL, J.B., WILSON, D.B. Why are ruminal cellulolytic bacteria unable to digest cellulose at low pH? **Journal Dairy Science** v.79, p.1503–1509, 1996.

SALIBA, E. O. S.; FERREIRA, W. M.; PEREIRA, R. A. N. Lignin from *Eucalyptus grandis* as indicator for rabbits in digestibility trials. **Tropical e Subtropical Agroecosystema**, v.3, p.107-109, 2003.

SCHRODER, A; SUDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants. 10 international rapeseed congress,Canberra/Australia, 1999.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.O.H. Glycerol as a by‐product of biodiesel production in diets of ruminants. Kiel: University of Kiel, 2007. Available at:<http://regional.org.au/au/gcirc/1/241. htm>. Accessed on: 10 may. 2013.

SILVA, F. F.; SÁ. J. F.; SCHIO, A. R.; SCHIO, A. R.; ITAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. **Revista Brasileira de Zootecnia.** v.38, p.371-389, 2009.

SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SMITH, S. B.; CROUSE, J.D. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **Jornal Nutrition**, v.114,p.792,1984.

SNIFFEN, C. J., OCONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J.; FOX, D. J.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.

STROBEL, H. J., RUSSELL, J. B. Effect of pH and energy spilling on bacterial protein synthesis by carbohydrate limited cultures of mixed rumen bacteria. **Journal Dairy Science**, v, 69, n.11, p.2941-2947, 1986.

TECPAR – **Instituto de Tecnologia do Paraná. Divisão de Biocombustíveis** – Relatório de ensaio. Produto glicerina. Curitiba – Paraná, 2010.

VALADARES FILHO, S. C.; PAULINO, P. V. R.; MAGALHAES, K. A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE**. Vicosa, MG: UFV, DZO, 2006. 142p.

VALADARES FILHO, S. C.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: **Nutrição de ruminantes**. Editores: Berchielli TT, Pires AV, Oliveira SG. Funep (Jaboticabal- SP), 51-178, 2006.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carboydrate metodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W. J.; YANG, W. Z.; DONG, K. H.; HUANG, Y. X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, v. 121, p. 15-20, 2009.

WEISS,W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS**, 61., 1999, Proceedings... Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

IV-CAPÍTULO II

COMPOSIÇÃO QUÍMICA E PERFIL DE ÁCIDOS GRAXOS DO MÚSCULO DO *LONGISSIMUS DORSI* DE BOVINOS SUPLEMENTADOS A PASTO COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA

RESUMO – Objetivou-se avaliar a composição química e o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de 35 bovinos machos não castrados, mestiços, com predominância da raça Nelore, com peso inicial médio de 428,0 ± 32,11kg, terminados a pasto e suplementados na proporção de 1,0% do peso corporal. Os animais foram distribuídos em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco tratamentos e sete repetições. O período experimental compreendeu os meses de setembro a dezembro de 2010, num total de 74 dias. Os suplementos continham 0, 3, 6, 9 e 12% de glicerina de baixa pureza na matéria seca total. Não foram observadas diferenças estatísticas (P>0,05) para os teores de umidade (73,63%), proteína bruta (22,81%), lipídios totais (1,17%) e matéria mineral (1,07%) no músculo *Longissimusi dorsi*. A deposição na carne dos ácidos graxos 21:0, 18:1 ω -11t, CLA e concentração total de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) e a razão ω - 6 : ω - 3 aumentou linearmente (P<0,05), entretanto, a dos ácidos graxos 24:00, 18: ω -3, 20:3 ω -3, 20:5 ω-3, 22:6 ω -3, a concentração total de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e o ω -3 diminuiu linearmente (P<0,05) com o aumento do nível de inclusão de glicerina. Os demais ácidos graxos não foram alterados pela adição da glicerina, assim como os teores de ácidos graxos saturados (AGS) e insaturados (AGPI) (P>0,05). A ingestão da glicerina de baixa pureza pode promover alterações na composição dos ácidos graxos da carne.

Palavras-chave: carne,extrato etéreo, suplementação, saúde.

IV CHAPTER II

CHEMICAL COMPOSITION AND FATTY ACID PROFILE OF LONGISSIMUS DORSI MUSCLE OF CATTLE FINISHED ON PASTURE RECEIVING GLYCERIN LOW PURITY SUPPLEMENTATION

ABSTRACT - The objective of this work was evaluating the chemical composition and fatty acid profile of the Longissimus dorsi muscle of 35 male non-castrated cattle, crossbred with Nelore dominance, with an average initial weight of 428,0 ± 32.11 kg, finished on pasture and supplemented with a concentrate of 1.0% of body weight. The animals were distributed in a completely randomized design (CRD) with five treatments and seven replications each. The experimental period corresponded to the months from September to December 2010, a total of 88 days, the first 14 days for animal adaptation to the handling and the experimental diets. The supplements containing different levels of inclusion of crude glycerin in total dry matter: 0, 3, 6, 9 and 12%. There were no differences (P> 0.05) for moisture content (73.63%), crude protein (22.81%), lipids (1.17%) and mineral matter (1.07%) in Longissimusi dorsi muscle to the tested diets. The deposition in the flesh of heneicosílico acids (C21: 0), trans vaccenic (C18: 1 ω-11t), conjugated linoleic acid, CLA (C18 :2-c9-t11) and total concentration of monounsaturated fatty acids (AGMI) and reason ω - 6: ω - 3 increased linearly (P <0.05), while that of lignoceric acid (C24: 00), α-linolenic acid (C18: ω -3), eicosatrienoic (C20: 3 ω -3), eicosapentaenoic (C20: 5 ω-3), docosahexaenoic (C22: 6 ω -3), the total concentration of polyunsaturated fatty acids (AGPI) and ω -3 decreased linearly (P <0.05) with the increase in the level of glycerine inclusion on the diet. The other fatty acids were not altered by the addition of glycerin, as well as the levels of saturated fatty acids (AGS) and unsaturated fatty acids (AGPI) (P> .05). The chemical composition and fatty acid profile of the Longissimus dorsi muscle of the analyzed cattle show little variation due to the inclusion of crude glycerin in the diet.

Keywords: glycerol, meat, ether extract, supplements, health

Introdução

A terminação de bovinos suplementados a pasto é uma prática que tem despertado o interesse de produtores. Essa técnica promove regularidade de oferta da carne durante o ano e o retorno mais rápido do capital investido, principalmente devido à redução da idade de abate dos animais (Oliveira et al., 2012).

Todavia, a suplementação ainda é considerada uma técnica onerosa, devido ao elevado valor dos principais ingredientes da ração. Esses gastos podem representar 70% dos custos operacionais (Marques et al., 2002). Dessa forma, é grande a busca de alimentos alternativos que possam substituir parte do concentrado fornecido, para reduzir as despesas de produção sem prejudicar o consumo e o desempenho dos animais.

Nesse sentido, uma gama de coprodutos vem sendo gerada pela indústria de biocombustíveis e alguns estudos têm mostrado o seu potencial para uso na alimentação animal. O biodiesel é um combustível biodegradável, derivado de fontes renováveis, que pode ser obtido por diferentes processos de esterificação (Biodiesel, 2013). De acordo com Lage et al. (2010), a obrigatoriedade da inclusão do biodiesel ao diesel levará a geração de coprodutos que necessitam de destinos ecologicamente corretos e economicamente viáveis.

Um dos coprodutos da produção do biodiesel é a glicerina que, quando purificada, apresenta teores acima de 95,5% de glicerol e é amplamente utilizada na indústria farmacêutica e alimentícia. Entretanto, a glicerina bruta, cuja concentração de glicerol varia entre 50 a 70%, não tem destino definido, necessitando de formas alternativas de utilização (Gonçalves et al., 2006).

Existe um amplo interesse na utilização da glicerina bruta na alimentação animal, sobretudo, devido ao seu valor energético (Menten et al., 2008). A glicerina pode substituir, em parte, os ingredientes energéticos da ração, principalmente o milho (Fávaro, 2010)

Segundo Donkin (2008), o glicerol é fermentado no rúmen a ácidos graxos de cadeia curta. Para Pluske (2007), 50 a 70% do glicerol ingerido desaparecem do rúmen em 4 horas, levando a um aumento na produção de propionato. Wang et al. (2009), ao estudarem os efeitos da inclusão de glicerina na dieta de bovinos sobre a fermentação

ruminal, perceberam que a produção de propionato aumentou e a razão acetato:propionato diminuiu.

O propionato pode ser convertido no fígado em glicose (Krehbiel, 2008) e o aumento na concentração sanguínea de glicose promove maior secreção de insulina, que estimula o aumento da síntese de gordura e proteína e inibe a degradação de gordura e proteína em nível tecidual (Fluharty, 2009).

Menores teores de lipídios totais, de ácidos graxos saturados e de calorias, assim como maiores teores de ácidos graxos poli-insaturados e os das séries ω - 6 e ω - 3 e a razão existente entre os mesmos, são características da carne que despertam maior interesse nos consumidores (Climaco et al., 2011), pois são descritas como preventivas a doenças cardiovasculares e ao câncer (Lima Júnior, 2011). Entretanto, altas concentrações de ácidos graxos poli-insaturados podem modificar a textura da gordura, o sabor e o aroma da carne (Luchiari Filho, 2000), além do tempo de prateleira dos cortes (Wood et al., 2003).

Diante disso, objetivou-se avaliar as características químicas e o perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos, não castrados, terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens* e suplementados com glicerina bruta.

Material e Métodos

O experimento de campo foi realizado no Setor de Bovino de Corte da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus de Cruz das Almas – BA, em uma área de 35 hectares (ha), formada de *Brachiaria decumbens* e dividida em cinco piquetes de 7 ha, com acesso à praça de alimentação.

Utilizou-se 35 animais machos não castrados, mestiços, com predominância de raça Nelore, com peso corporal médio inicial de 428,0 kg ± 32,11 e suplementados na proporção de 1,0% do peso corporal (PC). Os animais foram distribuídos em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e sete repetições cada. O período experimental compreendeu os meses de setembro a dezembro de 2010, num total de 88 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais ao manejo e às dietas experimentais.

As dietas experimentais continham 0, 3, 6, 9 e 12% de inclusão de glicerina bruta na dieta total, sendo formuladas segundo o NRC 2000, para atender às exigências

de mantença e ganho médio diário (GMD) de 1,2 kg, e fornecidas diariamente às 11 horas.

Para reduzir a influência da variação de biomassa entre piquetes e a eliminação de possíveis efeitos de ambiente sobre os tratamentos, os animais, juntamente com os tratamentos, foram rotacionados entre os piquetes a cada sete dias.

As análises químicas das amostras da forragem e dos suplementos (Tabela 1) foram realizadas no laboratório de nutrição animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Itapetinga-BA. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada, a 55ºC, por 72 horas, para pré-secagem, e, então, moídas em moinho tipo *Willey*, em peneira com crivos de 1 mm. Foram avaliados os teores de MS, massa orgânica (MO), PB, EE, segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002). Para a determinação da fibra em detergente neutro (FDN), utilizou-se a metodologia proposta por Van Soest et al. (1991).

Os carboidratos totais (CHOT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como: CHOT=100- (%PB+% EE+% cinzas). O conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN, e os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010).

CNFcp= $\left(100\text{-}\left(\%\ \text{FDNcp-}\left(\%\ \text{PB-PBu+U}\right)\text{- }\%\ \text{EE-}\%\ \text{cinzas}\right)\right)$, em que:

PBu = proteína bruta da ureia; U= quantidade de ureia.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), utilizando-se a FDN e CNF, corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

NDT(%)=PBD+FDNcpD+CNFcpD+2,25 EED

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD= FDNcp digestível; CNFcpD= CNFcp digestíveis; e EED= EE digestível. Os teores de nutrientes digestíveis totais, estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Para a energia metabolizável, considerou-se que 1,0 kg de NDT equivalem a 4,409 Mcal de energia digestível e, para a transformação em energia metabolizável, utilizou-se o valor de 82% de eficiência de utilização de energia digestível.

A composição físico-química da glicerina foi realizada pelo método de Karl Fischer, no Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Curitiba - PR. Os resultados

em porcentagem na matéria natural foram: 43,9% de glicerol, 6,0% de metanol, 33,6% de ácidos graxos totais, 9,0% de água e 7,3% de matéria mineral.

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados

		Níveis de inclusão de glicerina de baixa pureza				
	Brachiaria decumbens	0	3	6	9	12
Ingredientes (%)						
Milho Grão Moído		79,35	70,91	62,30	53,53	44,58
Farelo de Soja		17,30	18,95	20,64	22,35	24,10
Glicerina		-	6,76	13,65	20,68	27,85
Ureia		1,85	1,87	1,88	1,90	1,92
Mistura Mineral		0,99	1,00	1,00	1,02	1,02
Calcário		0,51	0,51	0,52	0,52	0,53
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Componentes						
Matéria seca (%)	31,60	85,81	87,52	86,00	84,49	85,36
Matéria mineral (%)	8,30	3,06	3,30	3,53	3,49	3,81
Matéria orgânica (%)	91,70	96,94	96,70	96,47	96,51	96,19
Proteína bruta (%)	13,10	24,39	24,69	24,29	22,33	23,54
Extrato etéreo (%)	2,98	3,13	5,39	6,23	6,62	8,56
Fibra em detergente neutro (%)	69,61	25,49	25,01	25,25	18,98	18,51
FDNcp[2] (%)	62,32	13,64	7,41	5,87	6,33	4,28
Carboidratos totais (%)	75,55	69,42	66,62	65,95	67,56	64,09
Carboidratos não fibrosos (%)	5,94	43,93	41,61	40,70	48,58	45,58
NDT[3](%)	56,87	89,00	85,84	84,87	92,13	92,66
CEM[4] (Mcal de EM/kg de MS)	3,88	3,92	3,78	3,74	4,06	4,09

[1] Cloreto de sódio (NaCl) - 47,15g; Fosfato bicálcico - 50g; Sulfato de zinco - 1,5g; Sulfato de cobre- 0,75g; Sulfato de cobalto - 0,05g; Iodato de potássio -0,05g; Sulfato de magnésio- 0,5g. [2]Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas;[3]NDT= nutrientes digestíveis totais estimados segundo NRC (2001);[4]CEM= concentração de energia metabolizável.

No final do período experimental e após jejum de sólidos por 14 horas, os animais foram pesados e, posteriormente, foram abatidos no Abatedouro Comercial Frifeira, localizado na cidade de Feira de Santana-BA, pela insensibilização, com auxílio de pistola de pressão e, em seguida, foram realizadas a suspensão e a sangria, por meio de secção na veia jugular.

Logo após o abate, as carcaças foram identificadas e pesadas e, em seguida, foram resfriadas por 24 horas a 2ºC. Após o resfriamento, uma seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 11ª e 13ª costelas de cada meia-carcaça esquerda, foi retirada, congelada e encaminhada ao Laboratório de Análises de Alimento e Nutrição Animal da Universidade Estadual de Maringá-PR, para análises posteriores.

Para realização das análises químicas, as amostras foram descongeladas em temperatura ambiente com posterior remoção da gordura de cobertura, sendo o remanescente moído para determinação dos teores de MS, MM e PB, segundo metodologia descrita por Silva & Queiroz (2002). O teor de nitrogênio total (N) foi obtido pelo método semimicro Kjeldahl (Cunnif, 1998) e convertido em proteína bruta (PB), usando o fator 6,25, pela equação: N (%) X 6,25 = PB (%).

Para a extração dos lipídios totais dos concentrados, forragem e da glicerina bruta, utilizou-se a metodologia proposta por Folch et al. (1957) e, para os lipídios da carne, o método desenvolvido por Bligh & Dyer (1959).

O método utilizado para a preparação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada conforme método 5509 da ISO (1978).

A análise cromatográfica foi conduzida utilizando um cromatógrafo a gás Varian, modelo CP-3380, equipado com detector de ionização em chama, injetor do tipo com/sem divisão de amostra e coluna capilar de sílica fundida CP-7420 (100% cianopropil ligado, dimensões: 100 m, 0,25 mm d.i. e 0,25 μm de fase estacionária).

As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas a 220°C e 240°C, respectivamente. As vazões dos gases foram de 1,4 mL/min para o gás de arraste (H_2), 30 mL/min para o gás-auxiliar (N_2), 30 mL/min e 300 mL/min para o gás (H_2) e para o ar sintético da chama, respectivamente.

O divisor de amostra foi de 1/80. Os parâmetros de operação usados foram: temperatura da coluna de 165°C, por 12 minutos, sendo então elevada para 180°C a uma taxa de 40°C/minuto, permanecendo nessa temperatura por 15 minutos e, em seguida, elevada para 240°C a uma taxa de 15°C/minuto, por 18,62 minutos, que resultou em uma corrida de 50 minutos. As áreas dos picos foram determinadas através do software Workstation 5.0 (Varian).

A quantificação dos ácidos graxos foi realizada após a normalização das áreas. Os picos foram identificados por comparação dos tempos de retenção de padrões de

ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA) e após verificação do comprimento equivalente de cadeia.

Foram quantificados 16 ácidos graxos (Tabela 2) nos suplementos, *Brachiaria decumbens* e glicerina de baixa pureza, sendo os majoritários: os ácidos graxos linoleico (18:2ω - 6), oleico (18:1ω - 9c), palmítico (C16:0), esteárico (C18:0) e o α linolênico(18:3ω - 6).

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos dos suplementos, *Brachiaria decumbens* e da glicerina de baixa pureza

Ácidos graxos (%)	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)						
	0	3	6	9	12	*Brachiaria*	Glicerina
Saturados (AGS)							
C14:0 (miristico)	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	1,6	0,81
C16:0 (palmítico)	14,8	13,2	14,0	15,0	15,8	31,7	20,2
C17:0 (margárico)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,27
C18:0 (esteárico)	2,7	3,3	2,6	2,6	2,6	2,3	5,13
C20:0 (araquídico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,50
C21:0(heneicosanoico)	0,5	0,5	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0
C22:0 (behênico)	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
C24:0 (lignocérico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,05
Monoinsaturados (AGMI)							
C14:1 (miristoleico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,18
C16:1 ω - 9						0,7	0,0
(9 palmitoleico)	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3		
C16:1 - ω 7						0,4	0,0
(7 palmitoleico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
C18:1 - ω - 9 c						1,8	22,3
(oléicos)	29,5	29,3	25,4	22,3	21,0		
C18:1ω -7t						0,4	1,0
(octadecanoico)	0,6	0,8	0,8	0,7	0,1		
Poli-insaturados (AGPI)							
C18:2 ω – *6 (*linoleico)	49,2	50,2	53,9	56,4	56,9	14,5	45,7
C18:3 ω - 3						43,7	0,32
(α linolênico)	1,9	2,0	2,3	2,3	2,4		
C18:3 ω – 6 (γ						0,0	1,73
linolênico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0		
Somatórios e Razão							
AGS	19,06	17,58	17,32	17,98	19,25	36,43	27,00
AGMI	30,10	30,34	26,45	23,20	21,49	5,29	25,20

AGPI	50,84	52,08	56,23	58,82	59,26	58,28	47,80
ω - 6[1]	49,03	50,07	53,97	56,49	56,90	14,47	46,00
ω - 3[2]	1,81	2,01	2,27	2,32	2,36	43,81	1,73
ω - 9[3]	29,57	29,57	25,60	22,52	21,37	4,43	0,00
AGS/AGPI[4]	0,37	0,34	0,31	0,31	0,32	0,73	0,56
ω - 6/ω - 3[5]	27,04	24,90	23,80	24,31	24,08	0,33	26,60

[1] ácidos graxos da série ω - 6;[2]ácidos graxos da série ω - 3; [3]ácidos graxos da série ω - 9; [4] razão ácidos graxos poli-insaturados:ácidos graxos saturados;[5] razão ácidos graxos da série ω- 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Resultados e Discussão

Não houve efeito da dieta (P>0,05) sobre as concentrações de umidade, proteína bruta (PB), lipídios totais e matéria mineral (MM) no músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 3). Os valores médios encontrados de umidade, PB, lipídios totais e MM foram 73,7, 22,8, 1,2 e 1,07%, respectivamente.

Tabela 3. Composição química do músculo Longissimus dorsi de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

Variáveis (% MS)	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
	0	3	6	9	12		L	Q	C
Umidade	73,5	74,2	73,5	73,6	73,4	0,21	0,47	0,44	0,26
Proteína bruta	23,4	22,5	22,8	22,7	22,4	0,28	0,18	0,50	0,23
Lipídios totais	1,1	0,9	1,3	1,1	1,2	0,10	0,20	0,18	0,25
Matéria mineral	1,0	1,0	1,0	1,1	1,0	0,01	0,82	0,24	0,21

EPM=Erro padrão da média. L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina bruta na dieta

A composição química do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos é relativamente constante, mesmo em diferentes condições de terminação, alimento, raça e idade (Silva et al., 2001; Marques et al., 2006). Entretanto, a quantidade e a natureza dos lipídios são altamente variáveis, dependentes das condições de alimentação, da digestão, da absorção intestinal, do metabolismo hepático e do sistema de transporte desses lipídios (Geay et al., 2001).

Embora alguns estudos comprovem qua a maioria da glicerina é convertida em propionato (Schroeder & Südekum, 1999; DeFrain et al., 2004), esperava-se um aumento no acumúlo de gordura intramuscular, pois a glicose é o fornecedor primário

de unidades de acetil para a lipogênese intramuscular, proporcionando entre 50 e 75% das unidades de acetil (Smithe Crouse, 1984). Todavia, a inclusão de glicerina não influenciou o nível de lipídios totais (P>0,05%), cuja média foi 1,17%, abaixo dos 5%, considerado pelo Food Advisory Commitee, como alimentos de baixo teor de gordura. Porém, inferior aos valores (2,9-3,0%), citados por Campion et al. (1975), como mínimos de lipídios presentes na carne capaz de proporcionar maciez e suculência.

Com relação ao perfil de ácidos graxos saturados (AGS), foi observada que a concentração média dos ácidos graxos láurico (C12:0), mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) perfazem 43,13% do total de ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi* dos animais (Tabela 4). Entretanto, não foram observados efeitos (P>0,05) da inclusão da glicerina de baixa pureza sobre os níveis desses ácidos graxos.

Tabela 4. Composição em ácidos graxos saturados do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
Ácidos graxos (%)	0	3	6	9	12		L	Q	C
Saturados									
C12:0 (láurico)	0,16	0,13	0,13	0,12	0,13	0,01	0,34	0,44	0,86
C13:0 (tridecanoico)	0,13	0,16	0,11	0,11	0,11	0,01	0,11	0,61	0,60
C14:0 (mirístico)	2,09	1,74	2,48	2,41	2,37	0,12	0,16	0,85	0,22
C15:0 (pentadecanoico)	0,43	0,43	0,43	0,44	0,47	0,01	0,56	0,65	0,80
C16:0 (palmítico)	23,49	21,86	23,38	23,35	22,95	0,35	0,83	0,69	0,08
C17:0 (margárico)	0,91	0,88	1,04	0,87	1,03	0,035	0,11	0,74	0,37
C18:0 (esteárico)	17,96	17,94	19,98	16,63	17,06	0,004	0,24	0,15	0,51
C20:0 (araquídico)	0,11	0,10	0,11	0,09	0,11	0,06	0,211	0,15	0,39
C21:0 (heneicosanoico)	0,54	0,62	0,80	0,97	1,15	0,05	0,0005*	0,17	0,44
C22:0 (behênico)	0,15	0,15	0,16	0,12	0,15	0,008	0,189	0,72	0,06
C24:0 (lignocérico)	0,63	0,79	0,42	0,55	0,43	0,25	0,028**	0,87	0,30

EPM= Erro padrão da média;. L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina bruta na dieta; *$\hat{Y}$=0,112119x+0,00071 (R^2= 0,98);**$\hat{Y}$= -0,0217x+ 0,697861 (R^2 =0,43).

Segundo Farfan (1996), os ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico apresentam efeito hipercolesterolêmico. Para Rioux et al. (2000), o ácido graxo mirístico é o mais indesejável, pois é mais rapidamente incorporado a triglicérides

celulares, sendo que o ácido graxo láurico e o ácido graxo palmítico têm ação hipercolesterêmica menor (French et al., 2003). O ácido graxo esteárico apresenta ação neutra nos resultados dos níveis de LDL sanguíneo no homem, uma vez que é transformado rapidamente, pelos processos de alongamento e dessaturação, em ácido oleico (C18:1 n-9c) (NCBA, 2007).

O ácido graxo heneicosanoico (C21:0) apresentou efeito linear crescente (P<0,05), aumentando de 0,54% na dieta controle para 1,15% na dieta com 12% de inclusão de glicerina. A presença de ácidos graxos de cadeia ímpar na carne da maioria dos mamíferos é pouco comum, entretanto, não raro na carne de bovinos, pois os ácidos graxos de cadeia ímpar são formados pela síntese *de novo,* a partir do propionato resultante da fermentação ruminal, que pela ação da propionil-CoA sintetase, é transformado em propionil-CoA (Fernandes et al., 2009). Esses ácidos graxos são incorporados à estrutura de membrana das bactérias (Eifert et al., 2006).

O aumento do nível do ácido heneicosanoico (C21:0) pode ser atribuído à provável elevação da produção de propionato no rúmen, uma vez que grande parte do glicerol contido na dieta sofre fermentação por microrganismos ruminais, proporcionando elevados níveis de produção de ácidos graxos voláteis, principalmente propionato (Boyd et al., 2009).

O ácido graxo lignocérico (C24:0) apresentou efeito linear decrescente (P<0,05) com inclusão da glicerina bruta na dieta. Este ácido graxo compõe as moléculas dos esfingolipídios, encontrados principalmente na substância branca do sistema nervoso central (Lehninger, 2006). Eiras et al. (2013) e Almeida (2010) não encontraram efeitos para este ácido graxo no músculo de bovinos alimentados com glicerina de média e baixa pureza, respectivamente..

O ácido trans-vacênico (C18:1ω-11t) e o CLA (18:2- c 9 - t11) apresentaram aumento linear (P<0,05) na concentração do músculo *Longissimus dorsi*, enquanto que os ácidos α-linolênico (C18:3ω-3), eicosatrienoico (C20:3ω-3), EPA (C20:5ω -3) e DHA (C22:6 ω-3) tiveram comportamento linear decrescente (P>0,05) em função do aumento do níveis de glicerina de baixa pureza na dieta (Tabela 5). Para os demais AGI, não foram observados efeitos (P>0,05).

O ácido oleico (C18:1 ω-9c), cuja porcentagem média encontrada no músculo foi de 32,01%, é oriundo da dieta (Lanna et al., 2001), assim como da dessaturação endógena do ácido graxo esteárico (C18:0) (Corl et al., 1998). O ácido oleico é

precursor dos ácidos graxos da série ω – 9 (Hautrive et al., 2012) e, segundo o Department of Health (1994), é importante para a saúde humana, pois promove redução do LDL e elevação do HDL no sangue, além de atuar como protetor contra a peroxidação das LDL, diminuindo assim, a probabilidade de formação de placas ateromatosas (Visioli et al., 1997).

Tabela 5. Composição em ácidos graxos insaturados do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)								
Ácidos graxos (%)	0	3	6	9	12	EPM	P Valor		
							L	Q	C
Monoinsaturados									
C14:1 ω 7 (mirístoleico)	0,31	0,29	0,37	0,44	0,47	0,03	0,03	0,70	0,44
C15:1 ω -9 (pentadecanoico)	0,25	0,25	0,20	0,17	1,18	0,01	0,06	0,83	0,33
C16:1 ω -7 (7 palmitoleico)	0,55	0,52	0,58	0,48	0,53	0,02	0,37	0,96	0,50
C16:1 ω -9 (9 palmitoleico)	2,37	2,13	2,16	2,53	2,53	0,01	0,55	0,56	0,58
C17:1 ω -9 (heptadecanoico)	0,68	0,65	0,62	0,67	0,73	0,01	0,20	0,01	0,92
C18:1 ω -7 (7octadecanoico)	1,15	1,14	1,00	1,10	1,11	0,02	0,57	0,20	0,82
C18:1ω -9c (oleico)	32,47	31,01	32,25	30,99	33,36	0,05	0,50	0,10	0,72
C18:1 ω-6 11*t* (vacênico)	2,00	2,50	4,13	4,37	5,54	0,37	0,005*	0,96	0,80
Poliinsaturados									
C 18: 2ω - 6 (linoleico)	8,65	9,02	5,54	9,14	6,47	0,88	0,31	0,84	0,56
C18:2 *c*-9, *t*-11(CLA)	0,08	0,08	0,10	0,08	0,10	0,005	0,009**	0,80	0,12
C18:3ω - *6 (γ* linolênico)	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15	0,87	0,52	0,32	0,20
C18:3ω - *3c* (α linolênico)	1,27	1,42	0,83	1,07	0,79	0,10	0,003***	0,94	0,58
C20:2ω - 6 (eicosadienoico)	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,0001	0,06****	0,26	0,82
C20:4ω – *6* (araquidônico)	0,29	0,27	0,17	0,23	0,17	0,009	0,06	0,58	0,79
C20:3ω-3 (eicosatrienoico)	0,14	0,15	0,11	0,11	0,09	0,0002	0,002*****	0,66	0,73

C20:5ω -3 (eicosapentaenoico)	0,12	0,13	0,10	0,11	0,08	0,003	0,009[******]	0,60	0,88
C22:6ω -3 (docosahexanoico)	2,74	3,23	1,66	2,57	1,61	0,69	0,01	0,75	0,86

EPM=Erro padrão da média; L,Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina bruta na dieta; [*]$\hat{Y}$= 0,298741x + 1,9201 (R^2= 0,96);[**] $\hat{Y}$= 0,0014956x + 0,0830579 (R^2 =0,49); [***]$\hat{Y}$= - 0,043748x + 1,34122 (R^2 =0,57);[****]$\hat{Y}$= - 0,0048129x + 0,151021 (R^2= 0,82); [*****]$\hat{Y}$= -0,00423x + 0,136295 (R^2 =0,67); [******]$\hat{Y}$= -0,09731x + 2,95115 (R^2= 0,43).

O aumento da concentração do ácido *trans* vacênico do tratamento controle para 12% de glicerina foi de mais de 100%. Fato ocorrido, provavelmente, em razão do acréscimo de glicerina na dieta, uma vez que este coproduto possui elevada concentração (45%) de ácido linoleico que, no processo de bio-hidrogenação, é transformado em CLA e ácido *trans* vacênico. Além disso, o aumento do ácido *trans* vacênico pode ter sido em função do fornecimento de concentrado na dieta. Segundo Kozloski (2011), o concentrado pode promover queda do pH ruminal e alteração do perfil das bactérias, promovendo diminuição da biohidrogenação e aumento da proporção de ácidos graxos insaturados *trans*.

As concentrações máximas de ácido *trans* vacênico (5,54%) e de CLA (0,10%) foram superiores às encontradas por Eiras et al. (2013) em bovinos da raça Purunã, alimentados com 18% de glicerina de média pureza, cujas médias foram.1,10 e 0,08%, para o ácido *trans* vacênico e CLA, respectivamente.

Os ácidos graxos *trans* são, geralmente, considerados perigosos para a saúde humana, pois aumentam a concentração de LDL (Geay et al., 2001) e diminuem a de HDL (Costa et al., 2006), podem também elevar as concentrações da lipoproteína [a] (Gatto et al., 2002), que é um complexo macromolecular semelhante à LDL, que possui uma glicoproteína extra, denominada apoproteína [a]. Porém, 20% dos ácidos *trans* podem ser convertido a CLA - *cis*-9, *trans*-11 (Turpeinen et al., 2002) e, com isso, promover um aumento de 2,5 vezes na concentração sérica desse ácido graxo (Salminen et al., 1998).

Entretanto, as implicações dos ácidos graxos *trans* sobre a saúde humana ainda não estão totalmente elucidados. Para Brouwer et al. (2013), as doses de ácidos graxos *trans* resultantes da bio-hidrogenação utilizadas em muitas pesquisas não são atingíveis pela dieta, o que dificulta determinar a forma e o tamanho exato do efeito, sendo necessárias mais pesquisas sobre o assunto. Todavia, os efeitos prejudiciais dos

isômeros *trans,* oriundos da hidrogenação industrial sobre o coração, são incontestáveis (Gebauer et al., 2011; Brouwer et al., 2013).

A porcentagem do ácido linoleico (C18: 2ω - 6) não foi alterada (P>0,05) pela inclusão de glicerina, porém, o ácido α linolênico (C18:3ω *-3c)* diminuiu linearmente (P<0,05) de 1,2%, na dieta sem glicerina, para 0,79% na dieta com nível máximo de glicerina. A diminuição do ácido α linolênico pode está relacionada ao aumento do ácido *trans* vacênico, que é originado a partir do processo de biohidrogenação do α ácido linolênico no rúmen.

O valor médio do ácido linoleico (7,76%) e mínimo do ácido α linolênico (0,79%), observados neste estudo, são superiores aos observados por Eiras et al. (2013), 4,79% para o ácido linoleico e 0,25% para ácido α linolênico no músculo dos animais alimentados com 12% de glicerina de média pureza, e dos relatados por Almeida (2010), 3,11% (ácido linoleico) e 0,36% (ácido α linolênico) nos animais suplementados a pasto com o nível de 9,99% de glicerina bruta. Hautrive et al. (2012) destacam os valores 2,38% para o ácido linoleico e 0,98 para o α linolênico para bovinos alimentados com concentrado.

O ácido linoleico (C18:2 ω -6) é convertido em ácido araquidônico (C20:4 ω *-6),* o qual também não foi alterado (P>0,05) com a inclusão da glicerina. Por outro lado, o ácido linolênico (C18:3 ω -3) é convertido a três importantes ácidos: EPA (C20:5 ω -3), o DPA (C22:5 ω - 3) e o DHA (C22:6 ω - 3) (Gregory et al., 2009). Estes ácidos graxos, assim como o ácido linolênico, tiveram suas concentrações reduzidas com a inclusão de glicerina no suplemento, que pode está relacionado ao aumento do ácido *trans* vacênico, pois os ácidos graxos *trans* competem com os ácidos graxos linoleico e linolênico pela enzima D-6-dessaturase, responsável pelo processo de inserção de duplas ligações na cadeia desses ácidos, impedindo a síntese dos ácidos graxos da série ω - 3 e ω - 6.

Não houve diferença (P>0,05) no percentual de AGS (46,47%) nem dos ácidos ω - 6 (8,76%). No entanto, alterações foram observadas (P<0,05) nos percentuais de AGMI e na razão entre ω - 6 e ω – 3, que aumentaram linearmente, e no de AGPI e ω - 3 que, diminuíram linearmente com a inclusão de glicerina na dieta (Tabela 6).

O valor de AGS não foi modificado, uma vez que a dieta também não influenciou na concentração dos ácidos mirístico (C14:0), palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0) que, somados, representam 43,13% do total de AG e 93,5% dos AGS

analisados. A elevação dos níveis de AGMI no músculo ocorreu, provavelmente, devido ao aumento da concentração do ácido *trans* vacênico.

Tabela 6. Concentração total de ácidos graxos saturados e insaturados, ω - 3 e ω - 6 do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

Item(%)[1]	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
	0	3	6	9	12		L	Q	C
AGS[1]	46,69	44,85	49,09	45,71	46,01	0,84	0,897	0,459	0,530
AGMI[2]	39,81	38,52	41,34	40,78	44,48	1,19	<0,001*	0,063	0,964
AGPI[3]	13,49	16,62	9,56	13,50	9,50	0,37	0,034**	0,586	0,656
ω -*6*[4]	9,12	11,58	6,75	9,54	6,82	0,03	0,066	0,510	0,613
ω -*3*[5]	4,28	4,95	2,70	3,87	2,57	0,84	0,007***	0,788	0,777
AGPI:AGS[6]	0,29	0,37	0,19	0,30	0,20	0,06	0,080	0,654	0,739
ω -6: ω-3[7]	2,21	2,32	2,51	2,52	2,67	0,43	<0,001****	0,799	0,854

EPM=Erro padrão da média; L,Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina bruta na dieta; [1]ácidos graxos saturados;[2]ácidos graxos monoinsaturados ; [3]ácidos graxos poli-insaturados ;[4]ácidos graxos da série ω - 6; [5]ácidos graxos da série ω - 3; [6]Razão AGPI: AGS ; [7]Razão ω - 6: ω – 3;*$\hat{Y}$=0,3866x + 38,6714 (R^2 = 0,68); **$\hat{Y}$= - 0,370036x + 14,7565 (R^2 =0,34); ***$\hat{Y}$= - 0,150105x + 4,57968 (R^2 =0,48); ****$\hat{Y}$=0,0371x + 2,22845 (R^2 = 0,95).

O índicie total de AGPI, encontrados na dieta com 12% de glicerina, foi de 59,26%, maior que o da dieta controle, 50,84% (Tabela 2), mas isso não refletiu na quantidade de AGPI no músculo, devido, provavelmente, ao processo de biohidrogenação dos AGPI no rúmen. Embora, tenha ocorrido redução na concentração de AGPI, o valor da média geral dos tratamentos foi de 12,53%, acima dos 6,33% e 5,87%, relatados por Eiras et al. (2013) e por Almeida (2010), respectivamente.

Os AGMI e, principalmente, os AGPI proporcionam benefícios à saúde humana (Scollan et al., 2006), pois promovem diminuição do colesterol total e de LDL e aumento dos níveis de HDL no plasma. Por outro lado, segundo Hirayama et al. (2006), o consumo de excessivo de AGPI resulta na produção de radicais livres resultantes da peroxidação lipídicas.

A menor percentagem (2,57%) de ω - 3 foi observada no músculo de bovinos suplementados com 12% de glicerina. Este resultado ocorreu, possivelmente, em função da menor concentração de eicosatrienoico, EPA e DHA, observado neste grupo.

A razão entre AGPI/AGS reflete a qualidade da gordura ingerida pelos consumidores (Prado et al., 2011). Neste trabalho, a razão encontrada foi de 0,27,

inferior ao recomendado para uma dieta saudável que, segundo Wood et al. (2003), deve ser acima de 0,4. Entretanto, dados na literatura demonstram que essa razão na carne, geralmente, é baixa, ao redor de 0,1 (Scollan et. al., 2001).

Segundo Metz et al. (1997), as maiores organizações de saúde dos Estados Unidos têm proposto a proporção de 1:2:1,5, respectivamente, para AGS, AGMI e AGPI, na prevenção e tratamento de dislipidemias e hipertensão, porém, nenhum dos resultados encontrados com as dietas testadas apresentou esta proporção na carne.

Os níveis de ácido linoleico e do ácido linolênico refletiram diretamente nos resultados totais dos ácidos da série ω - 3 e da série ω - 6. Neste estudo, a proporção ω - 6/ ω - 3 apresentou aumento com o uso de glicerina, obtendo-se o nível máximo de 2,67%. Esse valor é mais alto que os referidos por Garcia et al. (2008), em animais terminados a pasto (1,4 a 2,0%), mas inferior a 4, índicie sugerido como ideal para a dieta humana pelo Department of Health (1994) e por Enser et al. (1998).

Conclusões

A utilização da glicerina de baixa pureza na alimentação de bovinos terminados a pasto não altera as características químicas do músculo *Longissimus dorsi*, mas modifica o perfil de ácidos graxos, pois promove aumento nos teores dos ácidos heneicosanoico, *trans* vacênico e do CLA, e na concentração total de ácidos graxos monoinsaturados e reduções nas concentrações dos ácidos α linolênico, lignocérico, no ω - 3, assim com no teor total de ácidos graxos poli-insaturados e na razão ω 6/ ω 3.

Referências

ALMEIDA,V.S. **Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens**.2010.114p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG.

ALVES, D.D.; TONISSI, R.H.; GOES, B. Maciez da carne bovina. **Ciência Animal Brasileira**, v.6, p.135-149, 2005.

BAUMAN, D. E.; BAUMGARD, L. H.; CORL B. A. 2007. Biosynthesis of, conjugated linoleic acid in ruminants. **Journal Animal. Science**,77:1-15,2007.

BAUMAN, D.E.; BAUMGARD, L.H.; CORL, B. A.; GRIINARI J. M. Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants. **Proceedings of the American Society of Animal Science**.1999.

BIODIESEL. Available at: <http://www.biodiesel.gov.br/>.Accessed on: Apr. 15,2013.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917,1959.

BOYD, J.; WEST, J. W.; BERNARD, J. K. Effects of increasing concentrations of dietary glycerol on ruminal environment and digestibility in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v. 92, p. 88, Jan. 2009.

BRESSAN, M. C.; RODRIGUES, E. C.; ROSSATO, L. V.; RAMOS, E. M.; GAMA, L. T. Physicochemical properties of meat from *Bos taurus* and *Bos indicus.* **Revista Brasileira de Zootecnia**, 40(6):1250-1259, 2011.

BROUWER. I. A.; WANDER, S. A.; KATAN, M. B. Trans fatty acids and cardiovascular health: research completed? **European Journal of Clinical Nutrition advance online publication**.2013. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23531781. Accessed on:Apr.10,2013.

CAMPION, D. R.; CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M. E. Predictive value of USDA beefquality grade factors for cooked meat palatability. **Journal of Food Science**., v.40,p.1225-1228, 1975.

CLIMACO, S. M.; RIBEIRO, E. L. A.; MIZUBUTI, I. Y. Características de carcaça e qualidade da carne de bovinos de corte de quatro grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2791-2798, 2011.

CHUNG, Y. H.; RICO, D.E; MARTINEZ, C. M.; CASSIDY, T. W.; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G. A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **Journal Dairy Science**, v.90, n.12, p.5682–5691, 2007.

CORL, B.A.; CHOUINARD, P.Y.; BAUMAN, D.E. et al. Conjugated linoleic acid in milk fat of dairy cows originates in part by endogenous synthesis from trans-11 octadecenoic acid. **Journal of Dairy Science**, v.81, suppl. 1, p.233, 1998.

COSTA,A.G.V.;BRESSAN,J.;SABARENSE,C.M. Ácidos graxos *trans*: alimentos e efeitos na saúde. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**.v.56,n.1,2006. Availableat:<http://www.alanrevista.org/ediciones/2006-1/acidos_graxos_trans.asp> Accessed on: apr,10, 2013.

CUNNIFF, P. Official methos of analysis of aoac international. 4 ed. Maryland: AOAC International, 1998.Volume I, p. 1-8, 9, 31-34.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 579 p.

DEFRAIN, J. M.; HIPPEN, R.; KALSCHEUR, K. F.; JARDON, P. W. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal Dairy Science,** v.87, n. 12, p. 4195–4206, 2004.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994. 178p.

DETMANN,E.;VALADARES FILHO,S.C. Sobre a estimação de carboidratos não fibrosos em alimentos e dietas. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. v.62 n.4, 2010.

DONKIN, S.S. Glicerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.280-286, 2008.

EIFERT,E.C.;LANNA,R.P.;LANNA,D.P.D. Perfil de ácidos graxos e conteúdo de ácido linoléico conjugado no leite de vacas alimentadas com a combinação de óleo de soja e fontes de carboidratos na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1829-1837, 2006 (supl.).

EIRAS,C.E.; BARBOSA,L.P.; MARQUES,J.A.; ARAÚJO, F. L.; LIMA,B. S.; ZAWADZKI, F.; PEROTTO, D.; PRADO, I.N. Glycerine levels in the diets of crossbred 1 bulls finished in feedlot: animal performance, carcass dressing, feed intake and apparent digestibility. Artigo submetido ao comitê editorial do periódico científico **Animal Feed Science and Technology,** 2013.

ENSER, M.; HALETTI, K. G.; HEWETT, B.; FURSEY, GA. A. J.; WOOD, J. D.; HARRIGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Scince**, v. 49,n. 3, p. 329-341, 1998.

FARFAN, J.A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Seminário "colesterol"**: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde. Campinas: ITAL, 1996. p.35-44.

FERNANDES, A.R.M.;SAMPAIO,A.A.M.;HENRIQUE,W. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.705-712, 2009.

FLUHARTY, F. L. **Estratégias para melhorar a qualidade da carcaça.** In: XIII CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2009. Uberlândia, MG. **Anais**... 2009, p. 228-235.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S; A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry** 226(1), p. 497-509, 1957.

FRENCH, P.; O'RIORDAN, E.G.; MONAHAN, F.J.; CAFFREY, P,J.; MOLONEY, A. P. Fatty acid composition of intramuscular triacylglycerols of steers fed autumn grass and concentrates. **Livestock Production Science**, v. 81, p. 307–317, 2003.

KREHBIEL, C. R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science,** v.86 (E-Suppl), p.392, 2008.

GARÓFOLO, A.; PETRILLI, A. S.; Balanço entre ácidos graxos ômega-3 e 6 na resposta inflamatória em pacientes com câncer e caquexia. Campinas: **Revista de Nutrição** 19(5), 611-621, 2006.

GATTO, L. M.; LYONS, M. A.; BROWN, A. J.; SAMMAN, S. Trans fatty acids affect lipoprotein metabolism in rats. **Journal Nutrition**, 2002,v.48, p.1232:1242.

GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.; CULIOLI, J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development,** v.41, p.1-26, 2001**.**

GEBAUER, S. K.; CHARDIGNY, J. M.; JAKOBSEN, M. V.; LAMARCHE, B.; LOCK, A. L.; PROCTOR, S. D.; BAER, D. J . Effects of ruminant trans fatty acids on cardiovascular disease and cancer: a comprehensive review of epidemiological, clinical, and mechanistic studies. **Advances in nutrition**, 2011 Jul; 2(4): 332-54.

GONÇALVES, V .L. C.; PINTO, B. P.; MUSGUEIRA, L. C.; SILVA, J. C.; MOTA, C .J. A. Biogasolina: produção de ésteres da glicerina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DE BIODIESEL, 1., 2006, Brasília. **Anais**. Brasília: Ministério da Ciência e Tecnologia: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2006. p.14‑19.

GREGORY, R. M.; CARDONA, J. C. A.; OSPINA, H. P.; RAMIREZ, M. H.; MATTOS, R. C.; JOBIM. M. I. M.. Ácidos graxos poliinsaturados e seus efeitos no desempenho reprodutivo da vaca. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, n. 6, p. 153-156, dez. 2009.

GRUNDY, S. M.; DENKE, M. A. Dietary influences on serum lipids**. The Journal of Lipid Research**, v.31, p. 1149-1172, 1990.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentação e Nutrição**, Araraquara, v.23, n.2, p.327-334, abr/jun.2012.

HMSO - England. Department of Health. Nutritional aspects of cardiovascular disease: HMSO, 1994. p. 37-46. (Report on Health and Social Subjects, 46).

HU, F. B. The balance between ω-6 and ω-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. **Nutrition**, Boston, v. 17, n. 9, p. 741-742, 2001.

HIRAYAMA, K. B.; ESPERIDIÃO, P. G. L.; FAGUNDES NETO, U. Ácidos graxos polinsaturados de cadeia longa. **The Electronic Journal of Pediatric Gastroenterology, Nutrition and Liver Diseases**, v. 10, n. 3, 2006. Available at: <http://www.egastroped.com.br/sep06/acidosgraxos.htm>. Accessed em: apr. 12, 2013.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Method ISO 5509. Geneve: ISO, 6p, 1978.

IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 88,p. 537-544, 2007.

KEANE, M. G.; ALLEN, P. Effects of production system intensity on performance, carcass composition and meat quality of beef cattle. **Livestock Production Science**, v.56, p.203-214, 1998.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos Ruminantes**. Santa Maria: Editora Santa Maria, 3ª ed., 2011, 216 p.

LADEIRA, M. M.; OLIVEIRA, R. L. Estratégias nutricionais para melhoria da carcaça bovina. **IN:II SIMBOI - Simpósio sobre Desafios e Novas Tecnologias na Bovinocultura de Corte**, 29 a 30.04.2006, Brasília-DF.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L.G.R.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; DE OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; DE PAIVA SOUZA, N.K.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 45, 1012-1020,2010.

LANNA, D. P.D.; DELGADO, E. F.; GAMA, M. S. da, MEDEIROS, S. R.; JOSÉ, A. V.; CASTRO, F. P.; HAYASHI, A.; OLIVEIRA, D. E.; BARBOSA, J.; SOUZA, E. M.; ETCHEGARAY, M. A. Nutrientes, hormônios e genes na regulação da síntese de gordura em bovinos em crescimento e lactação. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38, 2001, Campinas. **Anais...** Piracicaba: SociedadeBrasileira de Zootecnia, 2001 . p.658-685.

LAWRENCE, T.L.J.; FOWLER, V.R. **Growth of farm animals**.2.ed. Wallingford: Cab Publishing, 2002. 347p.

LEAF, A.; XIAO, Y. F.; KANG, J. X.et al. Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. **Pharmacology and Therapeutics**, Maryland, v. 98, n. 3, p. 355-377, 2003.

LEHNINGER, A. L.; NELSON, D. L.; COX, M. M. **Lehninger - Princípios de Bioquímica.** Editora Sarvier, 4ª edição, São Paulo, 2006. 1202 p.

LIMA JÚNIOR,D.M.;RANGEL,A.H.N.;URBANO,S.A. Alguns aspectos qualitativos da carne bovina: uma revisão. **Acta Veterinaria Brasilica**, v.5, n.4, p.351-358, 2011.

LOÏ, C.; CHARDIGNY, J.M.; ALMANZA, S.; LECLERE. L.; GINIES, C.; SÉBÉDIO, J. L. Incorporation and metabolism of dietary trans isomers of linolênico acid alter the fatty acid profile of rat tissues. **Journal Nutrition**, v.130, p 2550-55, 2000.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuaria da carne bovina**. São Paulo: A. Luchiari Filho, 2000. 134p.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal Animal Science**, vol. 87 no. 2 632-638, 2009.

MADSEN, L.; RUSTAN, A. C.; VAAGENES, H.; BERGE, K,; DYROY, E.; BERGE, R. K. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference. **Lipids**, v. 34, n. 9, p. 951-963, 1999.

MARQUES, J. A.; PRADO, I.N. do; ZEOULA, L.M.; ALCALDE, C.R.; NASCIMENTO, W.G. do. Avaliação da substituição do milho pela madioca e seus resíduos na digestibilidade aparente em novilhas confinadas. **Revista Iniciare**, v.1, n.3, p.37-43, 2002.

MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; MOLETTA, J. L.; PRADO, I. M.; PRADO, J. M.; MACEDO, L. M. A.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.Características físicoquímicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35,n.4, p.1514-1522, 2006.

MARTIN, C. A.; ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER J. E. L; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poli-insaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 6, p. 761-770, 2006.

MENTEN, J. F. M.; PEREIRA, P. W. Z.; RACANICCI, A. M. C. Avaliação da glicerina proveniente do biodiesel como ingrediente para rações de frangos de corte. In: CONFERÊNCIA APINCO 2008 DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA AVÍCOLAS, 2008, Santos. **Anais…** Campinas: Fundação APINCO de Ciência e Tecnologia Avícolas, 2008. p. 66.

NATIONAL CATTLEMEN'S BEEF ASSOCIATION - NCBA. Beef facts: stearic acid – a unique saturated fat. Centennial: **National Cattlemen's Beef Association**, 2007. Available at<http://www.beefnutrition.org/CMDocs/BeefNutrition/StearicAcid.pdf> Accessed on: Feb, 9, 2013.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7. Ed. Washington, D.C. 2001, 381p.

OLIVEIRA, M. G.; PRADO, I. N.; MARQUES, J. A. Glycerol and essential oils, new alternative technologies usedin ruminants nutrition**. Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 3, p. 75-81, jul./set., 2011.

OLIVEIRA, R. L.; CÂNDIDO, E. P.; LEÃO, A. G. A nutrição de ruminantes no Brasil: Tópicos especiais em ciência animal. IN: I JORNADA CIENTÍFICA DA PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS VETERINÁRIAS... **Anais** Universidade Federal do Espírito Santo, 2012, Alegre, ES.

PARIZA, M.W.; PARK, Y.; COOK, M.E. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. **Progress in Lipid Research**, Kidlington,v.40, n.4 , p.283 – 298, 2001.

PALMQUIST, D. L.; LOCK, A. L.; SHINGFIELD, K. J.Biosynthesis of conjugated linoleic acid in ruminants and humans. **Adv. Food Nutrition**. Res. 50:179-217,2005.

PALMQUIST, D. L.; MATTOS, W. R. S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. 2006. p.287-310.

PETHICK, D.W.; HARPER, G.; ODDY, H. Growth, development and nutritional manipulation of marbling in cattle. In: Marbling Symposium, **Proceedings…**, 2001. Available at <www.beef.crc.org.au/documents/HeatherBurrow.pdf> Accessed on: Feb,15, 2013.

PLUSKE, J. Evaluation of glycerine as co-product of biodiesel production for the pig industry. Subiaco: **Pork Co-operative Research Center**, 2007. 200 p. (Supplement).

POLIZEL NETO, A.; BRANCO, R. H.; BONILHA, S. F. M; GOMES, H. F. B.; CORVINO, T. L. S **Papel dos Ácidos Graxos Voláteis na Deposição de Tecido Adiposo Intramuscular – Revisã**o**.** 2008. Artigo em Hypertexto. Available at: <http://www.infobibos.com/Artigos/2008_3/AcidosGraxos/index.htm>. Accessed on: Mar,15,2013.

PRADO, R. M.; PRADO, I. N.; MARQUES, J. A.; ROTTA, P. P.; VISENTAINER, J. V.; SILVA, R. R.; SOUZA, N. E. Meat quality of the *Longissimus* muscle of bulls and steers (1/2 Nellore vs. ½ Simenthal) finished in feedlot. **Journal of Animal and Feed Science**, Jablonna, v. 18, n. 2, p. 221-230, 2009.

PRADO, I.N.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J.J.S. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos de diferentes grupos genéticos alimentados com silagem de sorgo ou cana-de-açúcar e terminados com 3,4 ou 4,8 mm de espessura de gordura de cobertura. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1461-1476, out./dez. 2011.

RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira Medicina Especializada**. 2002; 8(6):1-11.

RIOUX, V.; LEMARCHAL, P.; LEGRAND, P. Myristic acid, unlike palmitic acid, is rapidly metabolized in cultured rat hepatocytes. **Journal Nutrition Biochemical**. 2000;11(4):198-207.

SALMINEN, I.; MUTANEN, M.; JAUHIAINEN, M.; ARO, A. Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.9, n.2, p.93-98, 1998.

SCRIMGEOUR, C. M.; MACVEAN, A.; FERNIE, C .E.; SÉBÉDIO, J. L.; RIEMERSMA, R. A. Dietary trans a-linolenic acid does not inhibit D5- and D6-desaturation of linoléico acid in man. **Europe Journal Lipid Science Technologic** ,v.49, p.103:341,2001.

SCOLLAN, N. D; CHOI, N. J; KURT, E.; FISCHER, A. V.; ENSER, M.; WOOD, J. D. Manipulating the fatty acid composition of muscle and adipose tissue in beef cattle. **British Journal of Nutrition**, v.85, p.115-124, 2001.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNERNBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science,** v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

SCHRODER, A; SUDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants. 10 international rapeseed congress, Canberra/Australia, 1999.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SMITH, S. B.; CROUSE, J. D. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **Jornal Nutrition**, v.114,p.792,1984.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluatingcattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

STAPLES, C. R. Alimentação de vacas leiteiras sob estresse térmico. XIV CURSO NOVOS ENFOQUES NA PRODUÇÃO E REPRODUÇÃO DE BOVINOS, 2009. Uberlândia, MG. **Anais...** Uberlândia, MG**.** 2009, p. 42-58.

STRYER, L. Metabolismo de Ácidos Graxos IN: **Bioquímica,** 4ª Ed. Guanabara Koogan, 1996, p571-596.

TANAKA, K. Occurrence of conjugated linoleic acid in ruminant products and its physiological functions. **Journal of Animal Science**, 76, 291-303, 2005.

TURPEINEN, A.M; MUTANEN, M; ARO, A.; SALMINEN, I.; BASU, S.; PALMIQUIST, D. L.; GRIINARI, J. M. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.3, p.504-510, 2002.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carboydrate metodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VISIOLI, F.; BELLOSTA, G.; GAILLI, C. Cardioprotective properties of olive or derived polyphenols. In: Atherosclerosis – ABSTRACTS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ATHEROSCLEROSIS, Paris, 1997, p. 194.

WANDER, S. A.J.; BRAUWER, I. A.; SIEBELINK, E. Effect of a High Intake of Conjugated Linoleic Acid on Lipoprotein Levels in Healthy Human Subjects. **Plos one,** 2010Feb3;5(2).Availableat:<http://www. ncbi.nlm. nih.gov/pmc/ articles/PMC2815780/ >. Accessed on: apr, 15, 2013.

WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W. J.; YANG, W. Z.; DONG, K, H.; HUANG, Y. X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, v. 121, p. 15-20, 2009.

WARREN, H. E.; SCOLLAN, N. D.; NUTE, G. R.; HUGHES, S. I.; WOOD, J. D.; RICHARDSON, R. I. Effects of breed and a concentrate or grass silage diet on beef quality in cattle of 3 ages. II: Meat stability and flavour. **Meat Science**, 78:270-278, 2008.

WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, **Proceedings**... Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE. G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTIGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review.**Meat Science**, 78:343–358, 2008.

V- CAPÍTULO III

CORRELAÇÃO ENTRE O CONSUMO E A DEPOSIÇÃO DE ÁCIDOS GRAXOS EM BOVINOS SUPLEMENTADOS COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM PASTAGEM DE *BRACHIARIA DECUMBENS*

RESUMO – Objetivou-se analisar a correlação entre a composição de ácidos graxos da dieta e do músculo *Longissimus dorsi* (contrafilé) de 35 bovinos machos não castrados, mestiços, com predominância da raça Nelore, com peso inicial médio de 428,0 ± 32,11 kg, terminados a pasto e suplementados com concentrado na proporção de 1,0% do peso corporal, durante 74 dias. As dietas continham 0, 3, 6, 9 e 12,0% de inclusão de glicerina de baixa pureza na matéria seca total. O delineamento utilizado foi o Inteiramente Casualizado (DIC). Amostras do capim *Brachiaria decumbens*, dos suplementos, assim como do músculo *Longissimus dorsi* foram analisadas para avaliação do perfil de ácidos graxos. Os resultados encontrados demonstram a existência de correlações entre os ácidos graxos consumidos com aqueles depositados no músculo dos animais. Essas interações variam entre fracas, moderadas, fortes, positivas e negativas. As concentrações dos ácidos heneicosanoico (21:0), *trans* vacênico (18:1 ω-11t), os da série ω - 3 ,ω - 6 e ω – 9, e os percentuais da razão entre ω - 6 e ω - 3 e entre somatório dos ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) e os ácidos graxos saturados (AGS) apresentaram correlação positiva com alguns dos ácidos graxos da dieta, entretanto, o percentual do somatório dos ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) apresentou correlação negativa. Esses resultados demonstram que a dieta proporcionou aumento na deposição do ácido graxo *trans* vacênico e diminuição do acido eicosapentanoico (EPA); entretanto, não promoveu alterações nos teores dos ácidos graxos hipercolesterêmicos (láurico, miristico e palmítico) e aumentou a quantidade de AGPI considerados como benéficos à saúde humana.

Palavras-chave: biodiesel, bovinos de corte, glicerol, lipídios, pasto.

V- CHAPTER III

CORRELATION BETWEEN CONSUMPTION AND DEPOSITION OF FATTY ACID IN CATTLE FINISHED IN BRACHIARIA DECUMBEN GRASS AND SUPPLEMENTED WITH GLYCERIN LOW PURITY

ABSTRACT - The work aimed to analyze the correlation between the diet's and Longissimus dorsi's fatty acid composition in 35 non-castrated male bovine animals, crossbred with Nelore predominance, with an average initial weight of 428,0 ± 32.11 kg, finished on pasture and supplemented with a concentrate in the proportion of 1.0% of body weight over 88 days. The diets contained 0, 3, 6, 9 and 12.0% crude glycerin inclusion in total dry matter. The experimental design was completely randomized (CRD). Samples of Brachiaria decumbens, supplements, and Longissimus dorsi were analyzed for fatty acid profile evaluation. The results demonstrate the existence of interactions between the fatty acids consumed with those deposited in the muscle of animals. These interactions range from weak, moderate, strong, positive and negative. The concentrations of heneicosanóico acids (21:0), trans vaccenic (18:1 ω-11t), the ω - 3, ω – 6 and ω – 9 series and the ratio percentages between ω - 6 and ω - 3 and between the sum of polyunsaturated fatty acids (AGPI) and saturated fatty acids (AGS) increased in muscle with diet ingestion, however the percentage of the sum of monounsaturated fatty acids (AGMI) decreased. These results demonstrate that diet provided a higher deposition of trans vaccenic fatty acid and decreased eicosapentaenoic acid (EPA), however, did not change the levels of hipercolesteremic fatty acids (lauric, myristic and palmitic acids) and increased the amount of AGPI regarded as beneficial to human health.

Keywords: biodiesel, beef cattle, glycerol, lipids, pasture

Introdução

O uso de alimentos alternativos pode ser uma escolha viável na produção de ruminantes, principalmente se não comprometerem o desempenho do animal e se seus custos forem menores que o dos alimentos convencionais.

Muitas pesquisas têm sido desenvolvidas com a glicerina bruta, coproduto da indústria do biodiesel, como uma alternativa na alimentação de ruminantes (Parsons et al., 2008; Mach et al., 2009; Wang et al., 2009; Lage et al., 2010; Eiras et al., 2013). Para cada tonelada de biodiesel, são produzidos aproximadamente 100 kg de glicerina bruta (Oliveira et al., 2013).

O glicerol, principal componente da glicerina, é energético e tem potencial de uso como substituto parcial dos grãos de cereais ou outros ingredientes com elevado teor de amido (Defrain et al., 2004; Lammers et al., 2008).

Quando absorvido diretamente pelo epitélio ruminal, o glicerol é direcionado ao fígado, onde, pela ação da enzima glicerol quinase, é transformado em glicose. Contudo, quando fermentado no rúmen, gera propionato que, no fígado, por meio do ciclo de Krebs, é metabolizado a oxaloacetato, que pode ser utilizado na síntese da glicose pela via gliconeogênica (Lage et al., 2010) ou, em condições de energia excedente, é direcionado para a síntese de triacilglicerois (Palmquist & Mattos, 2006).

A taxa de triacilglicerois, assim como o perfil de seus ácidos graxos, são os principais atributos da carne avaliados pelos consumidores. Esse fato deve-se à divulgação de resultados de estudos que evidenciam correlação positiva entre a gordura saturada e o colesterol com problemas cardiovasculares, obesidade e câncer (Grundy & Denke,1990; Department of Health, 1994; IV diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose, 2007). Entretanto, ainda existem muitas controvérsias com relação ao real efeito da gordura animal sobre a saúde humana (Gebauer et al., 2011; Brouwer et al., 2013).

Enquanto não há um consenso entre a comunidade científica, a recomendação é que seja reduzida a ingestão de gorduras com altas concentrações de colesterol e de ácidos graxos saturados e ácidos graxos *trans*, e aumento do consumo de ácidos graxos monoinsaturados, e dos ácidos graxos poli-insaturados, uma vez que estes estão associados à diminuição das doenças cardiovasculares (Costa et al., 2006).

A quantidade e a natureza dos lipídios encontrados na carne são altamente variáveis, dependentes das condições de alimentação, da digestão, da absorção intestinal, do metabolismo hepático e do sistema de transporte desses lipídios (Geay et al., 2001).

Assim, objetivou-se avaliar a correlação entre o perfil de ácidos graxos da dieta contendo níveis de inclusão de glicerina de baixa pureza e do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos machos, terminados em pastagem de *Brachiaria decumbens.*

Material e Métodos

O experimento de campo foi realizado no Setor de Bovino de Corte da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), campus de Cruz das Almas – BA, em uma área de 35 hectares (ha), formada de *Brachiaria decumbens,* dividida em cinco piquetes com, aproximadamente, sete ha cada, com acesso à praça de alimentação.

Utilizou-se 35 animais machos, não castrados, mestiços, com predominância de raça Nelore, com peso corporal médio inicial de 428,0 ± 32,11kg, suplementados na proporção de 1,0% do peso corporal (PC), distribuídos em um delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco tratamentos e sete repetições. O período experimental compreendeu os meses de setembro a dezembro de 2010, num total de 88 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais ao manejo e às dietas experimentais.

As dietas experimentais continham 0, 3, 6, 9 e 12% de inclusão de glicerina de baixa pureza na dieta total, sendo formuladas segundo o NRC (2000), para atender às exigências de mantença e ganho médio diário (GMD) de 1,2 kg (Tabela 1) e fornecidas diariamente às 11 horas.

Para reduzir a influência da variação de biomassa entre piquetes e a eliminação de possíveis efeitos de ambiente sobre os tratamentos, os animais, juntamente com os tratamentos, foram rotacionados entre os piquetes a cada sete dias.

As análises químicas das amostras da forragem e dos suplementos (Tabela 1) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Itapetinga-BA. As amostras foram secas em estufa de ventilação forçada, a 55ºC, por 72 horas, para pré-secagem e, então, moídas em moinho tipo

Willey, em peneira com crivos de 1 mm. Foram avaliados os teores de matéria seca (MS), massa orgânica (MO), PB, EE, segundo técnicas descritas por Silva & Queiroz (2002).

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados

	Brachiaria decumbens	Níveis de inclusão de glicerina de baixa pureza				
		0	3	6	9	12
Ingredientes (%)						
Milho Grão Moído		79,35	70,91	62,30	53,53	44,58
Farelo de Soja		17,30	18,95	20,64	22,35	24,10
Glicerina		-	6,76	13,65	20,68	27,85
Ureia		1,85	1,87	1,88	1,90	1,92
Mistura Mineral[1]		0,99	1,00	1,00	1,02	1,02
Calcário		0,51	0,51	0,52	0,52	0,53
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Componentes						
Matéria seca (%)	31,60	85,81	87,52	86,00	84,49	85,36
Matéria mineral (%)	8,30	3,06	3,30	3,53	3,49	3,81
Matéria orgânica (%)	91,70	96,94	96,70	96,47	96,51	96,19
Proteína bruta (%)	13,10	24,39	24,69	24,29	22,33	23,54
Extrato etéreo (%)	2,98	3,13	5,39	6,23	6,62	8,56
Fibra em detergente neutro (%)	69,61	25,49	25,01	25,25	18,98	18,51
FDNcp[2] (%)	62,32	13,64	7,41	5,87	6,33	4,28
Carboidratos totais (%)	75,55	69,42	66,62	65,95	67,56	64,09
Carboidratos não fibrosos (%)	5,94	43,93	41,61	40,70	48,58	45,58
NDT[3](%)	56,87	89,00	85,84	84,87	92,13	92,66
CEM[4] (Mcal de EM/kg de MS)	3,88	3,92	3,78	3,74	4,06	4,09

[1] Composição em 100g: Cloreto de sódio (NaCl) - 47,15g; Fosfato bicálcico - 50g; Sulfato de zinco - 1,5g; Sulfato de cobre- 0,75g; Sulfato de cobalto - 0,05g; Iodato de potássio -0,05g; Sulfato de magnésio- 0,5g. [2]Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas;[3]NDT= nutrientes digestíveis totais estimados segundo NRC (2001);[4]CEM= concentração de energia metabolizável.

Fibra em detergente neutro (FDN) e matéria mineral ou cinzas, segundo Van Soest et al. (1991); O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado deduzindo-se o teor de cinzas do valor de MS. Os carboidratos totais (CHOT) estimados, segundo Sniffen et al. (1992), como: CHOT=100 – (%PB+% EE+% cinzas). O conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), utilizando-se a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação: NDT (%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25 EED.

Em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD = CNFcp digestíveis; e EED = EE digestível. Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Para a energia metabolizável, considerou-se que 1,0 kg de NDT equivalem a 4,409 Mcal de energia digestível e, para a transformação em energia metabolizável, utilizou-se o valor de 82% de eficiência de utilização de energia digestível.

A composição físico-química da glicerina foi realizada pelo método de Karl Fischer, no Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Curitiba - PR. Os resultados em porcentagem na matéria natural foram: 43,9% de glicerol, 6,0% de metanol, 33,6% de ácidos graxos totais, 9,0% de água e 7,3% de matéria mineral.

Ao final do período experimental, os animais foram submetidos a jejum de sólidos por 14 horas e abatidos no Abatedouro Comercial Frifeira, localizado na cidade de Feira de Santana-BA. Os animais foram insensibilizados com auxílio de pistola de pressão e, em seguida, foram realizadas a suspensão e a sangria, por meio de secção na veia jugular.

Logo após o abate, as carcaças foram identificadas e, posteriormente, as mesmas foram resfriadas por 24 horas, a 2ºC e, após o resfriamento, uma seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 11ª e 13ª costelas de cada meia-carcaça esquerda, foi retirada, congelada e encaminhada ao laboratório de análises de alimento e nutrição animal da Universidade Estadual de Maringá-PR, para análises posteriores.

Para a extração dos lipídios totais dos concentrados, forragem e da glicerina bruta, utilizou-se a metodologia proposta por Folch et al. (1957) e, para os lipídios da carne, o método desenvolvido por Bligh & Dyer (1959), fazendo-se a correção da umidade das amostras para 80%.

O método utilizado para a preparação dos ésteres metílicos dos ácidos graxos foi realizada conforme método 5509 da ISO (1978).

A análise cromatográfica foi conduzida utilizando um cromatógrafo a gás Varian, modelo CP-3380, equipado com detector de ionização em chama, injetor do tipo

com/sem divisão de amostra e coluna capilar de sílica fundida CP-7420 (100% cianopropil ligado, dimensões: 100 m, 0,25 mm d.i. e 0,25 μm de fase estacionária).

As temperaturas do injetor e do detector foram mantidas a 220°C e 240°C, respectivamente. As vazões dos gases foram de 1,4 mL/min para o gás de arraste (H_2), 30 mL/min para o gás-auxiliar (N_2), 30 mL/min e 300 mL/min para o gás (H_2) e para o ar sintético da chama, respectivamente.

O divisor de amostra foi de 1/80. Os parâmetros de operação usados foram: temperatura da coluna de 165°C, por 12 minutos, sendo então elevada para 180°C a uma taxa de 40°C/minuto, permanecendo nessa temperatura por 15 minutos e, em seguida, elevada para 240°C a uma taxa de 15°C/minuto, por 18,62 minutos, que resultou em uma corrida de 50 minutos. As áreas dos picos foram determinadas através do software Workstation 5.0 (Varian).

A quantificação dos ácidos graxos foi realizada após a normalização das áreas. Os picos foram identificados por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA) e após verificação do comprimento equivalente de cadeia.

Foram quantificados 16 ácidos graxos (Tabela 2) nos suplementos, *Brachiaria decumbens* e na glicerina de baixa pureza. O consumo destes ácidos graxos (Tabela 3) foi determinado multiplicando-se o consumo de matéria seca de cada animal pelo seu respectivo perfil lipídico. No músculo *Longissimus dorsi* (Tabela 4), foram analisados 28 ácidos graxos.

A significância do coeficiente de correlação foi testada por meio do teste "t", a 5% de probabilidade, utilizando o programa estatístico SAEG (2001).

Para análise dos dados, foi calculado o coeficiente de correlação linear de Pearson entre a composição dos ácidos graxos consumidos com a composição dos ácidos graxos encontrados no músculo. Em que r assume valores entre -1 (associação linear negativa) e 1 (associação linear positiva). Interpretando o valor de r, obtém-se:

Valores de ”r”	Interpretação
0,00 a 0,19	Correlação bem fraca
0,20 a 0,39	Correlação fraca
0,40 a 0,69	Correlação moderada
0,70 a 0,89	Correlação forte
0,90 a 1,00	Correlação muito forte

Fonte:http://leg.ufpr.br/~silvia/CE003/node74.html

Tabela 2. Perfil de ácidos graxos dos suplementos, *Brachiaria decumbens* e da glicerina de baixa pureza

Ácidos graxos (%)	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)						
	0	3	6	9	12	*Brachiaria*	Glicerina
Saturados (AGS)							
C14:0 (miristico)	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	1,6	0,81
C16:0 (palmítico)	14,8	13,2	14,0	15,0	15,8	31,7	20,2
C17:0 (margárico)	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,5	0,27
C18:0 (esteárico)	2,7	3,3	2,6	2,6	2,6	2,3	5,13
C20:0 (araquídico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,4	0,50
C21:0(heneicosanoico)	0,5	0,5	0,4	0,0	0,3	0,0	0,0
C22:0 (behênico)	0,1	0,2	0,1	0,0	0,1	0,0	0,0
C24:0 (lignocérico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,00	0,05
Monoinsaturados (AGMI)							
C14:1 (miristoleico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,18
C16:1 ω - 9 (9 palmitoleico)	0,3	0,2	0,2	0,3	0,3	0,7	0,0
C16:1 - ω 7 (7 palmitoleico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,4	0,0
C18:1 - ω - 9 c (oleicos)	29,5	29,3	25,4	22,3	21,0	1,8	22,3
C18:1ω -7t (octadecanoico)	0,6	0,8	0,8	0,7	0,1	0,4	1,0
Poliinsaturados (AGPI)							
C18:2 ω – *6 (*linoleico)	49,2	50,2	53,9	56,4	56,9	14,5	45,7
C18:3 ω - 3 (α linolênico)	1,9	2,0	2,3	2,3	2,4	43,7	0,32
C18:3 ω – 6 (γ linolênico)	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,73
Somatórios e Razão							
AGS	19,06	17,58	17,32	17,98	19,25	36,43	27,00
AGMI	30,10	30,34	26,45	23,20	21,49	5,29	25,20
AGPI	50,84	52,08	56,23	58,82	59,26	58,28	47,80
ω - *6*[1]	49,03	50,07	53,97	56,49	56,90	14,47	46,00
ω - 3[2]	1,81	2,01	2,27	2,32	2,36	43,81	0,32
ω - *9*[3]	29,57	29,57	25,60	22,52	21,37	4,43	0,00
AGS/AGPI[4]	0,37	0,34	0,31	0,31	0,32	0,73	0,56
ω - 6/ω - 3[5]	27,04	24,90	23,80	24,31	24,08	0,33	143,8

[1] ácidos graxos da série ω - 6;[2]ácidos graxos da série ω - 3; [3]ácidos graxos da série ω - 9; [4] razão ácidos graxos saturados:ácidos graxos polinsaturados; [5]razão ácidos graxos da série ω- 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Tabela 3. Consumo de ácidos graxos (kg/dia) de bovinos suplementados em pastagem *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

	Níveis de inclusão de glicerina				
Ácidos graxos	0	3	6	9	12
Saturados (AGS)					
14:0	0,011	0,009	0,010	0,010	0,010
16:0	0,252	0,231	0,245	0,245	0,248
17:0	0,003	0,0031	0,0033	0,0032	0,003
18:0	0,024	0,027	0,028	0,028	0,029
20:0	0,002	0,0021	0,0023	0,0023	0,027
21:0	0,001	0,002	0,001	0,001	0,001
22:0	0,0003	0,0009	0,0004	0,0004	0,0004
Monoinsaturados (AGMI)					
15: 1 ω - 9	0,008	0,007	0,008	0,007	0,007
16:1 ω - 9	0,005	0,004	0,005	0,005	0,005
16: 1 ω - 7	0,002	0,002	0,002	0,002	0,007
18:1 ω - 9c	0,125	0,135	0,115	0,108	0,99
18:1 ω - 7t	0,004	0,005	0,005	0,005	0,002
20:1 ω - 9	0,004	0,003	0,004	0,004	0,004
Poli-insaturados (AGPI)					
18: 2 ω - 6	0,27	0,31	0,30	0,32	0,32
18: 3 ω - 3	0,27	0,24	0,27	0,26	0,26
Somatório e Razão					
AGS	0,29	0,27	0,29	0,28	0,29
AGMI	0,14	0,16	0,13	0,12	0,12
AGPI	0,55	0,55	0,57	0,58	0,58
ω - 6[1]	0,24	0,30	0,30	0,32	0,32
ω - 3[2]	0,27	0,24	0,27	0,26	0,20
ω - 9[3]	0,14	0,15	0,13	0,12	0,11
AGS:AGPI[4]	0,005	0,005	0,005	0,005	0,005
ω - 6: ω - 3[5]	0,10	0,11	0,10	0,10	0,10

[1] ácidos graxos da série ω - 6; [2]ácidos graxos da série ω - 3; [3] ácidos graxos da série ω - 9; [4]ácidos graxos poli-insaturadso:ácidos graxos saturados;[5]ácidos graxos da série ω - 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)				
Ácidos graxos (%)	0	3	6	9	12
Saturados (AGS)					
12:0 (láurico)	0,16	0,13	0,13	0,12	0,13
13:0 (tridecanoico)	0,13	0,16	0,11	0,11	0,11
14:0 (miristico)	2,09	1,74	2,48	2,41	2,37
15:0 (pentadecanoico)	0,43	0,43	0,43	0,44	0,47
16:0 (palmítico)	23,49	21,86	23,38	23,35	22,95
17:0 (margárico)	0,91	0,88	1,04	0,87	1,03
18:0 (esteárico)	17,96	17,94	19,98	16,63	17,06
20:0(araquidico)	0,11	0,10	0,11	0,09	0,11
21:0 (heneicosanoico)	0,54	0,62	0,80	0,97	1,15
22:0 (behênico)	0,15	0,15	0,16	0,12	0,15
24:0 (lignocérico)	0,63	0,79	0,42	0,55	0,43
Monoinsaturados (AGMI)					
14:1 (mirístoleico)	0,31	0,29	0,37	0,44	0,47
15:1 ω - 9 (9pentadecanoico)	0,25	0,25	0,20	0,17	1,18
16:1 ω -7 (7 palmitoleico)	0,55	0, 52	0,58	0,48	0,53
16:1 ω 9 (9 palmitoleico)	2,37	2,13	2,16	2,53	2,53
17:1 ω - 9 (9 heptadecanoico)	0,68	0,65	0,62	0,67	0,73
18:1 ω - 7*c(cis* vacênico)	1,15	1,14	1,00	1,10	1,11
18:1 ω - 9(oleico)	32,47	31,01	32,25	30,99	33,36
18:1 *t* – 11 *(trans* vacênico)	2,00	2,50	4,13	4,37	5,54
Poli-insaturados (AGPI)					
18:2 ω - 6 (linoleico)	8,65	9,02	5,54	9,14	6,47
18:2*c*-9,*t*-11(CLA)	0,08	0,08	0,10	0,08	0,10
18:3 ω *-6 9 (γ* linolênico)	0,14	0,13	0,14	0,14	0,15
18:3 ω - *3*(*α* linolênico)	1,27	1,42	0,83	1,07	0,79
20:2 ω - 6(eicosadienoico)	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01
20:4 ω - *6*(araquidônico)	0,29	0,27	0,17	0,23	0,17
20:3 ω - 3(eicosatrienoico)	0,14	0,15	0,11	0,11	0,09
20:5 ω - 3(eicosapentaenoico)	0,12	0,13	0,10	0,11	0,08
22:6 ω - 3(docosahexanoico)	2,74	3,23	1,66	2,57	1,61
Somatório e Razão					
AGS	46,69	44,85	49,09	45,71	46,01

AGMI	39,81	38,52	41,34	40,78	44,48
AGPI	13,40	16,53	9,45	13,41	9,39
ω - 6[1]	9,12	11,58	6,75	9,54	6,82
ω - 3[2]	4,28	4,95	2,70	3,87	2,57
AGS:AGPI[3]	3,5	2,7	5,2	3,4	4,9
ω - 6: ω - 3[4]	2,21	2,32	2,51	2,52	2,67

[1] ácidos graxos da série 6 - ω;[2] ácidos graxos da série ω - 3; [3]razão ácidos graxos saturados:ácidos graxos poli-insaturados;[4] razão ácidos graxos da série ω - 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Resultados e Discussão

As correlações entre os ácidos graxos saturados (AGS) consumidos com os ácidos graxos (AG) da carne encontram-se na Tabela 5. Os AGS que se correlacionaram com os AG da carne foram o ácido esteárico (18:0), o ácido araquídico (20:0), o ácido heniecosanoico (21:0) e o ácido behênico (22:0).

O ácido graxo esteárico (18:0) consumido apresentou correlação moderada positiva com o ácido graxo heneicosanoico (21:0). Essa correlação não tem uma explicação bem definida, pois os ácidos graxos de cadeia ímpar são formados pela síntese *de novo,* a partir do propionato resultante da fermentação ruminal que, pela ação da propionil-CoA sintetase, encontrada nas bactérias, no fígado e tecido adiposo, é transformado em propionil-CoA e, finalmente, a AG de cadeia ímpar (Fernandes et al., 2009).

O ácido heneicosanoico, ainda que seja um ácido graxo saturado (AGS), não tem efeito sobre o nível de lipoproteína de baixa densidade (LDL) plasmático, pois, sendo um ácido graxo de cadeia longa, apresenta baixa absorção intestinal (Palmquist & Mattos, 2006).

Correlação positiva e forte foi observada entre o AG esteárico consumido com o *trans* vacênico presente na carne. O ácido esteárico pode ter inibido o processo de biohidrogenação do ácido *trans* vacênico a ácido graxo linoleico conjugado (CLA) no rúmen, favorecendo a absorção intestinal do ácido *trans* vacênico.

Em seres humanos, por proporcionarem aumento na concentração de LDL, os ácidos *trans* são considerados perigosos para a saúde. Partículas de LDL causam lesão no endotélio vascular com o desenvolvimento de doença inflamatória crônica da camada íntima de artérias de médio e grande calibre, chamada de ateroesclerose (IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose, 2007).

Tabela 5. Correlação entre ácidos graxos saturados da dieta com os ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

Ácidos graxos da carne (%)	Ácidos graxos saturados da dieta							
	18:0		20:0		21:0		22:0	
	r	P	r	P	r	P	r	P
21:0	0,65	<0,0001	0,40	0,015	-0,61	0,0001	-0,36	0,031
22:0	-	-	0,34	0,039	-	-	-	-
24:0	-	-	-	-	-	-	0,43	0,008
15:1 ω - 9		-	-	-	0,30	0,048	-	-
18:1 ω - 9	-	-	0,36	0,037	-	-	-	-
18:1 *t* - 11	0,73	<0,0001	-	-	-0,51	0,001	-	-
18:2*c*-9,*t*-11	-	-	0,38	0,021	-	-	-	-
18:3 ω - *6*	-	-	-0,33	0,047	-	-	0,38	0,023
18:3 ω - *3*	-0,35	0,034	-	-	-	-	0,38	0,022
20:2 ω - 6	-	-	-0,35	0,033	-	-	-	-
20:3 ω - 3	-0,37	0,025	-	-	-	-	-	-
20:5 ω - 3	-0,33	0,046	-	-	-	-	-	-
22:6 ω - 3	-	-	-	-	-	-	0,38	0,021
AGMI[1]	-	-	0,39	0,02	-	-	-0,37	0,025
AGPI[2]	-	-	-	-	-	-	0,42	0,010
ω - 6[3]	-	-	-	-	-	-	0,43	0,009
ω - 3[4]	-	-	-	-	-	-	0,39	0,019
AGPI:AGS[5]	-	-	-	-	-	-	0,40	0,017
ω - 6: ω - 3[6]	0,52	0,001	-	-	-	-	-	-

[1] ácidos graxos monoinsaturados; [2]ácidos graxos poli-insaturados; [3]ácidos graxos da série ω - 6;[4] ácidos graxos da série ω - 3; [5] razão entre ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados;[6] razão entre ácidos graxos de série ω - 6 e ácidos graxos da série ω - 3.

Entretanto, nos tecidos, por meio da enzima delta-9-dessaturase, o ácido *trans* vacênico ainda pode ser metabolizado a CLA (Griinari et al., 2000; Turpeinen et al., 2002) e promover um aumento de 2,5 vezes na concentração sérica deste AG (Salminen et al., 1998).

A proporção ω – 6 e ω - 3 aumentou e a dos ácidos graxos α linolênico (18:3ω-3) eicosatrienoico (20:3 ω-3) e com o eicosapentaenoico-EPA (20:5 ω -3) diminuíram com a ingestão do ácido esteárico. Segundo Gregory et al. (2009), o ácido α linolênico é convertido, no tecido adiposo, nos demais ácidos graxos da série ω-3, assim, a

diminuição da concentração do ácido α linolênico pode ter promovido déficit na síntese dos ácidos eicosatreinoico e EPA e, por conseguinte, aumento na razão ω - 6: ω - 3 na carne.

A preocupação com a razão ω - 6/ ω - 3 no alimento é que o excesso de ácido linoleico impede a transformação do α-linolênico em seus derivados EPA e o AG decosahexanoico (DHA). O mesmo acontece no caso contrário, com um menor consumo do ácido linoleico haverá uma diminuição da formação do ácido araquidônico, uma vez que esses ácidos compartilham dos mesmos sistemas enzimáticos e competem entre si pelas vias metabólicas de alongamento e dessaturação (Hautrive et al., 2012). Porém, são necessárias menores quantidades do ω - 3 que do ω - 6 para produzir a mesma quantidade de produto, pois a enzima delta dessaturase tem maior afinidade pelo ω - 3 (Madsen et al.,1999).

Neste estudo, o valor médio encontrado para ω - 6:ω - 3 foi de 2,4. Segundo Department of Health (1994) e Enser et al. (1998), o valor sugerido como ideal para a ingestão diária por humanos é 4, entre 5 e 10 (FAO, 1994), ou um e dois, de acordo com o NIH-EUA (Simopoulos, 2002).

Associações lineares fracas e positivas moderadas foram notadas entre o AG araquídico (20:0), presente na dieta com os ácidos graxos heneicosanoico (21:0), behênico (22:0), oleico (18:1 ω - 9), CLA e o AGMI, e associações lineares fracas negativas com os ácidos graxos γ linolênico (18:3 ω - 6), eicosatrienoico (20: 3ω - 3) encontrados na carne.

O aumento nas concentrações do AG oleico e do CLA na carne é interessante para a saúde humana, pois o ácido oleico causa elevação da concentracão da lipoproteína de alta densidade (HDL) e redução da LDL (Department of Health 1994), além de atuar como protetor contra a peroxidação das LDL, diminuindo, assim, a probabilidade de formação de placas ateromatosas (Visioli et al., 1997) e o CLA possui ações anticarcinogênicas e antiaterogênicas (Lee et al., 2005).

A correlação positiva entre o ácido graxo araquídico com o AGMI está relacionada, provavelmente, com o aumento do ácido oleico, uma vez que este representa mais de 80% dos AGMI encontrados na carne analisada. Os AGMI proporcionam benefícios à saúde humana (Scollan et al., 2006), pois promovem diminuição do colesterol total e de LDL, e aumento dos níveis de HDL no plasma.

O fato do AG consumido se correlacionar com os ácidos graxos da carne não significa que essa correlação será também estabelecida com os precursores desses ácidos. A correlação negativa do AG araquidico ingerido, por exemplo, com os ácidos graxos γ linolênico e o eicosatrienoico do músculo, não foi estabelecida com os ácidos graxos linoleico e linolênico, que pelo processo combinado de alongamento e desaturação originam os ácidos γ linolênico e o eicosatrienoico, respectivamente (Stryer, 1995).

O ácido graxo henicosanoico (21:0) da dieta correlacionou-se positivamente e, de forma fraca, com o AG 9 pentadecanoico (15:1 ω - 9) e negativamente, de forma moderada, com os ácidos graxos heneicosanoico (21:0) e oleico (18:1n ω - 9) depositados no músculo.

Diferentemente do AG araquídico consumido, que estabeleceu correlação positiva com o AG oléeco depositado na carne, o AG henicosanoico apresentou correlação negativa com o AG oleico, porém, positiva com o AG pentadecanoico, derivado do ácido oleico. O AG oleico origina os ácidos graxos da série ω - 7 (Stryer, 1996), que são envolvidos na síntese dos ácidos graxos e da gordura de forma complexa.

Esperava-se uma correlação positiva entre o AG heneicosanoico consumido com o depositado, entretanto, notou-se uma correlação moderada e negativa, esse fato, provavelmente, esteja relacionado ao tamanho da cadeia desse AG, uma vez que AGS de cadeia longa são menos absorvidos, quando comparados com os demais ácidos graxos (Palmquist & Mattos, 2006).

Dentre todos os AGS da dieta, o behênico (22:0) foi o que teve maior número de associações com os ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi.* Com o AG lignocérico (24:0), AGPI, ω - 6, AGPI:AGS, foram notadas correlações positivas e moderadas com os ácidos graxos γ linolênico (18:3 ω - 6), α linolênico (18:3 ω - 3), docosahexanoico (22:6 ω - 3)-DHA e ω - 3 correlações positivas, porém, fracas com os ácidos heneicosanoico (21:0) e com AGMI correlações negativas e moderadas.

A presença do ácido graxo behênico na dieta pode ter promovido aumento dos ácidos graxos lignocérico, γ linolênico, α linolênico, DHA, ω - 6, ω - 3, AGPI e a razão entre AGPI e AGS. O ácido behênico, pelo processo de alongamento, pode ter originado o ácido lignocérico, ácido graxo encontrado principalmente nos esfingolipídios do sistema nervoso central (Cunningham, 2008).

O AG behênico estabeleceu correlação positiva com o AG γ linolênico e com o somatório dos ácidos graxos ω-6. Essa resposta é justificável, uma vez que o AG γ linolênico é um dos representantes dos ácidos graxos da série ω-6. A mesma interpretação pode ser dada para os resultados da correlação entre o AG behênico com os ácidos graxos α linolênico e docosahexanoico e com o total de ácidos graxos da série ω - 3. Como houve correlação positiva do AG behênico com o AGPI e não houve correlação com AGS, então, esperava-se uma correlação negativa do AG behênico com o somatório dos AGS.

As correlações estabelecidas entre os ácidos graxos insaturados (AGI) com 18 carbonos da dieta e com os ácidos graxos depositados na carne estão representadas na Tabela 6. Em relação ao AG oleico (18:1ω - 9*c*) consumido, constatou-se correlação moderada negativa com AG heneicosanoico (21:0), fraca negativa com os ácidos graxos CLA (18:2*c*-9,*t*-11), α linolênico (18:3 ω - 3) e com AGMI, e correlação moderada positiva com o AG eicosadienoico (20:2 ω - 6) encontrados na carne.

O AG oleico pode competir com o AG α linolênico, bioprecursor dos ácidos graxos da série ω - 3, e com seus produtos intermediários pelas enzimas dessaturases e elongases (Woutersen et al.,1999). Isso pode ter sido a razão da diminuição da deposição do AG α linolênico e do CLA na carne.

O AG *cis* vacênico (18:1 ω-7) da dieta apresentou correlação moderada e negativa com os ácidos graxos heneicosanoico (21:0), 9 heptadecanoico (17:1 ω - 9), *trans* vacênico (18:1*t*-11) e com AGMI, e correlação fraca e negativa com AGPI:AGS. Verificou-se também correlações fracas e positivas com os ácidos graxos α linolênico (18:3 ω-3), eicosatrienoico (20:3 ω-3) e com o EPA. Esses resultados demonstram que a presença do AG *cis* vacênico pode ter favorecido a deposição dos ácidos da série ω - 3 no músculo *Longissimus dorsi.*

O aumento do teor ω - 3 na carne pode influenciar a cor, reduzir o tempo de prateleira e melhorar os atributos sensoriais da carne (Scollan et al., 2006). Por outro lado, os ácidos graxos da série ω - 3 podem diminuir a síntese da lipoproteína de baixíssima densidade (VLDL), as concentrações de triglicerídeos, a adesividade plaquetária e promoverem pequena redução na pressão arterial, bem como o risco de doença coronária (Rique et al., 2002; Oliveira &Vieira, 2004).

Para o AG linoleico (18:2ω-6), as correlações foram moderadas e negativas com o AG behênico (22:0) e fracas e positivas com o AG *trans* vacênico (18:1-11t) e com a

relação ω - 6: ω - 3. O AG linoleico está presente em maior quantidade no alimento concentrado e na glicerina do que na forragem, como demonstrado na Tabela 3, por conseguinte, sua ingestão foi também maior, quando comparada com a dos demais AGPI (Tabela 4), isso pode ter refletido no aumento dos teores do seu isômero, resultante da biohidrogenação, o ácido *trans* vacênico.

Tabela 6. Correlação entre ácidos graxos mono e poli-insaturados da dieta com os ácidos graxos presentes no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

Ácidos graxos da carne (%)	Ácidos graxos poliinsaturados da dieta							
	18:1 ω -9c		18:1 ω -7		18:2 ω -6c		18:3 ω -3	
	r	P	r	P	r	P	r	P
21:0	-0,50	0,002	-0,58	0,002	-	-	-	-
22:0	-	-	-	-	-0,40	0,014	0,36	0,031
17:1 ω - 9	-	-	-0,41	0,013	-	-	-	-
18:1 *t*11	-	-	-0,54	0,0006	0,38	0,027	-	-
18:2*c*-9,*t*-11	-0,35	0,037	-	-	-	-	-	-
18:3 ω - *3*	-0,38	0,022	0,33	0,046	-	-	-	-
20:2 ω - 6	0,52	0,0013	-	-	-	-	-	-
20:3 ω - 3	-	-	0,37	0,027	-	-	-	-
20:5 ω - 3	-	-	0,36	0,029	-	-	-	-
AGMI[2]	-0,37	0,025	-0,53	0,0009	-	-	-	-
ω - 3[5]	-	-	0,34	0,042	-	-	-	-
AGPI:AGS[6]	-	-	-0,36	0,030	-	-	-	-
ω - 6:ω - 3	-	-	-	-	0,33	0,048	-	-

[1] ácidos graxos monoinsaturados; [2]ácidos graxos poli-insaturados; [3] ácidos graxos da série ω - 6;[4] ácidos graxos da série ω - 3; [5]ácidos graxos poli-insaturados:ácidos graxos saturados;[6]ácidos graxos de série ω - 6: ácidos graxos da série ω - 3.

O AG linolênico (18:3 ω-3) apenas correlacionou-se com o AG behênico (22:0) de forma leve e positiva. O AG linolênico, apesar de ser precursor dos ácidos graxos da família ω-3, não apresentou nenhum tipo de correlação com os membros dessa família.

Na Tabela 7 estão as correlações entre os somatórios dos AGMI, AGPI, ω - 6 e ω - 9, consumidos com os ácidos graxos depositados no músculo *Longissimus dorsi.*

Os AGMI e os AGPI da dieta apresentaram correlação com a maioria dos ácidos graxos da carne, porém, a direção da correlação diferiu entre eles. Enquanto que a correlação entre os AGMI com os ácidos graxos heneicosanoico (21:0), lignocérico

(24:0), *trans* vacênico (18:1 ω - 11t), CLA e com AGMI foi negativa, a dos AGPI com esses mesmos ácidos graxos foi positiva.

Tabela 7. Correlação entre os somatórios dos ácidos graxo insaturados da dieta com os ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de bovinos suplementados em pastagem de *Brachiaria decumbens* com glicerina de baixa pureza

Ácidos graxos da carne (%)	Ácidos graxos poli-insaturados da dieta							
	AGMI		AGPI		ω - 6		ω - 9	
	r	P	r	P	r	P	r	P
21:0	0,66	<0,0001	0,88	<0,0001	0,40	0,017	0,64	<0,0001
24:0	0,42	0,010	0,44	0,006		-	0,42	0,011
18:1 ω	0,55	0,0005	0,87	<0,001	0,51	0,001	0,53	0,009
18:2*c*-9,*t*-11	0,40	0,014	0,39	0,019		-	0,40	0,15
18:3 ω -*6*	0,37	0,026		-		-	0,37	0,28
18:3 ω -*3*	0,42	0,11	0,54	0,0008		-	0,41	0,013
20:2 ω -6	0,45	0,006	0,41	0,012		-	0,45	0,05
20:4 ω -*6*	-	-	0,41	0,014		-	-	-
20:3 ω -3	0,38	0,21	0,52	0,001		-	0,37	0,26
20:5 ω -3	-	-	0,47	0,004		-	-	-
22:6 ω -3	0,39	0,018	0,44	0,007		-	0,38	0,21
AGMI[1]	0,47	0,003	0,53	0,0009		-	0,45	0,05
AGPI[2]	0,40	0,017	0,41	0,013		-	0,39	0,020
ω -6[3]	0,38	0,021	0,37	0,026		-	0,38	024
ω -3[4]	0,41	0,013	0,48	0,003		-	0,40	0,16
AGPI:AGS[5]	0,35	0,036	0,35	0,035		-	0,34	0,039
ω - 6: ω - 3[6]	-	-	0,57	0,0003	0,42	0,001	-	-

[1] ácidos graxos monoinsaturados; [2]ácidos graxos poli-insaturados; [3] ácidos graxos da série ω - 6;[4] ácidos graxos da série ω - 3; [5]ácidos graxos poli-insaturados:ácidos graxos saturados;[6]ácidos graxos de série ω - 6: ácidos graxos da série ω - 3.

Contudo, a correlação dos AGMI, consumidos com os ácidos graxos α linolênico (18:3 ω - *3)*, eicosadienoico (20:2 ω - 6), eicosatrienoico (20:3 ω - 3), eicosapentaenoico (20:5 ω - 3), docosahexanoico (22:6 ω - 3), AGMI, AGPI, ω - 6 e a razão AGPI : AGS da carne foi positiva, contrária à correlação dos AGPI consumidos com esses mesmos AG, que foi negativa.

Esse resultado demonstra que a ingestão de AGPI pode promover aumento do AG *trans* vacênico e do CLA, enquanto o consumo de AGMI pode proporcionar elevação nos níveis de ácidos graxos da série ω - 3 e ω - 6, AGMI, AGPI e da razão entre AGPI : AGS na carne.

Os AGMI e, principalmente, os AGPI proporcionam benefícios à saúde humana (Scollan et al., 2006), pois promovem diminuição do colesterol total e de LDL e aumento dos níveis de HDL no plasma. Segundo Metz et al. (1997), as maiores organizações de saúde dos Estados Unidos têm proposto a proporção de 2:1,5, respectivamente, para AGMI e AGPI, na prevenção e tratamento de dislipidemias, e hipertensão, porém, nesse estudo, a proporção média alcançada foi de 0,27:1 (Tabela 5).

Os ácidos graxos da série ω - 6 apresentaram correlação positiva e moderada com o ácido henicosanoico e com o a razão ω - 6: ω - 3. Os da série ω - 9 apresentaram maior número de correlações, sendo assim distribuídas: moderada e positiva com os ácidos graxos lignocérico (24:0), α linolênico (18:3 ω - 3), eicosadienoico (20:2ω - 6) e com ω - 3; fraca e positiva com *γ* linolênico (18:3 ω - 6), eicosatrienoico (20:3ω - 3), docosahexanoico (22:6 ω - 3), AGPI, ω - 6 e com AGPS:AGP, e negativa e moderada com os ácidos graxos heneicosanoico, *trans* vacênico (18:1 ω-11t) e com o AGMI.

Segundo Farfan (1996), os ácidos graxos saturados que apresentam efeito hipercolesterolêmico são os ácidos graxos láurico, mirístico e palmítico. Neste estudo. não foram encontradas nenhuma correlação entre os ácidos graxos da dieta com esses ácidos graxos saturados.

Conclusões

A inclusão da glicerina de baixa pureza, nas condições estudadas, aumenta a deposição no músculo *Longissimus dorsi* do ácido graxo *trans* vacênico, cujo consumo em excesso pode provocar aumento de LDL. Entretanto, aumenta os níveis de AGPI e não altera a deposição dos ácidos graxos saturados hipercolesterolêmico. Os resultados demonstram que os estudos na área de lipídios são extremamente complexos, especialmente, tratando-se dos efeitos da dieta sobre o perfil de ácidos graxos na carne de ruminantes, uma vez que a biohidrogenação altera o perfil dos ácidos graxos consumidos.

Referências

ALMEIDA,V.S. **Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens**.2010.114p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917,1959.

BROUWER. I. A.;WANDER, S. A.; KATAN, M. B. Trans fatty acids and cardiovascular health: research completed? European Journal of Clinical Nutrition advance online publication.2013. Available at: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/23531781. Accessed on:Apr.10,2013..

COSTA, R.G.; CARTAXO, F.Q.; SANTOS, N.M.;QUEIROGA, R. C. R. E.Carne caprina e ovina: composição lipídica e características sensoriais. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 9, n.3, p.497-506, 2008.

CUNNIFF, P. Official methos of analysis of aoac international. 4 ed. Maryland: AOAC International, 1998.Volume I, p. 1-8, 9, 31-34.

CUNNINGHAM, J. G. **Tratado de Fisiologia Veterinária**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2008. 579 p.

DEFRAIN, J. M.; HIPPEN, R.; KALSCHEUR, K. F.; JARDON, P. W. Feeding glycerol to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal Dairy Science,** v.87, n. 12, p. 4195–4206, 2004.

DEPARTMENT OF HEALTH. **Nutritional aspects of cardiovascular disease**. London: HMSO, 1994. 178p.

DETMANN,E.; VALADARES FILHO,S.C. Sobre a estimação de carboidratos não fibrosos em alimentos e dietas. Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia. v.62 n.4, 2010.

DHSS. DEPARTMENT OF HEALTH AND SOCIAL SECURITY. **Report in health and social subjects**, n. 46: nutritional aspects of cardiovascular disease. London: HMSO, p.178, 1994.

ENSER, M.; HALETTI, K. G.; HEWETT, B.; FURSEY, GA. A. J.; WOOD, J. D.; HARRIGTON, G. Fatty acid content and composition of UK beef and lamb muscle in relation to production system and implications for human nutrition. **Meat Scince**, v. 49, n. 3, p. 329-341, 1998.

EIRAS, C. E.; BARBOSA, L. P.; MARQUES, J. A.; ARAÚJO, F. L.; LIMA, B. S.; ZAWADZKI, F.; PEROTTO, D.; PRADO, I.N. Glycerine levels in the diets of crossbred 1 bulls finished in feedlot: animal performance, carcass dressing, feed intake and apparent digestibility. Artigo submetido ao comitê editorial do periódico científico **Animal Feed Science and Technology,** 2013.

FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (1994). Fats and Oils in Human Nutrition Divisão de publicações FAO, Roma, Itália. ISBN 92-5-10.p, 3621-3627, 1994.

FARFAN, J. A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Seminário "colesterol"**: análise, ocorrência, redução em alimentos e implicações na saúde. Campinas: ITAL, 1996. p.35-44.

FERNANDES, A. R. M.; SAMPAIO, A. A. M.; HENRIQUE, W. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girassol. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.705-712, 2009.

FOLCH, J.; LEES, M.; STANLEY, G. H. S; A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. **Journal of Biological Chemistry** 226(1), p. 497-509,1957.

GEAY, Y.; BAUCHART, D.; HOCQUETTE, J.; CULIOLI, J. Effect of nutritional factors on biochemical, structural and metabolic characteristics of muscles in ruminants, consequences on dietetic value and sensorial qualities of meat. **Reproduction Nutrition Development,** v.41, p.1-26, 2001**.**

GEBAUER, S. K.; CHARDIGNY, J. M.; JAKOBSEN, M. V.; LAMARCHE, B.; LOCK, A. L.; PROCTOR, S. D.; BAER, D. J . Effects of ruminant trans fatty acids on cardiovascular disease and cancer: a comprehensive review of epidemiological, clinical, and mechanistic studies. **Advances in nutrition**, 2011 Jul; 2(4): 332-54.

GREGORY, R. M.; CARDONA, J. C. A.; OSPINA, H. P.; RAMIREZ, M. H.; MATTOS, R. C.; JOBIM. M. I. M.. Ácidos graxos poliinsaturados e seus efeitos no desempenho reprodutivo da vaca. **Revista Brasileira de Reprodução Animal**, Belo Horizonte, n. 6, p. 153-156, dez. 2009.

GRIINARI, J.M.; CORL, B.A; LANCY, S.H.; CHOUINARD, P. Y.; NURMELA, K. V.; BOUMAN, D. E. Conjugated linoleic acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by D9-desaturase. **Journal of Nutrition**, 130, 2285-2291,2000.

GRUNDY, S.M; DENKE, M.A. Dietary influences on serum lipids**. The Journal of Lipid Research**, v.31, p. 1149-1172, 1990.

HAUTRIVE, T. P.; MARQUES, A. C.; KUBOTA, E. H. Avaliação da composição centesimal, colesterol e perfil de ácidos graxos de cortes cárneos comerciais de avestruz, suíno, bovino e frango. **Alimentação e Nutrição**,v.23,n.2,p.327-334,abr/jun.2012..

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Method ISO 5509. Geneve: ISO, 6p., 1978.

IV Diretriz brasileira sobre dislipidemias e prevenção da aterosclerose. **Arquivo Brasileiro de Cardiologia**, v. 88,p. 537-544, 2007.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L.G.R.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; DE OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; DE PAIVA SOUZA, N.K.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 45, 1012-1020, 2010.

LAMMERS, P.J.; KERR, B. J.; WEBER, T. E.; DOZIER, W. A.; KIDD, M. T.; BREGENDAHL, K.; HONEYMAN, M. S. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, n.3, p.602-608, 2008. Available at: <http://jas.fass.%20org/content/86/3/602.full?>. Accessed on: 28 set. 2011.

LEAF, A.; XIAO, Y. F.; KANG, J. X.; BILLMAN, G. E. Prevention of sudden cardiac death by n-3 polyunsaturated fatty acids. **Pharmacology and Therapeutics**, Maryland, v. 98, n. 3, p. 355-377, 2003.

LEE, B. C.; KIM, M. K.; JANG, G.; OH, H. J.; YUDA, F.; KIM, H. J.; SHAMIM, M. H.; KIM, J. J.; KANG, S. K.; SCHATTEN, G.; HWANG, W. S. Dogs cloned from adult somatic cells. Nature, v. 436, p. 641, 2005.

MACH,N.; BACH,A.; DEVANT,M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal Animal Science**, vol. 87 no. 2 632-638, 2009.

MADSEN, L.; RUSTAN, A. C.; VAAGENES, H.; BERGE, K,; DYROY, E.; BERGE, R. K. Eicosapentaenoic and docosahexaenoic acid affect mitochondrial and peroxisomal fatty acid oxidation in relation to substrate preference. **Lipids**, v. 34, n. 9, p. 951-963, 1999.

MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; MOLETTA, J. L.; PRADO, I. M.; PRADO, J. M.; MACEDO, L. M. A.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M.Características físicoquímicas da carcaça e da carne de novilhas submetidas ao anestro cirúrgico ou mecânico terminadas em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.4, p.1514-1522, 2006.

METZ, D.A.; KRIS-ETHERTON, P.M.; MORRIS, C.D.; MUSTAD, V. A.; STERN, J. S.; OPARIL, S.; CHAIT, A.; HAYNES, R. B.; RESNICK, L. M,.; CLARK, S.; HATTON, D. C.; MCMAHON, M.; HOLCOMB, S.; SNYDER, G. W.; PI-SUNYER, F. X.; MCCARRON , D. A.Dietary compliance and cardiovascular risk reduction with a prepared meal plan compared with a self-selected diet. **American Journal Clinical of Nutrition**, Bethesda, v.66, p.373-385, 1997.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7. Ed. Washington, D.C. 2001,381p.

OLIVEIRA, M.F.; VIEIRA, O.V. **Extração de óleos de girassol utilizando miniprensa**- EMBRAPA, 2004. p.30 (Documentos n. 237).

PALMQUIST, D.L.; MATTOS, W.R.S. Metabolismo de lipídeos. In: BERCHIELLI, T.T. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP. p.287-310, 2006.

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.

RIQUE, A. B. R.; SOARES, E. A.; MEIRELLES, C. M. Nutrição e exercício na prevenção e controle das doenças cardiovasculares. **Revista Brasileira Medicina Especializada**. 2002; 8(6):1-11.

ROCHA, L .A. C. **Qualidade do leite de búfala e desenvolvimento de bebida láctea com diferentes níveis de iogurte e soro de queijo**. Itapetinga. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB. 2008. 82f. (Dissertação, Mestrado em Engenharia de Alimentos).

SALMINEN, I.; MUTANEN, M.; JAUHIAINEN, M.; ARO, A. Dietary trans fatty acids increase conjugated linoleic acid levels in human serum. **The Journal of Nutritional Biochemistry**, v.9, n.2, p.93-98, 1998.

SARTORI, R.; GUARDIEIRO, M. M. Fatores nutricionais associados à reprodução da fêmea bovina. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 39, p. 422-432, 2010 (supl. especial).

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J. F.; NUERNBERG, K.; DANNERNBERGER, D.; RICHARDSON, I.; MOLONEY, A. Innovations in beef production systems that enhance the nutritional and health value of beef lipids and their relationship with meat quality. **Meat Science, Champaign**, v. 74, n. 1, p. 17-33, 2006.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SIMOPOULOS, A. P. The importance of the ratio of omega-6/omega-3 essential fatty acids. **Biomedicine Pharmacotherapy**, v.56, n.8, p.365-379, 2002.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluatingcattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

STRYER, L. Metabolismo de Ácidos Graxos IN: **Bioquímica,** 4ª Ed. Guanabara Koogan, 1996, p571-596.

TURPEINEN, A.M; MUTANEN, M; ARO, A.; SALMINEN, I.; BASU, S.; PALMIQUIST, D. L.; GRIINARI, J. M. Bioconversion of vaccenic acid to conjugated linoleic acid in humans. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.79, n.3, p.504-510, 2002.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carboydrate metodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

VISIOLI, F.; BELLOSTA, G.; GAILLI, C. Cardioprotective properties of olive or derived polyphenols. In: Atherosclerosis – ABSTRACTS OF THE INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON ATHEROSCLEROSIS, Paris, 1997, p. 194.

WANDER, S. A. J.; BRAUWER, I.A.; SIEBELINK, E. Effect of a High Intake of Conjugated Linoleic Acid on Lipoprotein Levels in Healthy Human Subjects. **Plos one,** 2010 Feb 3;5(2). Available at:< http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC2815780/ >. Accessed on: apr,15,2013.

WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W. J.; YANG, W. Z.; DONG, K, H.; HUANG, Y. X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, v. 121, p. 15-20, 2009.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61.,1999, **Proceedings.**.. Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

WOOD, J. D.; ENSER, M.; FISHER, A. V.; NUTE. G. R.; SHEARD, P. R.; RICHARDSON, R. I.; HUGHES, S. I.; WHITTIGTON, F. M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review.**Meat Science**, v.78, p. 343 - 358, 2008.

WOUTERSEN, R.A.; APPEL, M.J.; GARDERENHOETMER,A; VAN, WIJNANDS, M.V.W. Dietary fat and carcinogenesis. **Mutat.Res**., Amsterdam, v.443, p.111-127, 1999.

VI-CAPÍTULO IV

PERFIL METABÓLICO E ASPECTOS REPRODUTIVOS DE TOUROS SUPLEMENTADOS COM GLICERINA DE BAIXA PUREZA EM PASTAGEM DE *BRACHIARIA DECUMBENS*

RESUMO - Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de glicerina de baixa pureza na dieta de bovinos por meio do perfil metabólico e aspecto reprodutivo. Foram utilizados 35 touros com predominância da raça Nelore, com peso corporal médio inicial de 428,0 ± 32,11 kg, distribuídos em delineamento Inteiramente Casualizado, com cinco tratamentos e sete repetições, durante 74 dias. Os tratamentos consistiram na inclusão de glicerina de baixa pureza nos níveis de 0, 3, 6, 9 e 12% da matéria seca da dieta. Duas coletas de sangue e sêmen foram realizadas, a primeira, no quadragésimo quarto, e a segunda, no octogésimo oitavo dias do período experimental. Foram avaliadas as concentrações plasmáticas de glicose, colesterol total, HDL, LDL, VLDL, triglicerídeos, creatinina e testosterona. Do sêmen, foram analisados os aspectos físicos e morfológicos. Ao final do período experimental, os animais foram abatidos; os testículos coletados e pesados; e retiradas amostras para avaliações histopatológicas. Houve comportamento linear decrescente para a concentração plasmática de glicose, linear crescente para a concentração plasmática de colesterol total; efeito quadrático positivo para HDL, com ponto de mínima de 7,46% de glicerina e cúbico para LDL, com ponto de mínima de 2,06 e de máxima de 9,49% de glicerina ($P<0,05$). Não foram encontradas diferenças para os demais metabólitos e testosterona ($P>0,05$). Não houve diferença ($P<0,05$) para volume seminal, turbilhonamento espermático e concentração espermática entre os tratamentos. Houve efeito quadrático negativo para a motilidade espermática progressiva e vigor espermático ($P<0,05$), com pontos de máxima de 5,38 e 5,50% de glicerina, respectivamente. Para defeitos menores, defeitos maiores e defeitos totais, não foram observadas diferenças ($P<0,05$) com o uso da glicerina. O perímetro escrotal apresentou comportamento cúbico ($P<0,05$), cujos pontos de mínima e máxima foram 2,61 e 8,46%, respectivamente. Para os dados da morfometria testicular, observou-se comportamento quadrático positivo ($P<0,05$) para o índice Leydigossomático (ILS), com ponto de mínima de 6,66% e, para a proporção volumétrica das células de Leydig (CL), com ponto de mínima de 5,41%, as demais variáveis não apresentaram resposta significativa. Não foram observadas alterações histopatológicas testiculares. A inclusão de 12% de glicerina na dieta de touros em terminação apresenta efeito hipoglicêmico e hipercolesterolêmico. A inclusão de mais de 5,38% de glicerina na dieta reduziu a motilidade e o vigor espermático, promovendo diminuição da qualidade seminal.

Palavras-chave: biodiesel, glicerol, reprodução, ruminante, suplementação.

VI-CHAPTER IV

METABOLIC PROFILE AND REPRODUCTIVE ASPECTS OF BULLS SUPPLEMENTED WITH GLYCERIN LOW PURITY ON *BRACHIARIA DECUMBENS* PASTURE

ABSTRACT -This study aimed to evaluate the effects of including crude glycerin (GB) in the diet of cattle through the metabolic profile and reproductive behavior. 35 bulls , predominantly Nelore, were used with initial body weight of 428,0 ± 32.11 kg, distributed in a completely randomized design with five treatments and seven replications during 88 days. Treatments consisted on the inclusion of GB at levels of 0, 3, 6, 9 and 12% of the diet dry matter. Two samples of blood and semen were held, the first in the forty-fourth and second in the eighty-eighth day of the trial period. The plasma concentrations of glucose, total cholesterol, HDL, LDL, VLDL, triglycerides, creatinine and testosterone were evaluated. The physical and morphological aspects of semen were analyzed. At the end of the experimental period, the animals were slaughtered; testicles collected and weighed, and sampled for histopathological ratings. There was a linear decrease in the plasma glucose concentration, linear increase for the plasma concentration of total cholesterol and positive quadratic effect to HDL, with maximum point of 7.46% of GB and cubic for LDL with minimum point of 2.06 and maximum of 9.49% GB in the diet ($P < 0.05$). No differences were found for the other metabolites and testosterone ($P > 0.05$). There was no difference ($P < 0.05$) for semen volume, sperm concentration and sperm turbulence between treatments. There was a quadratic negative effect for sperm motility and vigor ($P < 0.05$) with maximum points from 5.38% and 5.50 GB, respectively. For minor defects, major defects and total defects were not significant differences ($P < 0.05$) with the use of GB in the diet. The scrotal circumference showed cubic behavior ($P < 0.05$) whith minimum and maximum points of 2.61 and 8.46%. For testicular morphometric data, it was observed a positive quadratic ($P < 0.05$) for Leydigosomatic index (ILS) with minimum point of 6.66% and the volumetric proportion of Leydig cells (CL) with minimum point of 5.41%, the other variables showed no significant response. There were no testicular histopathological changes. The inclusion of 12% crude glycerin in the diet of finishing bulls has hypoglycemic and hypercholesterolemic effect. The inclusion of more than 5.38% crude glycerin in the diet reduced motility and sperm vigor, promoting decreased semen quality.

Keywords: biodiesel, glycerol, breeding, ruminant, supplementation

Introdução

A produção de bovinos de corte em regiões tropicais, como o Brasil, caracteriza-se por utilizar as gramíneas como principal fonte de nutrientes (Paulino et al., 2010) e pela criação predominante de animais *Bos taurus indicus*, especialmente a raça Nelore e seus cruzamentos (Millen et al., 2011). Todavia, os padrões climáticos das regiões tropicais tornam extremamente complexos a produção e a reprodução animal, haja vista a inconstância na oferta de forragens, principalmente no período das secas, o que promove comprometimento dos processos digestórios e da disponibilidade de nutrientes (Moraes et al., 2009).

Assim, a suplementação a pasto pode ser uma alternativa de manejo. Entretanto, seu custo pode tornar inviável o seu uso, pois os ingredientes comumente utilizados na formulação das rações são também empregados na alimentação de animais monogástricos, tornando, assim, elevada a demanda e o custo desses ingredientes.

Como alternativa, os coprodutos da indústria podem ser uma escolha viável do ponto de vista nutricional e econômico de substituição dos principais componentes dos suplementos. A glicerina bruta, coproduto da indústria do biodiesel (Dasari et al., 2005), tem sido utilizada na formulação de rações em substituição ao milho, pois é considerada como um substrato gliconeogênico para ruminantes (Chung et al., 2007).

Para cada tonelada de biodiesel, são produzidos, aproximadamente 100 kg de glicerina bruta, a qual contem, geralmente, 50% de glicerol e várias impurezas (Oliveira et al., 2012). O metanol, utilizado no processo de separação do glicerol dos ácidos graxos, é o principal contaminante da glicerina (Leão et al., 2012).

Se a glicerina bruta obtida contiver, no máximo, 0,5% de metanol e cerca de 1% de outras substâncias orgânicas, ela pode ser classificada, segundo a Agência Francesa de Segurança Sanitária de Alimentos (AFSSA), como um produto não prejudicial para uso em alimentação animal (EFSA, 2010).

A avaliação de ingredientes alternativos para a alimentação de reprodutores deve incluir investigações sobre o efeito no metabolismo geral e testicular, que estão associados ao potencial reprodutivo dos animais. Nos ruminantes, a nutrição influencia a fertilidade, diretamente pelo fornecimento de nutrientes específicos, que são necessários para o desenvolvimento dos gametas e, indiretamente, atuando sobre as

concentrações circulantes dos hormônios e outros metabólitos, sensíveis aos nutrientes, que são requeridos para o sucesso deste processo (Robinson et al., 2006).

Nesse sentido, objetivou-se avaliar o efeito da inclusão de glicerina de baixa pureza no suplemento de touros terminados a pasto por meio do perfil metabólico e características reprodutivas.

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Setor de Bovino de Corte da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Campus de Cruz das Almas – BA, em uma área de 35 hectares (ha), formada de *Brachiaria decumbens*, dividida em cinco piquetes com aproximadamente sete ha cada, com acesso à praça de alimentação.

Utilizou-se 35 bovinos machos, não castrados, mestiços, com predominância de raça Nelore, com peso corporal inicial médio de 428,0 ± 32,11kg, distribuídos em um Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), com cinco tratamentos e sete repetições cada. O período experimental compreendeu os meses de setembro a dezembro de 2010, com total de 88 dias, sendo os primeiros 14 dias destinados à adaptação dos animais ao manejo e às dietas experimentais.

Os animais foram suplementados na proporção de 1,0% do peso corporal (PC). As dietas experimentais continham 0, 3, 6, 9 e 12% de inclusão de glicerina de baixa pureza na dieta total, sendo formuladas segundo o NRC (2000) (Tabela 1), para atender às exigências de mantença e ganho médio diário (GMD) de 1,2 kg e fornecidas diariamente às 11 horas.

Para evitar possíveis efeitos dos piquetes, especialmente quanto à disponibilidade e qualidade da forragem e a eliminação de possíveis efeitos de ambiente sobre os tratamentos, os animais, juntamente com os tratamentos, foram rotacionados entre os piquetes a cada sete dias.

As análises químicas das amostras da forragem e dos suplementos (Tabela 1) foram realizadas no Laboratório de Nutrição Animal da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, em Itapetinga-BA. As análises dos teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) foram realizadas segundo Silva & Queiroz (2002); fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral ou cinzas, segundo Van Soest et al. (1991). O teor de matéria orgânica (MO) foi

estimado deduzindo-se o teor de cinzas do valor de MS. Os carboidratos totais (CHOT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), sendo: CHOT = 100 – (%PB + %EE + %Cinzas). O conteúdo de carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN, e os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Detmann & Valadares Filho (2010), em que: CNFcp = (100 – (%FDNcp –(%PB – PBu + U) – %EE – %cinzas).

Tabela 1. Composição percentual dos suplementos com base na matéria seca e composição química dos suplementos e pasto ofertados

		Níveis de inclusão de glicerina de baixa pureza				
	Brachiaria decumbens	0	3	6	9	12
Ingredientes (%)						
Milho Grão Moído		79,35	70,91	62,30	53,53	44,58
Farelo de Soja		17,30	18,95	20,64	22,35	24,10
Glicerina		-	6,76	13,65	20,68	27,85
Ureia		1,85	1,87	1,88	1,90	1,92
Mistura Mineral[1]		0,99	1,00	1,00	1,02	1,02
Calcário		0,51	0,51	0,52	0,52	0,53
Total		100,00	100,00	100,00	100,00	100,00
Componentes						
Matéria seca (%)	31,60	85,81	87,52	86,00	84,49	85,36
Matéria mineral (%)	8,30	3,06	3,30	3,53	3,49	3,81
Matéria orgânica (%)	91,70	96,94	96,70	96,47	96,51	96,19
Proteína bruta (%)	13,10	24,39	24,69	24,29	22,33	23,54
Extrato etéreo (%)	2,98	3,13	5,39	6,23	6,62	8,56
Fibra em detergente neutro (%)	69,61	25,49	25,01	25,25	18,98	18,51
FDNcp[2] (%)	62,32	13,64	7,41	5,87	6,33	4,28
Carboidratos totais (%)	75,55	69,42	66,62	65,95	67,56	64,09
Carboidratos não fibrosos (%)	5,94	43,93	41,61	40,70	48,58	45,58
NDT[3](%)	56,87	89,00	85,84	84,87	92,13	92,66
CEM[4] (Mcal de EM/kg de MS)	3,88	3,92	3,78	3,74	4,06	4,09

[1] Composição em 100g: Cloreto de sódio (NaCl) - 47,15g; Fosfato bicálcico - 50g; Sulfato de zinco - 1,5g; Sulfato de cobre- 0,75g; Sulfato de cobalto - 0,05g; Iodato de potássio -0,05g; Sulfato de magnésio- 0,5g. [2]Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas;[3]NDT= nutrientes digestíveis totais estimados segundo NRC (2001);[4]CEM= concentração de energia metabolizável.

Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), utilizando-se a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína, pela seguinte equação:

NDT (%) = PBD + FDNcpD + CNFcpD + 2,25EED, em que: PBD = PB digestível; FDNcpD = FDNcp digestível; CNFcpD = CNFcp digestíveis e EED = EE digestível.

Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Para a energia metabolizável, considerou-se que 1,0 kg de NDT equivalem a 4,409 Mcal de energia digestível e, para a transformação em energia metabolizável, utilizou-se o valor de 82% de eficiência de utilização de energia digestível.

A composição físico-química da glicerina foi realizada pelo método de Karl Fischer, no Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Curitiba - PR. Os resultados em porcentagem na matéria natural foram: 43,9% de glicerol, 6,0 % de metanol, 33,6% de ácidos graxos totais, 9,0% de água e 7,3 % de matéria mineral.

Os animais foram pesados em balança do tipo “brete”, a cada 28 dias, sempre após um jejum alimentar de 14 horas, para acompanhamento do desempenho animal e ajuste da dieta.

Para determinação do perfil metabólico e concentração plasmática de testosterona, foram realizadas duas coletas de 5 mL de sangue por venopunção da jugular, utilizando tubos a vácuo contendo como anticoagulante EDTA e fluoreto de sódio. As coletas foram realizadas no quadragésimo quarto e no octogésimo oitavo dias do período experimental. Após a coleta, em temperatura ambiente, o sangue foi centrifugado a 3.000 rpm, por 15 minutos, em centrífuga Coleman®, modelo 90-1. O plasma sanguíneo foi armazenado em microtubos de polietileno de 1,5 mL e congelado a -20ºC, até a realização das análises.

As concentrações plasmáticas de glicose, colesterol total, colesterol-HDL, triglicerídeos e creatinina foram determinados por meio de análises colorimétricas, em triplicatas, utilizando-se kits comerciais (Doles®, Ltda, Goiânia, GO, Brasil), conforme especificações do fabricante. As determinações foram analisadas pelo aparelho espectrofotômetro Femto®700 Plus no Laboratório de Bioquímica Metabólica e Imunologia Veterinária da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB). Para obtenção das concentrações de colesterol-VLDL e do colesterol-LDL, empregaram-se as equações de Friedewald (1972), em que colesterol-VLDL= (triglicerídeos/5) e colesterol-LDL = [colesterol total–(colesterol-HDL + colesterol-VLDL)].

Na avaliação da concentração de testosterona, foi empregado o método de quimioluminescência, no Laboratório de Reprodução Animal do Departamento de

Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, utilizando o kit comercial Access Testosterone da Beckman Coulte®, seguindo as orientações recomendadas pelo fabricante.

Para avaliação da qualidade física e morfológica seminal, foram realizadas duas coletas de sêmen, por meio do método de eletroejaculação (Torjet 65, Eletrovet, São Paulo), nos mesmos dias em que foram coletadas as amostras de sangue.

Após a coleta, o tubo coletor foi acondicionado em banho-maria, a 37ºC, e submetido a exame para determinação do volume do ejaculado (mL), aspecto seminal, turbilhonamento espermático (0-5), motilidade espermática progressiva (0-100%) e vigor espermático (0-5). Para avaliação da concentração espermática, 20µL de sêmen, foram diluídos em 4mL de formol salina, e a contagem foi feita utilizando câmara de Neubauer, em conformidade com os valores preconizados pelo Colégio Brasileiro de Reprodução Animal - CBRA (Henry & Neves, 1998). A uma alíquota de sêmen fresco foram adicionadas 2mL de solução formol salina (Hancock, 1957), para avaliação da morfologia espermática em microscopia de interferência diferencial de fase.

Seguindo o mesmo manejo da coleta de sêmem e sangue, a aferição da biometria testicular, em centímetros, foi obtida com fita métrica metálica, posicionando os testículos simetricamente na bolsa escrotal. As medidas de perímetro escrotal (PE) foram tomadas na região de maior envergadura, conforme o CBRA (1998).

Ao final do período experimental, os animais foram pesados após um jejum de sólidos de 14 horas e destinados a um frigorífico comercial com peso corporal médio de 473,0±46,0Kg. O abate (insensibilização, sangria, esfola e evisceração) ocorreu conforme o fluxo normal do frigorífico.

Após o abate, os testículos foram coletados, identificados como direito e esquerdo, removendo-se o epidídimo, e pesados em balança digital marca Toledo®, modelo 9094. Foram coletadas três amostras de parênquima testicular esquerdo, medindo 1,0 x 1,0 x 0,5cm, nas regiões apical, mediana e distal; em seguida, as amostras foram acondicionadas em recipiente plástico contendo formol tamponado a 10%, para avaliação histopatológica. O processamento histológico foi realizado segundo Luna (1998), no Laboratório de Histopatologia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, assim como a análise histopatológica das amostras.

Para determinação dos parâmetros de morfometria testicular, o diâmetro tubular médio foi obtido a partir da mensuração de 20 seções transversais do túbulo seminífero

por animal, independentemente do estádio do ciclo do epitélio seminífero. As seções foram escolhidas ao acaso, mediante varredura horizontal, sendo utilizadas para mensuração do diâmetro tubular aquelas que apresentavam o contorno mais circular possível. As mensurações foram feitas com o auxílio de ocular micrométrica 10X e objetiva de 10X em microscópio óptico.

Na mesma seção em que foi obtido o diâmetro tubular, mensurou-se a altura do epitélio seminífero, considerando-se as espessuras epiteliais desde a membrana basal até a borda luminal. Duas mensurações foram obtidas de cada seção transversal, referentes a dois pontos contralaterais, sendo considerada como medida representativa a média entre as duas mensurações. Para conversão de centímetros obtidos pela ocular micrométrica, utilizou-se a seguinte escala: um traço da régua micrométrica equivalente a 1µm na objetiva de 100X, a 2,5µm na objetiva de 40X e a 10µm na objetiva de 10X.

Para cálculo da proporção volumétrica dos componentes do parênquima testicular, foi utilizada uma gratícula com 408 interseções consideradas como pontos. Essa gratícula foi acoplada a uma tela de 16 polegadas, na qual a imagem foi projetada diretamente do microscópio. Foram examinados dez campos, escolhidos ao acaso, por meio da varredura horizontal dos cortes. De cada animal, foram computados os pontos coincidentes sobre os diferentes elementos constituintes do parênquima testicular.

As proporções volumétricas, descritas em porcentagem, foram calculadas sobre um total de 4.080 pontos por animal, em aumento de 400X. Os componentes do parênquima testicular registrados foram: túbulo seminífero (túnica própria, epitélio seminífero, lúmen tubular) e intertúbulo (células intersticiais de Leydig, tecido conjuntivo, vasos sanguíneos e linfáticos).

Para cálculo do volume do parênquima testicular, foi descontado o percentual ocupado pela túnica albugínea e mediastino testicular. Como a densidade do testículo é muito próxima de 1, seu peso foi considerado como volume (Paula et al., 2002). A partir do volume do parênquima, calculou-se o percentual ocupado pelas estruturas dos túbulos seminíferos e espaço intertubular.

Vol. Par. _____ 100%

x _____ P.c.p.

Em que, Vol. Par. (volume do parênquima testicular) está para 100% e x (volume do componente do parênquima testicular) está para P.c.p., que é o percentual do componente do parênquima testicular, obtido anteriormente pela proporção.

Para calcular o comprimento total dos túbulos seminíferos, foi utilizada a fórmula:

$$CTT = \frac{vts}{\pi r^2}$$

Em que CTT é o comprimento total dos túbulos seminíferos; vts, o volume total dos túbulos seminíferos ($mL=cm^3$), calculado anteriormente pela proporção volumétrica de túbulos seminíferos no volume testicular; e πr^2, a área da base correspondente à área da seção transversal do túbulo seminífero, sendo π igual a 3,14 e o raio (r^2) considerado metade do diâmetro médio.

O resultado final, referente ao comprimento total de túbulos, para cada animal, foi expresso em metros.

O índice gonadossomático, que representa o percentual da massa corporal alocado em testículo, foi calculado dividindo-se o peso médio dos dois testículos pelo peso corporal.

Os índices leydigossomático e tubulossomático representam o percentual da massa corporal alocado, respectivamente, em células de Leydig e túbulos seminíferos, os quais foram calculados inferindo-se do índice gonadossomático o percentual do parênquima testicular ocupado pelas células de Leydig e pelos túbulos seminíferos.

$$ILS = \frac{vtcl}{pc} x100$$

Em que ILS = índice leydigossomático; vtcl = volume total de células de Leydig; e pc = peso corporal.

Os resultados referentes aos índices gonadossomático, leydigossomático e tubulossomático foram expressos em percentual.

Os dados foram avaliados por meio de Análises de Variância e Regressão, utilizando-se o programa de análises estatísticas SAS. Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão ao nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Foram observados efeitos ($P<0,05$) do uso da glicerina de baixa pureza sobre as concentrações plasmáticas de glicose, colesterol total, lipoproteínas de alta densidade

(HDL) e lipoproteínas de baixa densidade (LDL). Entretanto, as concentrações plasmáticas de triglicerídeos, lipoproteínas de baixíssima densidade (VLDL), creatinina e testosterona não foram influenciadas (P>0,05) com a inclusão da glicerina na dieta (Tabela 2).

Tabela 2. Perfil metabólico e concentração plasmática de testosterona de touros suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*

Variáveis (mg dL^{-1})	Nível de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
	0	3	6	9	12		L	Q	C
Glicose	92,25	147,37	84,85	88,61	77,85	5,32	0,013*	0,012	0,0001
Colesterol	118,82	103,60	115,52	132,20	139,31	3,35	0,016**	0,019	0,026
Triglicerídeos	39,25	39,58	33,06	34,60	43,74	1,69	0,77	0,269	0,289
VLDL	7,85	7,88	6,61	6,92	8,74	0,34	0,772	0,269	0,289
HDL	54,62	50,66	45,92	44,20	66,25	2,21	0,410	0,021***	0,012
LDL	56,34	45,06	62,98	81,07	64,30	3,56	0,062	0,168	0,025****
Creatinina	0,34	0,36	0,39	0,33	0,39	0,01	0,511	0,802	0,850
Testosterona (ng mL^{-1})	13,16	11,05	13,71	13,33	12,44	0,63	0,844	0,977	0,718

EPM = Erro padrão da média; L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina bruta na dieta. *$\hat{Y}$=-8,75571x+124,45429(R^2= 0,17); **$\hat{Y}$= 6,63957x+102,60929(R^2= 0,16); ***$\hat{Y}$= 3,77852x^2-21,20819x+74,82814 (R^2= 0,21); ***$\hat{Y}$ = -5,17746x^3+45,75636x^2-112,04632x +127,95531 (R^2= 0,25)

As concentrações plasmáticas de glicose apresentaram comportamento linear decrescente (P<0,05) com a inclusão de glicerina nos suplementos. Esperava-se um efeito contrário, uma vez que a glicerina é rapidamente fermentada e transformada em ácido propiônico, o qual é absorvido pelo rúmen (Kristensen & Raun, 2007) e no fígado, assim como o glicerol proveniente do rúmen, é utilizado na síntese da glicose pela via gliconeogênica (Lage et al., 2010).

Contudo, a concentração média para todos os tratamentos estiveram acima do intervalo de 45 a 75 mg dL^{-1}, preconizado por Kaneko et al. (1997), como normais para a espécie bovina. Segundo Gunn et al. (2011), bovinos em fase de terminação possuem insensibilidade à insulina, fato que, possivelmente, contribuiu para as altas taxas de glicose encontradas neste estudo. Moriel et al. (2011) utilizaram o nível de 15% de glicerina bruta na alimentação de novilhas e observaram que a concentração de glicose não foi alterada, com valor médio de 66 mg dL^{-1}.

Níveis de inclusão de glicerina de baixa pureza iguais aos testados neste estudo foram avaliados por Mach et al. (2009), porém, a inclusão de glicerina não afetou a concentração plasmática de glicose dos animais. Contudo, Chung et al. (2007) e Wang et al. (2009) observaram aumento na concentração sérica de glicose em vacas holandesas alimentadas com 250 e 300g de glicerina, respectivamente. Gunn et al. (2010) constataram diminuição na concentração de glicose com o aumento da inclusão da glicerina de baixa pureza (0, 15, 30 e 45%) na dieta de ovinos, mas os valores médios encontrados foram abaixo dos considerados normais para a espécie.

As concentrações plasmáticas de colesterol total apresentaram comportamento linear crescente ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina nos suplementos. De acordo com Nunes et al. (2010), o acréscimo de extrato etéreo (EE) nas dietas eleva as concentrações plasmáticas de colesterol. A concentração de EE da glicerina usada neste estudo foi de 33,6%, com isso, o teor de EE nas dietas aumentou de 3,13 para 8,56% na MS (Tabela 1), desse modo, supõe-se que houve uma maior disponibilidade de ácidos graxos absorvidos, que podem ter sido convertidos em acetato, o qual foi utilizado para a síntese de colesterol total (Lehninger et al., 2006).

Apesar da concentração plasmática de colesterol ter aumentado com os níveis de glicerina, de 118,89 a 139,31%, esse intervalo está dentro dos valores séricos normais para bovinos, entre 53 a 137 mg dL^{-1} (Ferreira Neto et al., 1982). Estudos realizados por Pellegrin et al. (2012) demonstraram que não houve efeito da inclusão de 0, 10, 20 e 30% de glicerina, contendo 2,1% de EE, sobre o colesterol sanguíneo em cordeiros.

A caracterização do estado energético dos ruminantes pode ser realizada por meio das concentrações plasmáticas de glicose e colesterol (Rowlands, 1980), nesse sentido, fica evidente que a inclusão da glicerina na dieta não comprometeu o metabolismo energético dos animais. Além disso, o colesterol pode também influenciar o desempenho reprodutivo dos ruminantes, por ser precursor de hormônios esteroides (Peixoto & Osório, 2006).

As concentrações plasmáticas de triglicerídeos não foram influenciadas pela presença de glicerina no suplemento e o valor médio foi de 38,04 mg dL^{-1}, próximo aos valores referenciais indicados por Pogliani & Birgel Junior (2007), os quais recomendam entre 16,3 e 34,8 mg dL^{-1} para bovinos. Entretanto, acima do intervalo (0-14 mg dL^{-1}) de referência considerado normal por Kaneko et al. (1997) que, nesse caso,

apesar de elevado, não alterou o equilíbrio fisiológico dos animais, pois os demais parâmetros sanguíneos mantiveram-se nas concentrações indicadas para a espécie

Osborne et al. (2009) utilizaram glicerol (20g L^{-1}) e óleo de soja (10g L^{-1}) em água de beber para vacas leiteiras peri-parto e observaram que a concentração sérica de triglicerídeos foi menor em relação ao tratamento controle.

Não foram observadas alterações para as concentrações de VLDL com a inclusão da glicerina na dieta. Esse resultado pode se reflexo da resposta observada para a concentração de triglicerídeos, uma vez que estes são os lipídios predominantes nos quilomícrons e na VLDL (Santos et al., 1998).

Foi observado comportamento quadrático positivo ($P<0,05$) entre os tratamentos para as concentrações de HDL, com ponto mínimo para o nível de inclusão de 7,46% de glicerina de baixa pureza na dieta. A HDL é a principal responsável pelo transporte do colesterol sanguíneo em bovinos, e sua concentração é influenciada pelos mesmos fatores que interferem no colesterol plasmático (Grummer & Carroll, 1988). Santos et al. (1998), ao avaliar os efeitos de dietas com dois níveis de concentrado e lipídios com taxas semelhantes a usada neste estudo em touros zebu, notaram que a dieta não alterou os valores de HDL, cuja média foi de 61,5 mg dL^{-1}.

Os valores observados para a LDL tiveram comportamento cúbico ($P<0,05$), com pontos mínimo e máximo obtidos quando o nível de inclusão de glicerina foi de 2,06 e 9,49%, respectivamente. A concentração de LDL está relacionada diretamente aos teores de colesterol total, HDL e VLDL, e indiretamente ao teor de triglicerídeos, uma vez que LDL= colesterol total - (HDL+VLDL) (Friedewald, 1972). A partir dos resultados discutidos anteriormente, é provável que a concentração de LDL tenha sido influenciada pela concentração do HDL, uma vez que a concentração de colesterol total cresceu linearmente e a de VLDL não foi alterada com a ingestão da glicerina.

O valor médio para a creatinina foi de 0,36 mg dL^{-1} e, de acordo com Kaneko et al. (1997), a faixa de normalidade em bovinos está entre 1-2 mg dL^{-1}. As concentrações plasmátcas de creatinina refletem a taxa de filtração renal, de forma que altas concentrações de creatinina indicam uma deficiência da funcionalidade renal (González & Scheffer, 2003). Dessa forma, o resultado demonstra que a glicerina de baixa pureza, no período e nos níveis em que foi utilizada, não comprometeu o funcionamento renal dos animais.

Embora tenha sido observado aumento linear nas concentrações de colesterol total e da HDL, a partir do nível de inclusão de 7,46% de glicerina, não foi notada alteração na taxa de testosterona para os níveis de glicerina testados. Dados que relacionem o uso da glicerina com a produção de testosterona são escassos, mas o valor médio de 12,74ng dL^{-1} encontrado foi maior que o valor médio de 2,44ng dL^{-1} analisado por Santos et al. (1998) em animais zebuínos alimentados com nível de EE semelhante ao usado nas rações deste estudo.

Com relação aos resultados dos aspectos físicos seminais (Tabela 3), não foram observados efeitos (P<0,05) da dieta sobre o volume seminal, turbilhonamento espermático e concentração espermática. Entretanto, para as variáveis de motilidade espermática progressiva e vigor espermático, houve efeito quadrático negativo.

Tabela 3. Aspectos físicos e morfológicos do sêmen fresco de touros suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
	0	3	6	9	12		L	Q	C
Volume(mL)	7,60	8,07	11,94	8,23	6,52	0,33	0,70	0,34	0,54
TUR (0-5)	0,71	0,53	1,10	0,67	0,17	0,08	0,15	0,08	0,17
MOT (%)	64,42	71,42	86,78	75,35	48,57	3,79	0,33	0,008*	0,03
Vigor (0-5)	3,35	3,10	4,53	3,89	2,42	0,19	0,47	0,02**	0,06
CONC ($x10^6$ sptz mL^1)	6190,27	2341,16	8345,20	5824,09	2907,90	855,40	0,24	0,13	0,09
DME (%)	10,57	3,85	13,50	2,85	11,85	2,17	0,87	0,94	0,82
DMA (%)	12,71	19,92	23,71	23,71	12,42	2,19	0,60	0,94	0,67
DT (%)	23,28	23,78	37,21	26,57	24,28	3,34	0,82	0,99	0,91

EPM= erro padrão da média;L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina de baixa na dieta;.MOT= motilidade; TUR= turbilhonamento; CONC= concentração espermática; DME= defeitos menores; DMA= defeitos maiores e DT= defeitos totais. $^{*}\hat{Y}= -0,74887x^2+8,06020x+61,39184$ ($R^2= 25,0$); $^{**}\hat{Y}=-0,03571x^2+0,39286x+3,03571$($R^2 = 21,0$).

Os valores médios encontrados para o volume seminal, para turbilhonamento e para a concentração foram de 8,42 mL; 0,64 e 5121,72$x10^6$sptz mL^{-1}, respectivamente. De acordo com o CBRA (1998), para a espécie bovina, os valores médios ideais para essas variáveis são de 5 mL, 2,5 e 7000$x10^6$sptz mL^{-1}, respectivamente. Segundo o CBRA (1998), o método de coleta interfere nas características físicas do ejaculado, e a técnica de eletroejaculação promove aumento de volume seminal, com diminuição do turbilhonamento espermático e concentração espermática. Gomes (2009) também não

encontrou efeito do uso de 0,15 e 30% de glicerina de média pureza na alimentação de ovinos sobre o volume seminal e turbilhonamento, mas observou efeitos negativos dos tratamentos sobre a concentração espermática.

A motilidade e o vigor espermáticos apresentaram melhores respostas, quando o nível de glicerina foi de 5,38% e 5,56%, respectivamente, contudo, os valores médios para motilidade foi de 69,3 e de 3,45% para vigor, os quais estão bem próximos dos valores padrões preconizados pelo CBRA (1998), para efeito de seleção de touros para monta natural. Gomes (2009) não notou mudanças na motilidade espermática, mas o vigor foi afetado negativamente com a inclusão de 15 e 30% de glicerina de média pureza na alimentação de cordeiros da raça Santa Inês.

Esses resultados demonstram que níveis de glicerina de baixa pureza, acima dos valores de 5,4%, podem afetar o desempenho reprodutivo dos touros, pois a motilidade e o vigor são características importantes para a capacidade de fecundação (CBRA, 1998).

Beattie et al. (1984), Mruk & Cheng (2004) e Igdoura & Wiebe (1994), ao injetarem glicerol nos testículos de ratos, observaram efeitos fortemente negativos sobre a motilidade e o vigor, e concluíram que o glicerol pode estar relacionado à inibição da síntese de lactato pelas células de Sertoli, substrato fundamental para a espermatogênese.

Não houve efeito (P>0,05) da dieta sobre as variáveis morfológicas do sêmen (Tabela 3). Os percentuais médios para os defeitos menores (DME), defeitos maiores (DMA) e defeitos totais (DT) foram de 8,52; 13,75 e 27,02%, respectivamente. Segundo o CBRA (1998), o padrão desejável para o total de espermatozoides anormais, para efeito de seleção de touros para monta natural, é de 30% e, para sêmen congelado, menor que 30%.

Os resultados dos parâmetros referentes à biometria e morfometria testiculares (Tabela 4) demonstram que houve efeito (P<0,05) cúbico para circunferência escrotal (CE) e quadrático positivo para o índice Leydigossomático (ILS). Entretanto, não houve efeito (P>0,05) da inclusão da glicerina sobre os pesos do testículo direito (PTD) e do testículo esquerdo (PTE), sobre os índices gonodossomático (IGS) e tubulossomático (ITS), assim como sobre o comprimento total dos túbulos seminíferos (CTT), comprimento total dos túbulos seminíferos por grama de testículo (CTGT), diâmetro dos túbulos seminíferos (DTS) e altura do epitélio seminífero (AES).

A CE apresentou valor máximo, quando o nível de glicerina foi de 8,46% e valor mínimo, quando o nível foi de 2,61%. A média encontrada para esse parâmetro foi de 34 cm e, de acordo a classificação andrológica de touros *Bos taurus indicus*, proposta por Fonseca (1997), os animais são classificados como bons para a reprodução.

O peso corporal final, assim como o PTD e o PDE são usados como referência para o cálculo do IGS, pois este representa o percentual da massa corporal alocado em testículo. Uma vez que não houve alteração para os pesos acima citados, também não houve para o IGS, nem para o ITS, cujos valores médios encontrados foram de 0,273 e 0,039%, respectivamente. Esses índices, segundo Zamir et al. (2010), determinam o potencial produtivo de células germinativas. Estudos realizados em ratos com o uso de glicerol demonstraram grande redução do epitélio germinativo (Beattie et al., 1984; Igdoura & Wiebe, 1994 ; Mruk & Cheng, 2004).

Tabela 4. Biometria e morfometria testicular de touros suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*

Variáveis	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM	P Valor		
	0	3	6	9	12		L	Q	C
CE (cm)	35,07	32,71	35,25	34,96	32,00	0,46	0,20	0,24	0,02*
PTD (g)	289,0	212,0	262,0	279,0	248,0	9,28	0,90	0,88	0,07
PTE (g)	266,0	208,0	252,0	288,0	241,0	9,63	0,64	0,88	0,06
IGS (%)	0,10736	0,08501	0,97071	0,10881	0,09345	0,0032	0,89	0,88	0,65
ILS (%)	0,00295	0,00201	0,00185	0,00190	0,00275	0,0001	0,79	0,004*	0,01
ITS (%)	0,04306	0,03411	0,03964	0,04361	0,03690	0,0013	0,79	0,93	0,06
CTT (m)	19.302,4	14.114,2	20.843,0	18.981,0	15.854,0	769,15	0,74	0,94	0,10
CTGT(m/g)	35,21	33,09	35,63	33,48	32,48	0,75	0,35	0,60	0,69
DTS (µm)	273,33	259,00	273,14	261,66	257,57	4,28	0,30	0,59	0,65
AES (µm)	70,33	67,00	72,71	68,83	68,00	1,30	0,77	0,86	0,86

EPM= erro padrão da média; L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina bruta na dieta;.CE= circunferência escrotal ;PC=peso corporal; PTD= peso testículo direito; PTE= peso testículo esquerdo ; IGS= indicie gonadossomático; ILS= indicie leydigossomático; ITS= indicie tubulossomático; CTT= comprimento total dos túbulos seminíferos; CTGT= comprimento total dos túbulos seminíferos por grama de testículo; DTS= diâmetro dos túbulos seminíferos; AES= altura do epitélio seminífero; $^{*}\hat{Y}=-0,02337x^3+0,38861x^2-1,55414x+34,95918$ (R^2= 0,26);
$^{**}\hat{Y}=0,000264999x^2- 0,00164x+0,00430$ (R^2= 0,30)

O valor mínimo para ILS foi observado no nível de 6,66% de inclusão de glicerina no suplemento, a partir desse nível, essa característica morfológica aumentou,

apresentando valor máximo de 0,00275%, porcentagem próxima a do ILS dos animais que não receberam glicerina na alimentação. Assim, o nível de 12% de glicerina de baixa pureza pode ser usado sem comprometimento do ILS dos touros.

Gomes (2009) observaram diminuição de DTS nos animais alimentados com 15% de glicerina purificada, mas as médias de AES não foram influenciadas pelos tratamentos (0,15 e 20%). Neste estudo, a DTS e a AES não foram influenciadas pela inclusão da glicerina de baixa pureza.

Dentre todos os parâmetros referentes à proporção volumétrica (Tabela 5), apenas a proporção de células de Leydig (CL) apresentou resposta significativa (P<0,05) com o uso da glicerina. A dieta com glicerina de baixa pureza proporcionou efeito quadrático positivo sobre a proporção de CL, com valor mínimo encontrado no nível de 5,41% de inclusão de glicerina. Resposta semelhante foi encontrada para o IL. Esperava-se, com isso, um aumento na proporção do espaço intertubular (EI) e na produção de testosterona, a partir desse nível, o que não ocorreu neste estudo.

Tabela 5. Proporção volumétrica (%) dos componentes do parênquima testicular de touros suplementados com glicerina de baixa pureza em pastagem de *Brachiaria decumbens*

	Níveis de inclusão de glicerina (%MS)					EPM[1]	P Valor[2]		
Variáveis	0	3	6	9	12		L	Q	C
TP	9,04	8,53	9,43	9,50	8,64	0,32	0,964	0,850	0,726
ES	50,51	53,37	57,70	56,88	56,51	1,29	0,104	0,147	0,286
LUM	24,71	24,20	19,53	21,41	19,36	1,07	0,075	0,193	0,356
TS	84,27	86,10	86,67	87,79	84,52	0,75	0,665	0,061	0,097
CL	5,88	5,05	4,10	3,95	6,21	0,27	0,978	0,005*	0,005
VS	0,42	0,36	0,24	0,26	0,30	0,02	0,089	0,053	0,116
TC	9,24	8,69	8,66	7,95	8,93	0,28	0,565	0,528	0,670
EI	15,54	14,11	13,00	12,18	15,45	0,75	0,664	0,057	0,062

EPM= erro padrão da média; L, Q e C: ordem dos efeitos linear, quadrático e cúbico para a inclusão da glicerina de baixa pureza na dieta; TP= túnica própria=; ES= epitélio seminífero; LUM= lúmen tubular; TS=túbulo seminífero; CL= células de Leydig; VS= vasos sanguíneos; TC= tecido conjuntivo; EI=espaço intertubular; *$\hat{Y}=0,21016x^3-1,39423x^2+1,93310x+5,12251$($R^2$= 0,35)

Os resultados referentes à proporção volumétrica contradizem os efeitos encontrados por Beattie et al. (1984), Igdoura & Wiebe (1994) e Mruk & Cheng (2004). Esses autores observaram perdas no epitélio germinativo com o uso de glicerol em ratos

Maior atenção tem sido dada à adição de glicerol às dietas de animais direcionados para reprodução, devido à presença de contaminantes como o metanol, que pode causar alterações teciduais. Na inspeção pós-abate, não foram observadas lesões nos testículos, da mesma forma, não foram encontradas alterações microscópicas nas amostras coletadas. Tais dados indicam que, apesar do nível de metanol presente na glicerina ser considerado alto (6%), não houve toxicidade para os testículos nas concentrações testadas, possivelmente devido a uma completa conversão do metanol em metano no rúmen (Valadares Filho & Pina, 2006).

Conclusões

A inclusão de 12% de glicerina de baixa pureza na dieta de touros em terminação apresenta efeito hipoglicêmico e hipercolesterolêmico, não acarreta alterações na morfometria e nem causa lesões teciduais testiculares. Entretanto, a inclusão de mais de 5,38% de glicerina reduz a motilidade e o vigor espermático, promovendo diminuição da qualidade seminal.

Referências

BEATTIE, P. J.; WELSH, M. J.; BRABEC, M. J. The effect of 2-methoxyethanol and methoxyacetic acid on Sertoli cell lactate production and protein synthesis *in vitro*. **Toxicology and Applied Pharmacology**, v. 76, n. 1, p. 56-61, 1984.

CBRA – Colégio Brasileiro de Reprodução Animal. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**. 2.ed. Belo Horizonte : CBRA, 1998. 49p.

CHUNG, Y. H.; RICO, D.E; MARTINEZ, C. M.; CASSIDY, T. W.; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G. A. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **Journal Dairy Science**, v.90, n.12, p.5682–5691, 2007.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R.; SUPPES, D. J. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis**, v.281, n.(1-2), p.225-231, 2005.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C. Sobre a estimação de carboidratos não fibrosos em alimentos e dietas. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**,v.62,n.4,2010.

EFSA. Panel on Contaminants in the Food Chain (CONTAM) - Scientific Opinion on the abiotic risks for public and animal health of glycerine as co-product from the biodiesel production from Category 1 animal by-products (ABP) and vegetable oils. **European Food Safety Authority EFSA Journal**,v. 8, n.12, p.134, 2010.

FERREIRA NETO, J. M.; VIANA, E. S.; MAGALHÃES, L. M. Bioquímica do sangue. In FERREIRA NETO, J.M. (Ed). **Patologia clínica veterinária**. 2.ed. Belo Horizonte: Gráfica Rabelo, 1982. p.131-163.

FONSECA, V. O.; SANTOS, N .R.; MALINSKI, P. R. Classificação andrológica de touros zebus (Bos taurus indicus) com base no perímetro escrotal e características morfo-físicas do sêmen.**Revista Brasileira de Reprodução Animal**, v.21, n.2,p.347-359, 1997.

FRIEDEWALD, W. T.; LEVY, R. I.; FREDRICKSON, D. S. Estimation of the concentration of low density lipoprotein cholesterol in plasma without use of the preparative ultracentrifuge. **Clinical Chemical**, Washington, DC., v.18, p.499, 1972.

GONZÁLEZ, F. H. G.; SCHEFFER, J. Perfil sanguineo: ferramenta de analise cliníca, metabólica e nutricional. I SIMPÓSIO DE PATOLOGIA CLINICA VETERINÁRIA NA REGIÃO DO SUL DO BRASIL, 2003.Porto Alegre, RS. **Anais**...Porto Alegre,RS,2003,p 73-89.

GOMES, M. A. B. **Parâmetros produtivos e reprodutivos de ovinos suplementados com glicerina da produção de biodiesel.** 2009.60f.Dissertação (Mestrado) Universidade Estadual de Maringá.

GRUMMER, R. R., CARROLL, D. J. A review of lipoprotein cholesterol metabolism: in importance to ovarian function. **Journal Animal Science**, v.66, n.12, p.3160-3173, 1988.

GUNN, P. J.; SCHULTZ, A. F.; VAN EMON, K. L. Effects of Elevated Crude Glycerin Concentrations on Feedlot Performance, Carcass Characteristics, and Serum Metabolite and Hormone Concentrations in Finishing Ewe and Wether Lambs. **The Professional Animal Scientist,**v, 22,p298–306,2010 b.

GUNN, P. J.; LEMENAGER R. P.; BUCKMASTER, D. R. *E*ffects of dried distillers grains with solubles and crude glycerin on performance, carcass characteristics, and metabolic parameters of early weaned beef calves. **The Professional Animal Scientist,** v.27, p.283-294 2011.

HANCOCK, J. L. The morphology of boar espermatozoa. **Journal of Reproductive Microscopy Society**, v. 76, p. 84-97, 1957.

HENRY, M.; NEVES, J. P. **Manual para exame andrológico e avaliação de sêmen animal**, 53 p., 1998.

IGDOURA, S. A.;WIEBE, J. P. Suppression of spermatogenesis by low-level glycerol treatment. **Journal of Andrology**, v.15, n.3, p. 234-243, 1994.

KANEKO J. J.; HARVEY, D.W.; BRUSS, W. L. **Clinical bioquemistry of domestic animals**. 5.ed. New York: Academic Press, 1997. 932p

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L.G.R.; DE CAMPOS VALADARES FILHO, S.; DE OLIVEIRA, A.S.; DETMANN, E.; DE PAIVA SOUZA, N.K.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** 45, 1012-1020,2010.

LEÃO, J. P; RAMOS, A. T.; MARUO, V. M. Anatomopatologia de amostras de bovinos alimentados com glicerol**. Ciência Rural**,2012

LEHNIGER, A. L.; DAVID, L. N.; MICHAEL, M. C. **Princípios de bioquímica**. 4.ed. São Paulo: Savier, 2006. p.807-820

LUNA, L. G. **Manual of histology stainig methods of the Armed Forces Institute of Pathology**. Third Edition. New York: McGraw-Hill, 1968. 258p.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal Animal Science**, vol. 87 no. 2 632-638, 2009.

MILLEN, D. D.; PACHECO, R. D. L.; MEYER, P. M. Current outlook and future perspectives of beef production in Brazil. **Animal Front**. 1(2):46–52,2011.

MORAES, E. H. B. K.; PAULINO, M. F.; MORAES, K. A. K. Uréia em suplementos protéico-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: características nutricionais e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.7770-777, 2009.

MORIEL, P.; NAYIGIHUGU, V.; CAPPELLOZZA, B. I. Camelina meal and crude glycerin as feed supplements for developing replacement beef heifers**. Journal Animal Science**, v, 89, p 24314-4324, 2011.

MRUK, D. D.; CHENG, C. Y. Sertoli-sertoli and sertoli-germ cell interactions and their significance in germ cell movement in the seminiferous epithelium during spermatogenesis. **Endocrine Reviews,** v.25, n.5, p.747–806,2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL-NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrients requirements of dairy cattle**. 7. Ed. Washington, D.C. 2001,381p.

NUNES, A. S.; OLIVEIRA, R. L.; AYRES, M. C. C. BAGALDO, A.R.; GARCEZ NETO, A. F.; BARBOSA, L. P.. Condição hepática de cordeiros mantidos com dietas contendo torta de dendê proveniente da produção de biodiesel. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.8, p.1825-1831, 2010.

OLIVEIRA, R. L.; CÂNDIDO. E. P.; LEÃO, A. G. A nutrição de ruminantes no Brasil. In: Tópicos especiais em Ciência Animal. **Anais...**Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre, ES, 2012.

OSBORNE, V. R.; ODONGO, N. E.; CANT, J. P.; SWANSON, K. C.; MCBRIDE, B. W.Effects of supplementing glycerol and soybean oil in drinking water on feed and water intake,energy balance, and production performance dairy cows. **Journal of Dairy Science**,Champaign, v. 92, n. 2, p. 698-707, Fevereiro, 2009.

PAULA, T. A. R.; COSTA, D. S.; MATTA, S. L. P. Avaliação histológica quantitativa do testículo de capivaras (*Hydrochoerus hydrochaeris*) adultos.**Bioscience journal**,v.18,n.1,p.121-136,2002.

PAULINO, P. V .R..; CARVALHO, J. C. F.; CERVIERI, R. C.; TERÊNCIO, P.; VARGAS, A. Estratégias de adaptação de bovinos de corte às rações com teores elevados de concentrado. In: IV Congresso Latino Americano de Nutrição Animal - IV CLANA.**Anais**... Estância de São Pedro, SP, p.351, 2010.

PEIXOTO, L. A. O.; OSÓRIO, M. T. M. Perfil metabólico proteico e energético na avaliação do desempenho reprodutivo em ruminantes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p. 299-304, 2007.

PELLEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; MORO, A. B.; RODAWIECZ, S. M. Teores de colesterol no sangue e na carne de cordeiros lactentes mantidos a pasto e suplementados com níveis de glicerina bruta no *creep feeding*. **Synergismus scyentifica**, v, 07, n.1, 2012.

PELLEGRIN, A. C. R. S.; PIRES, C. C.; CARVALHO, P. S.; PACHECO, P. S.; PELEGRINI, L. F. V.; GRIEBLER, L.; VENTURINI, R. S. Glicerina bruta no suplemento para cordeiros lactentes em pastejo de azevém. **Ciência Rural**, v.42, n.8, 2012.

POGLIANI, F. C.; BIRGEL JÚNIOR, E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinarin Research and Animal Science**, v.44, n.5, p.373-383, 2007.

POL, A.; DEMEYER, D. I. Fermentation of methanol in the sheep rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, p.832‑834, 1988.

ROBINSON, J. J.; ASHWORTH ,C J.; ROOKE, J. A.; MITCHEL, L. M.; McEVOY, T. G. Nutrition and fertility in ruminant lifestock. **Animal Feed Science Technology** 126, 259–276,2006.

ROWLANDS, G. J. A review of variations in the concentrations of metabolites in the blood of beef and dairy cattle associated with physiology, nutrition and disease, with particular reference to the interpretation of results. **World Review of Nutrition and Dietics**, v.35,p.172-235, 1980.

SANTOS, M. D.; TORRES, C.A. A.; VALADARES FILHO, S.C.Perfil de testosterona e metabólitos lipídicos, circunferência escrotal e aspectos do sêmen de touros Zebu alimentados com dois níveis de concentrado e lipídeo. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.27, n.3, p.620-626, 1998.

SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSEL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluatingcattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, p.3562-3577, 1992.

STROBEL, H. J.; RUSSELL, J. B. Effects of pH and energy spilling on bacteria protein synthesis by carbohydrate-limited cultures of mixes rumen bacteria. **Journal of Dairy Science**, v.69, p.2941, 1986.

TECPAR – **Instituto de Tecnologia do Paraná. Divisão de Biocombustíveis** – Relatório de ensaio. Produto glicerina. Curitiba – Paraná, 2010.

VALADARES FILHO, S.; PINA, D. S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T. **Nutrição de ruminantes**. Jaboticabal: FUNEP, 2006. Cap.6, p.151-182.

VAN SOEST, P .J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Symposium: carboydrate metodology, metabolism, and nutritional implications in dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.74, p.3583-3597, 1991.

WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W. J.; YANG, W. Z.; DONG, K. H.; HUANG, Y .X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, v. 121, p. 15-20, 2009.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61., 1999, **Proceedings.**.. Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.

ZAMIRI, M. J.; KHALILI, B.; JAFAROGHLI, M.; FARSHAD, A. Seasonal variation in seminal parameters, testicular size, and plasma testosterone concentration in Iranian Moghani rams. **Small Ruminant Research**, v. 94, p. 132-136, 2010.

VII CONCLUSÕES FINAIS

A inclusão de glicerina de baixa pureza na dieta de bovinos de corte não castrados, terminados a pasto, aumenta a ingestão de extrato etéreo, mas não afeta o consumo dos demais componentes nutricionais, e nem as características de carcaça, além de otimizar a conversão alimentar; não altera as características químicas do músculo *Longissimus dorsi*, modifica o perfil de ácidos graxos, promovendo aumento nos níveis de ácidos graxos poli-insaturados, entretanto, não altera a deposição dos ácidos graxos saturados hipercolesterolêmico; causa hipoglicemia e hipercolesterolêmia nos animais. A inclusão de mais de 5,38% de glicerina de baixa pureza na dieta reduz a motilidade e o vigor espermático, promovendo diminuição da qualidade seminal. A glicerina de baixa pureza, como uma alternativa ao milho, mostra-se bastante promissora, pois permite desempenho animal superior aos animais alimentados com milho como principal fonte energética; e reduz o custo do ganho de arroba de carne, quando o preço desse coproduto representa até 70% do preço do milho.