GLICERINA DE MÉDIA PUREZA EM SUPLEMENTOS PARA NOVILHAS TERMINADAS EM PASTAGENS

LÍVIA MARIA ARAÚJO MACEDO FACURI

2013

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

GLICERINA DE MÉDIA PUREZA EM SUPLEMENTOS PARA NOVILHAS TERMINADAS EM PASTAGENS

Autora: Lívia Maria Araújo Macedo Facuri
Orientador: Robério Rodrigues Silva

Itapetinga
Bahia - Brasil
Agosto 2013

LÍVIA MARIA ARAÚJO MACEDO FACURI

GLICERINA DE MÉDIA PUREZA EM SUPLEMENTOS PARA NOVILHAS TERMINADAS EM PASTAGENS

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

Orientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva
Co-orientadores: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva; Prof. Dr. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho

ITAPETINGA
BAHIA-BRASIL
2013

636.085 Facuri, Lívia Maria Araújo Macedo.
F129g Glicerina de média pureza em suplementos para novilhas terminadas em pastagens. / Lívia Maria Araújo Macedo Facuri. – Itapetinga-BA: UESB, 2013.
71f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR em Zootecnia, ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Robério Rodrigues Silva e coorientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva e Prof. D. Sc. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho.

1. Novilhas - Glicerina de média pureza - Suplementação alimentar. 2. Novilhas – Pastagem – Marandu - Desempenho. 3. Novilhas - Glicerina de média pureza – Comportamento. 4. Novilhas - Suplementação alimentar – Carcaça. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, C*ampus* de Itapetinga. II. Silva, Robério Rodrigues. III. Silva, Fabiano Ferreira da. IV. Carvalho, Gleidson Giordano Pinto de. 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. Novilhas - Glicerina de média pureza - Suplementação alimentar
2. Novilhas – Pastagem – Marandu - Desempenho
3. Novilhas - Glicerina de média pureza – Comportamento
4. Novilhas - Suplementação alimentar – Carcaça

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 média pureza em suplementos para novilhas terminadas em pastagens".

Autor (a): Lívia Maria de Araújo Macedo Facuri
Orientador (a): Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Co-orientador (a): Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

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. Gleidson Giordano Pinto de Carvalho - UFBA

Prof. Dr. Alyson Andrade Pinheiro – EMATER-GO

Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado - UEM

Profª. Drª. Cristiane Leal dos Santos-Cruz – UESB

Data de realização: 31 de julho de 2013.

À minha mãe amada,

minha inspiração,

minha guia.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus e à Nossa Senhora, por tornar esta conquista possível;

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, por me acolher e possibilitar a realização deste trabalho e conquista deste sonho;

À FAPESB – Fundação de Apoio à Pesquisa do Sudoeste da Bahia, pela bolsa de estudos;

Ao Instituto Federal Baiano, pelo apoio durante o período de cumprimento das exigências do programa de doutorado;

Ao professor Robério Rodrigues Silva, pela orientação, ensinamentos, apoio e por acreditar em mim;

Aos professores Fabiano Ferreira da Silva e Gleidson Giordano P. de Carvalho, pela co-orientação;

Ao professor Ivanor Nunes do Prado, pelo incentivo, amizade, apoio e ensinamentos;

À minha mãe, Rosa Maria (*in memorian*), pelo amor incondicional, força, apoio e incentivo na busca por meus objetivos, e a conquistá-los de forma a não prejudicar ninguém. Pela paciência, orações e por me tranquilizar nos momentos difíceis.

Aos irmãos, Ana Clara, Ricardo e Roberto, pelo amor, apoio, dedicação, união e amizade, nos momentos difíceis;

Ao meu marido, Rafael Manache Facuri, pelo amor, paciência, compreensão, atenção e amizade na alegria e na tristeza;

Aos professores da UESB, prof. Dr. Aureliano Pires, prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva, prof. Dr. Jair de Araújo Marques (*in memorian*), Prof. Julliana Simionato, pelos ensinamentos e conselhos valiosos;

Aos amigos eternos: Lívia, Vinicius, Michelle, Mônica, Mauricéia, Daniele e Daniel, pela grande amizade, companheirismo, boas conversas, cuidado, risadas durante o período de convivência e pela paciência nos momentos difíceis;

Aos amigos e companheiros: Mônica, George, Sinval, Mateus, Magna, Ellen, Ramon, Daniele, Daniel, Kelly, Fabricio, Lívia, Mauricéia, Milena, Gilmara, Tiara, Bruna, Leandro, Larissa, pela amizade, apoio, força e incentivo nesta conquista;

Aos amigos, conselheiros e ouvintes, Karina, Rafael, Lívia, Vinícius, Mônica, Michelle, Mauricéia, Josemar e Taís, pela amizade, boas conversas, conselhos, paciência e força para não me deixar desistir, em especial, pela paz de espírito que vocês passaram;

Aos amigos e "tutores", Fernando Zawadzki e Carlos Eiras, pelo apoio e incentivo durante o processo de escrita da dissertação, amizade, apoio, conselhos e momentos de descontração;

Aos funcionários da UESB: às secretárias do PPZ Maísa, Joandra e Jamile, pela assistência e atenção; ao técnico de laboratório, Zé, pela atenção e disposição em colaborar nas análises, pela paciência e descontração durante os trabalhos. Ao chefe do setor de transporte. por disponibilizar os carros para a fazenda, e aos motoristas Zezão, Pedro Bala e Cristiano, pelo transporte com segurança e descontração;

Ao funcionário da fazenda Princesa do Mateiro, Eron e sua família, pela enorme ajuda, companheirismo e boas conversas durante a parte de campo do experimento;

À família que me acolheu em Itapetinga/BA, Dona Creuza, Rosiane, Dona Conceição e Fernanda, pela amizade e momentos inesquecíveis;

A todos que torceram e contribuíram de alguma forma para a concretização desta conquista.

BIOGRAFIA

Lívia Maria Araújo Macedo Facuri, filha de Roberto de Araújo Macedo e Rosa Maria de Araújo Macedo (*in memorian*), nasceu em Ourinhos – SP, em 01 de setembro de 1979.

Concluiu o curso de Zootecnia pela Universidade Estadual de Maringá, em fevereiro de 2004.

Em fevereiro de 2005, iniciou o curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Estadual de Maringá – área de concentração Produção Animal, realizando estudos na área de Nutrição de Ruminantes.

Em janeiro de 2007, submeteu-se aos exames de defesa da dissertação.

Em abril de 2007, ingressou como professora contratada no Colégio Agrícola do Noroeste – Diamante do Norte – PR.

Em outubro de 2008, foi contratada pelo grupo JBS- Friboi – Maringá –PR.

Em março de 2009, ingressou no Doutorado em Zootecnia, na Universade Estadual do Sudoeste da Bahia – área de concentração Produção Animal, realizando estudos na área de Produção de bovinos em pastagem, no *Campus* de Itapetinga - BA.

Em abril de 2010, foi aprovada no concurso do Instituto Federal Baiano, ingressando na carreira do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, no *Campus* de Teixeira de Freitas – BA.

Em agosto de 2013, submeteu-se aos exames de defesa da Tese.

SUMÁRIO

Página

LISTA DE TABELAS..... viii
RESUMO ix
ABSTRACT..... xi
I – REFERENCIAL TEÓRICO..... 13
1 INTRODUÇÃO..... 13
2 REVISÃO DE LITERATURA..... 14
2.1 Produção de bovinos no Brasil..... 14
2.2 Estacionalidade das forrageiras tropicais..... 14
2.3 Suplementação de bovinos em pastagens..... 16
2.4 Comportamento ingestivo de bovinos..... 17
2.5 Características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne bovina..... 19
2.6 Produção e caracterização da glicerina..... 21
2.6.1 Processo de produção do biodiesel..... 22
2.6.1.1 Preparação da matéria-prima..... 22
2.6.1.2 Reação de transesterificação..... 22
2.6.1.3 Separação das fases..... 23
2.6.2 Aspectos positivos e negativos..... 24
2.6.3 Glicerina na dieta de bovinos..... 25
Referências 28
II – OBJETIVOS GERAIS..... 34
2.1 – Objetivos específicos..... 34
III – CAPÍTULO I – COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHAS SUPLEMENTADAS COM GLICERINA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM PASTAGENS DE *Brachiaria brizantha*..... 35
Resumo..... 35
Abstract..... 37
Introdução..... 38
Material e Métodos..... 39

Resultados e Discussão..... 42
Conclusão..... 51
Referências..... 51
IV – CAPÍTULO II - GLICERINA DE MÉDIA PUREZA SOBRE O DESEMPENHO, CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E VIABILIDADE ECONÔMICA DE NOVILHAS SUPLEMENTADAS EM PASTAGEM..... 54
Resumo..... 54
Abstract..... 55
Introdução..... 56
Material e Métodos..... 57
Resultados e Discussão..... 62
Conclusão..... 71
Referências..... 71
V -CAPÍTULO III –COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL LIPÍDICO DA CARNE DE NOVILHAS SUPLEMENTADAS EM PASTAGEM COM NÍVEIS DE GLICERINA..... 75
Resumo..... 75
Abstract..... 76
Introdução..... 77
Material e Métodos..... 78
Resultados e Discussão..... 81
Conclusão..... 88
Referências..... 89

LÍSTA DE TABELAS

Página

III CAPÍTULO I..... 35

TABELA 1. Composição percentual da dieta total..... 40

TABELA 2. Composição química da *Brachiaria brizanta* cv. Marandu e dos concentrados (% de MS), disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem..... 40

TABELA 3. Efeito da adição de níveis de glicerina sobre o consumo de nutrientes e tempos despendidos nas atividades de pastejo, ócio, ruminação e cocho de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*..... 43

TABELA 4. Influência da adição de níveis de glicerina sobre as características de bocado de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*..... 46

TABELA 5. Efeito da adição de níveis de glicerina sobre características de ruminação de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*..... 47

TABELA 6. Efeito da adição de níveis de glicerina sobre número de períodos e tempo de duração (minutos) por período das atividades realizadas por novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*..... 47

TABELA 7. Efeito dos níveis de glicerina sobre a ingestão, ruminação e eficiências de alimentação e ruminação de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*..... 50

IV CAPÍTULO II..... 54

TABELA 1. Composição química da glicerina..... 58

TABELA 2. Composição percentual da dieta total..... 58

TABELA 3. Composição bromatológica da *Brachiaria brizanta* cv. Marandu, dos concentrados (% de MS), e disponibilidade de forragem no período..... 59

TABELA 4. Efeito dos níveis de glicerina sobre o desempenho de novilhas mestiças terminadas a pasto e suplementadas com níveis crescentes de glicerina em substituição ao milho..... 63

TABELA 5. Efeito dos níveis de glicerina sobre a ingestão de alimentos (kg/dia) e conversão alimentar (kg de material seca/kg de peso vivo) de novilhas mestiças terminadas a pasto e suplementadas com níveis crescentes de glicerina em substituição ao milho..... 65

TABELA 6. Efeito dos níveis de glicerina sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes..... 66

TABELA 7. Características de carcaça de novilhas suplementadas em pastagem com níveis de glicerina em substituição ao milho..... 68
TABELA 8. Avaliação econômica da adição de níveis de glicerina à dieta de novilhas suplementadas em pastagem de Brachiaria brizantha..... 70
V CAPÍTULOIII..... 75
TABELA 1. Composição química da glicerina..... 78

TABELA 2. Composição percentual da dieta..... 79
TABELA 3. Composição química da *Brachiaria brizanta* cv. Marandu e dos concentrados (% de MS), disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem..... 79
TABELA 4. Perfil de ácidos graxos da glicerina, da forragem e dos oncentrados utilizados..... 80
TABELA 5. Composição centesimal da carne de novilhas terminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* e suplementadas com níveis de glicerina em substituição ao milho..... 81
TABELA 6. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhas teminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* suplementadas com níveis de glicerina em substituição
aomilho..... 83
TABELA 7. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhas suplementadas com níveis de glicerina em substituição ao milho..... 87

RESUMO

FACURI, Lívia Maria Araújo Macedo. **Glicerina de média pureza em suplementos para novilhas terminadas em pastagens**. Itapetinga, BA: UESB, 2013. 71 p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).*

O objetivo foi estudar o efeito da inclusão de níveis de glicerina sobre o comportamento ingestivo, desempenho animal, eficiência alimentar, digestibilidade aparente, características da carcaça e qualidade da carne de novilhas suplementadas, terminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. O período experimental foi de 135 dias, sendo os primeiros 14 dias de adaptação às dietas experimentais e ao manejo. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças com peso corporal inicial médio de 264,83 ± 3,83 kg e 20 meses de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G00 = controle; G5 = 4,82%; G10= 10,12% e G15= 15,56% de glicerina na matéria seca da dieta ingerida. O tempo despendido em pastejo reduziu de forma linear (P<0,05) enquanto o tempo em atividades como ruminação, ócio e cocho e tempo de mastigação total foram influenciados de forma quadrática (P<0,05) pela adição de glicerina na dieta. A massa de bocado não foi influenciada (P>0,05). A taxa de bocado e o número de bocados/dia foram influenciados de forma quadrática (P<0,05). Já o número de bocados/deglutido, número de bocados/minuto aumentaram linearmente (P<0,05). Embora o tempo gasto para cada bolo ruminado e número de mastigações por bolo não tenham sido influenciados (P>0,05) pelos níveis de inclusão de glicerina, o número de bolos/dia apresentou efeito quadrático (P<0,05). Apenas o número de períodos de ruminação reduziu linearmente (P<0,05), enquanto o número de períodos de pastejo, ócio e cocho foram influenciados de forma quadrática (p<0,05). Os tempos por período de pastejo, ócio, ruminação e cocho foram influenciados de forma quadrática (P<0,05). As eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca, dos carboidratos não fibrosos, da MS do pasto e do concentrado foram influenciadas de forma quadrática (P>0,05) pela adição de glicerina, enquanto a eficiencia de alimentação da FDN reduziu linearmente. O ganho de peso médio diário e o peso final não foram influenciados (P>0,05) pela substituição do milho pela glicerina na dieta. O consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro indigestível corrigida pra cinzas e proteína, matéria orgânia e carboidratos totais foi semelhante entre os tratamentos (P>0,05). O consumo de extrato etério e de carboidratos não fibrosos reduziram (P<0,05) em função dos níveis de glicerina na dieta. A inclusão de glicerina não teve efeito (P>0,05) sobre os coeficientes de digestibilidade da MS e demais nutrientes. As características de carcaça não foram alteradas com a inclusão de glicerina às dietas. A adição de glicerina na dieta não alterou a composição química (matéria seca, cinzas, proteína bruta e lipídeos totais) do músculo *Longissimus*. No entanto, as percentagens de ácidos graxos 14:0; 15:0; 18:0; 14:1; 18:1n7; 18:1n9 e 18:2n6 foram influenciados de forma quadrática (P<0,05), enquanto os níveis de 16:0; 17:0; 15:1; 18:2c9-t11 e 22:2n6 foram

*Orientador: Robério R. Silva, D. Sc. UESB; Co-orientadores: Fabiano. F. Silva, D. Sc. UESB; Gleidson P. de Carvalho, D. Sc. UFBA.

influenciados linearmente (P<0,05) com a adição dos níveis de glicerina. A adição dos níveis de glicerina reduziram linearmente o total de AGS (P<0,05), assim como auementou de maneira linear o total de AGMI (P<0,05) sem, contudo, influenciar o total de AGPI e as razões entre os ácidos graxos AGPI/AGS e ômega 6/ômega 3. A adição de até 15% de glicerina à MS total da dieta, além de econômicamente viável, não alterou o comportamento ingestivo, o desempenho, a digestibilidade, as características de carcaça, a composição centesimal do *Longissimus* das novilhas, assim como reduziu as porcentagens de ácidos graxos hipercolesterolemicos.

Palavras-chave: Comportamento, desempenho, carcaça, glicerina, novilhas.

*Orientador: Robério R. Silva, D. Sc. UESB; Co-orientadores: Fabiano. F. Silva, D. Sc. UESB; Gleidson P. de Carvalho, D. Sc. UFBA.

ABSTRACT

FACURI, Lívia Maria Araújo Macedo. **Medium purity glycerin in supplements to heifers finished in pasture.** Itapetinga, BA: UESB, 2013. 71 p. Thesis. (Doctor´s degree in animal science, Area - Ruminant production).*

This work was carried out to study the effect of addition levels of glycerin on intake behavior, animal performance, feed efficiency, digestibility, carcass characteristics and meat quality of supplemented heifers in *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu pasture. The experimental period was 135 days. The first 14 days was to heifers' adaptation to experimental diets and handle. Thirth six (36) crossbred heifers with initial body weight of 264.83 ± 3.83 kg and 20 months old, were used. They were distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replicates: control = G00, G5= 4.82%; G10 = 10.12 % and G15= 15.56% glycerin in dry matter. The time expended in grazing was linearly decresed (P<0,05) while the time in activits as rumination, idle, trough and total chewing time were quadratic (P<0,05) by glycerin inclusion in the diet. The bite mass do not change (P>0,05). The bite hate and number of bites/day had quadratic effect (P<0,05). On the other hand, the bite number/swallowed and number of bites /minute increase linearly (P<0,05). Although the expended time to each ruminated cake and number of chews per cake have not had influenced (P>0,05) by glycerin inclusion levels, the number of cakes per day has shown quadratic effect (P<0,05). Only the number of rumination periods decrease linearly (P<0,05), while the number of grazing, idle and trough periods were influenced in a quadratic way (p<0,05). The time by grazing, idle, rumination and trough were influenced in a quadratic way (P<0,05). The dry matter, non fibrous carbohidrates, pasture and concentrate dry matter feed and rumination efficiencies were quadratic influenced (P>0,05) by glicerin adittion. On the other hand, the neutral detergent fiber feed efficience was linearly decreased. The average daily weight gain and final body weight were not affected (P> 0.05) by the replacement of corn for glycerin in the diet. The intake of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber corrected for ash and indigestible protein, carbohydrates and organia matter was similar between treatments (P> .05). The intake of extract etério and non-fiber carbohydrates decreased (P <0.05) according to the levels of glycerin in the diet. The inclusion of glycerol had no effect (P> 0.05) on the digestibility of DM and other nutrients. Carcass characteristics were not changed with the addition of glycerin to diets. The chemical composition (moisture, ash, crude protein and total lipids) was similar among treatments, On the other hand, the percentages of fatty acids 14:0; 15:0; 18:0; 14:1; 18:1n7; 18:1n9 and 18:2n6 were influenced in a quadratic way (P<0,05) while the levels of 16:0; 17:0; 15:1; 18:2c9-t11 and 22:2n6 were linearly influenced (P<0,05), by glycerin levels addition. The glycerin levels addition decrease linearly the SFA (P<0,05) and increase linearly MUFA (P<0,05) but, there was no influence on PUFA end PUFA/SFA and omega 6/omega3 ratios. The glycerin adittion, until 15% of dry matter in the diet was feasible and do not change the intake behavior,

*Adviser: Robério R. Silva, D. Sc. UESB; Co-advisers: Fabiano F. Silva, D. Sc. UESB; Gleidson P. de Carvalho, D. Sc. UFBA.

the performance, digestibility, carcass traits, the *Longissimus* composition and and decresed the hypercholesterolemic fatty acids.

Keywords: Animal performance, behavior, carcass, glycerin, heifers.

*Adviser: Robério R. Silva, D. Sc. UESB; Co-advisers: Fabiano F. Silva, D. Sc. UESB; Gleidson P. de Carvalho, D. Sc. UFBA.

I REFERENCIAL TEÓRICO

1 INTRODUÇÃO

A bovinocultura de corte brasileira é baseada na exploração extensiva de pastagens como principal fonte de nutrientes, de forma que, comparado aos demais sistemas de alimentação, destaca-se pelo baixo custo e alta praticidade (Prado, 2010). Contudo, esta exploração pecuária sofre os efeitos da sazonalidade de produção das forrageiras tropicais, impossibilitando o suprimento constante de nutrientes aos animais, durante o ciclo produtivo (Moreira et al., 2003; Moreira et al., 2004a,b).

Neste contexto, a otimização do desempenho de bovinos em pastejo, no período seco, pode ser obtido através da suplementação (Prohmann et al., 2004; Farias et al., 2012a), visando maximizar o uso da forragem, através do aumento da digestibilidade da fração fibrosa e aumento da taxa de passagem da fração indigestivel, tendo um reflexo positivo sobre o consumo e, consequentemente, sobre o desempenho dos animais (Moreira et al., 2003; Moraes et al., 2009), mantendo a curva de crescimento dos bovinos e encurtando o tempo para terminação.

Contudo, o custo com a suplementação de bovinos em pastagens, para produção de carne, pode compromoter a rentabilidade do sistema. Neste contexto, pesquisas vêm sendo feitas na busca por alternativas que o mantenham sustentável. Dessa forma, vários resíduos agroindustriais vêm sendo testados em substituição a ingredientes dos concentrados, visando reduzir custos.

A crescente demanda por fontes de energia renováveis, como combustíveis derivados da biomassa agrícola, principalmente etanol e biodiesel, tem aumentado a participação de seus resíduos na pecuária (Elam et al., 2008). O aumento da produção de biodiesel pode ser economicamente viabilizado, se forem encontradas novas aplicações para os subprodutos gerados, como a glicerina bruta, pois suas atuais utilizações, possivelmente, não serão suficientes e, se forem, podem não ser economicamente viáveis.

Tem-se constatado que, para cada 90 m³ de biodiesel produzido pela reação de transesterificação, são gerados 10 m³ de glicerina bruta (Gonçalves, 2006), a qual pode apresentar até 95% de glicerol em sua composição (Moreira & Carvalho, 2009). Há

evidências de que a inclusão do glicerol na alimentação animal como ingrediente energético é possível. Contudo, os níveis adequados ainda não foram especificados.

Dessa forma, diante da escassez de estudos que avaliem a utilização da glicerina bruta no suplemento de novilhas criadas em pastagem, é necessário avaliar o melhor nível de substituição do milho por glicerina bruta na dieta e seus efeitos nutricionais e nas características de carcaça, bem como sua viabilidade econômica.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Produção de bovinos no Brasil

O Brasil apresenta um rebanho bovino efetivo de 185.836.144 milhões de cabeças, sendo o maior rebanho bovino comercial, e tornou-se o maior exportador de carne do mundo. Dos animais abatidos para produção de carne no país, 90% são terminados, exclusivamente, a pasto e os demais em confinamento (5,1%), semiconfinamento (5,4%) ou em pastagens de inverno (0,5%) (ANUALPEC, 2013). Por essa razão, devido à maior demanda por bovinos criados a pasto, avanços tecnológicos em pesquisas e desenvolvimento têm sido necessários. Ao mesmo tempo, tem ocorrido a mudança do sistema tradicional para sistemas empresariais com o objetivo de aumentar a produtividade e a rentabilidade do setor (Santos et al., 2002).

O Brasil está situado, quase em sua totalidade, na região tropical, onde há condições favoráveis para produção de forragem, como elevadas temperaturas e luminosidade, principalmente no verão (Prado, 2010). Por outro lado, tais condições colaboram com a sazonalidade na produção de forrageiras, com abundância no período das águas, o que resulta em elevado desempenho animal e uma produção limitada no período da seca, o que provoca um atraso no crescimento ou, até mesmo, perda de peso neste período (Prado et al., 2003; Moreira et al., 2004).

O maior custo na produção de bovinos de corte é a alimentação. Assim, as condições edafoclimáticas nacionais, além de proporcionar a utilização de pastagens como base da alimentação na criação de bovinos, reduz o custo de produção e promove melhores condições ao bem estar animal.

2.2 **Estacionalidade das forrageiras tropicais**

As gramíneas que compõem as pastagens brasileiras apresentam rápido crescimento durante o período das águas (Moreira et al., 2004a, b). Contudo, logo após este período, o rápido amadurecimento das plantas e vigoroso desenvolvimento dos tecidos de sustentação levam à diminuição da digestibilidade.

As plantas forrageiras C4 são adaptadas às condições edafoclimáticas tropicais com bom crescimento, disponibilidade de matéria seca e digestibilidade para os animais, principalmente, no período das águas (Moreira et al., 2003). Por outro lado, apresentam anatomia e composição química que interferem na digestibilidade da forragem, dependendo do estágio de vida, arranjo dos tecidos, espécie forrageira e condições climáticas.

Quanto à sua anatomia, a maior quantidade de tecidos de rápida ou total digestão (mesofilo e floema) aumenta a digestibilidade. Tais tecidos apresentam-se em maior quantidade durante o estádio vegetativo (crescimento), diminuindo com o avançar da idade até a floração ou em situações de déficit hídrico, quando há grande quantidade de tecido de sustentação (feixes vasculares – xilema, tecidos lignificados ou suberizados) de baixa digestibilidade (Missio et al., 2006).

A composição química é dependente de fatores como espécie, estágio de desenvolvimento, fração morfológica e disponibilidade de água para a planta. Tais fatores podem levar ao aumento dos constituintes fibrosos através do aumento da lignificação da parede celular e feixes vasculares. Por ser uma fração fibrosa indigestível, a mesma é correlacionada de forma negativa com a digestibilidade e consumo pelos ruminantes, assim como com o teor de proteína bruta no pasto (Paciullo et al., 2002).

O baixo teor de proteína da forragem compromete o bom funcionamento do rúmen, devido à redução da quantidade de proteína degradada no rúmen (PDR), a qual será utilizada para a manutenção da população ruminal (Van Soest, 1994). Dessa forma, há uma redução na população da microbiota ruminal, consequentemente, de bactérias fibrolíticas, comprometendo a degradação da fibra das forrageiras, principalmente no período seco, quando ocorre um aumento da senescência das plantas, devido ao ciclo fisiológico das mesmas.

De forma geral, no período seco do ano, a escassez e queda acentuada na qualidade da forragem disponível (Moreira et al. 2004a, b) reduzem a velocidade de digestão dos carboidratos fibrosos das forragens.

De acordo com Zervoudakis et al. (2001) e Paulino et al. (2002), a densidade energética das plantas forrageiras tropicais é um dos fatores limitantes para a produção de carne e leite. Com a sazonalidade na produção de forragem, o baixo valor energético da maioria das plantas forrageiras tropicais torna-se ainda mais limitante no período seco, uma vez que a digestibilidade desta e o consumo de matéria seca e outros nutrientes são afetados, resultando em desempenho animal inferiores ao esperado para animais em terminação.

Para uma curva ascendente, na terminação de bovinos de corte, é necessário o uso da suplementação energética no período seco do ano, o que reduz os efeitos negativos da sazonalidade sobre o desempenho animal (Prado, 2010). Este período, que ocorre de maio a novembro, determina o menor valor nutritivo das forrageiras, levando ao baixo desempenho animal, principalmente nas fases de recria e terminação, devido à alta exigência nutricional destas categorias, e que não são supridas apenas pela ingestão de forragem (Moreira et al., 2004b).

2.3 Suplementação de bovinos em pastagens

A suplementação de bovinos em pastejo é realizada com intuito de complementar os nutrientes das forrageiras, principalmente no período crítico do ano (seca), visando suprir as exigências nutricionais da microbiota ruminal. Este aporte extra de nutrientes deve ser suficiente para a mantença e produção, o que melhora o desempenho animal e eleva a produtividade do sistema de produção a pasto (Prado, 2010).

Silva et al. (2010) avaliaram os efeitos da suplementação energética e proteica em diferentes níveis (0,0; 0,3; 0,6 e 0,9% em relação ao peso corporal) em pastagens de *B. brizantha* cv. Marandu sobre a ingestão de forragem, desempenho animal e a digestibilidade dos nutrientes em novilhos Nelore em fase de terminação. Estes autores observaram que níveis crescentes de suplementação altera a ingestão de fibra, modificando seu padrão de degradação, e promove melhor desempenho animal. Contudo, o desempenho biológico pode ser comprometido pelo efeito associativo negativo.

Goes et al. (2009) avaliaram o efeito da suplementação proteica e proteico-energética sobre o desempenho de novilhos durante a época seca, fornecida de acordo com o peso vivo dos animais, nas quantidades de 0,15%; 0,25%; 0,50% e 1,0% do PV,

sendo que o grupo controle recebia apenas suplementação mineral. Estes autores concluíram que a suplementação proteico-energética, com fornecimento de 1,0% do PV, proporciona maior ganho de peso em novilhos mantidos em pastagens de *B. brizantha*, cv Marandu, durante a época seca do ano. Ainda, a suplementação proteico-energética, com 0,5 e 1,0% do PV, proporcionou melhor taxa de lotação em comparação à suplementação proteica.

Freitas et al. (2005) avaliaram o efeito dos níveis de suplementação energética (0,0; 0,7 e 1,4% do peso vivo/dia) no desempenho de novilhas em pastagem e encontraram maior ganho médio diário, carga animal e ganho de peso vivo/ha nos tratamentos em que ocorreram a suplementação. Assim, os autores concluíram que ocorre um efeito aditivo e substitutivo em pastagem e o ganho de peso vivo/ha aumenta de forma linear com os níveis de suplementação até 1,4% do PV/dia.

Por outro lado, a suplementação energética eleva o custo de produção de bovinos em pastejo. A energia é o nutriente que apresenta maior custo na alimentação (75% do custo total), pois o milho é a base da formulação do concentrado. Da mesma forma, além do milho ser usado na alimentação humana e de monogástricos, o que leva a uma competição de sua utilização entre ruminantes e os outros animais, o milho é um *commodity,* e está sujeito às oscilações do preço no mercado internacional, o que pode tornar o custo da suplementação ainda mais alto.

Com o intuito de reduzir o uso do milho e a elevação no custo de produção com o uso da suplementação de bovinos em pastejo, pesquisas tem sido realizadas para testar outros alimentos, de menor custo, como fonte de energia, e que mantenham o desempenho dos animais (Marques et al., 2000; Prado et al., 2000; Françozo et al., 2013). Dentre tais alternativas, a glicerina tem despertado interesse dos pesquisadores, após o incentivo ao uso do biodiesel como fonte limpa de energia renovável (Parsons et al., 2009; Farias et al., 2012a; Eiras et al., 2013; Françozo et al., 2013; Zawadzki et al., 2013).

2.4 Comportamento ingestivo de bovinos

O comportamento ingestivo dos bovinos criados a pasto está relacionado à disponibilidade e qualidade da forragem, estrutura das plantas (razão folha/colmo) e com a temperatura ambiente (Brâncio et al., 2003). Os bovinos procuram ajustar seu

consumo de acordo com mudanças que ocorrem na temperatura, de forma que os animais evitam pastejar nas horas mais quentes do dia, pastejando com maior intensidade nas horas mais frescas, no início da manhã e no final da tarde, sendo que no verão ocorre também à noite (Brâncio et al., 2003; Marques et al., 2005; Marques et al., 2007). Dessa forma, o consumo pelo pastejo apresenta-se com distribuição irregular no decorrer das 24 horas (Brâncio et al., 2003).

A melhoria na estrutura do pasto, através do manejo ideal, pode corrigir os fatores que afetam o comportamento ingestivo de forma negativa, o que, consequentemente, melhora o consumo e desempenho dos animais (Fischer et al., 1998; Aaslyng &Grade, 2001).

A estrutura do pasto altera o comportamento ingestivo pela preferência dos animais em consumir a porção verde e mais tenra das folhas (Brancio et al., 2003; Bremm et al.,2008). Quando a disponibilidade de forragem verde é alta, o que ocorre durante o período das águas, a razão folha:colmo é alta, o qual promove uma maior seletividade pelos animais com menor número e tamanho de bocados e menor tempo de pastejo (Brancio et al., 2003). Este comportamento resulta em maior consumo da porção de melhor valor nutricional. Assim, a exigência nutricional para mantença e produção é suprida e, consequentemente, melhora o desempenho.

Entretanto, no período seco, essa relação pode ser inversa, com um aumento do tempo de pastejo, na taxa e tamanho de bocado, para atender ao consumo e às exigências destes animais (Brancio et al., 2003; Pardo et al., 2003).

A suplementação no período seco tem sido empregada com o intuito de melhorar as condições dos sistemas de produção de bovinos de corte a pasto, para atender às exigências nutricionais de mantença dos animais, e ter um excedente para elevar a produtividade, manter a oferta de forragem permanente durante todo ano e evitar a degradação rápida do pasto (Pardo et al., 2003; Silva et al., 2005; Bremm et al., 2008; Farias et al., 2012a).

Contudo, com a suplementação, podem ocorrer alterações no comportamento ingestivo dos animais (Bremm et al., 2008; Silva et al., 2005), uma vez que boa parte dos nutrientes exigidos é suprida pelo consumo de suplemento, o que acarreta na melhor eficiência de utilização da energia da forragem, devido à melhoria da população microbiana ruminal e degradação da fibra (Silva et al., 2005), podendo promover uma redução do tempo de pastejo, aumento do tempo de ócio e ruminação e, melhoria no consumo de alimentos pelos animais (Pardo et al., 2003).

A forma de apreensão do suplemento também afeta o comportamento ingestivo de bovinos (Marques et al., 2005; Souza et al., 2007), de forma que os animais mantidos em pastagem passam longos períodos alimentando-se, de quatro a doze horas por dia, concentrando-se nas horas mais frescas do dia (Grandim, 2000), enquanto animais estabulados alimentam-se durante uma hora, quando o alimento é rico em energia ou seis horas ou mais, quando o alimento apresenta baixo teor energético (Van Soest, 1994).

Da mesma forma, a composição do suplemento utilizado pode alterar o comportamento ingestivo, devido ao tipo de ingrediente usado, pois pode haver um maior ou menor tempo de pastejo, ócio e ruminação. A substituição do milho por glicerina altera o comportamento ingestivo de bovinos (Trabue et al., 2007), pois a rápida fermentação ruminal da glicerina prolonga os intervalos de consumo de alimentos, em relação às dietas sem glicerol (Elam et al., 2008).

Farias et al. (2012b) avaliaram o efeito de níveis de glicerina (0,0; 2,8; 6,1 e 9,1%) na dieta total de novilhas mestiças criadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e observaram uma redução linear no tempo de pastejo, acompanhada pelo aumento no tempo de ócio, além da redução no tempo de alimentação e mastigação total das novilhas com a inclusão da glicerina.

Entretanto, o comportamento ingestivo de bovinos suplementados a pasto com a utilização de glicerina na dieta e a influência desta sobre o desempenho de bovinos em pastejo ainda são escassos. Dessa forma, um maior número de estudos deve ser realizado com o intuito de elucidar os efeitos do uso do glicerol sobre o comportamento ingestivo de bovinos.

2.5 Características de carcaça e perfil de ácidos graxos da carne bovina

O estudo dos parâmetros relacionados aos aspectos quantitativos da porção comestível das carcaças dos animais domésticos pode ser feito de maneira objetiva ou subjetiva (Muller, 1980).

O primeiro índice a ser considerado no estudo de carcaças bovinas é o rendimento das mesmas, o qual torna-se extremamente variável por ser obtido através da relação percentual entre os pesos da carcaça e do animal, sendo o último influenciado pelo tempo de jejum e tipo de dieta (Ferreira et al., 2000).

O componente de maior importância na carcaça é o músculo, uma vez que este constitui a porção magra, comestível e disponível para venda. Dessa forma, a área de olho de lombo (AOL), avaliada entre a 12ª e 13ª costelas, é utilizada como indicador da composição de carcaça. Esta medida tem sido relacionada à musculosidade e como um indicador de rendimento dos cortes de alto valor comercial, e tem correlação positiva com a porção comestível da carcaça (Luchiari Filho, 2000).

A gordura também é uma fraçao importante, pois tem influência sobre o aspecto visual da carcaça, na porção comestível e na qualidade da carne, além de servir como proteção (gordura subcutânea) contra a desidratação no resfriamento das carcaças (Moletta e Restle, 1996).

Assim, tem-se procurado obter carcaças com elevada proporção de músculos e com quantidade mínima de gordura que garanta a suculência e o sabor ótimo da carne, além de cobertura adiposa suficiente para evitar a desidratação e o escurecimento da carne no processo de resfriamento (Luchiari Filho, 2000).

Contudo, a presença de ácidos graxos saturados na gordura bovina tem sido associada a problemas de saúde, como excesso de peso, arteriosclerose, tumores malignos e hipertensão (Marques et al., 2006).

Por outro lado, de acorco com Visentainer et al. (2005), depois das proteínas, os ácidos graxos são o grupo de nutrientes mais importantes para o organismo.

Os ácidos graxos são ácidos carboxílicos com cadeias hidrocarbonadas de 4 a 36 átomos de carbono, sendo que os ácidos graxos que não apresentam duplas ligações em sua cadeia são chamados de saturado, enquanto os que contém uma ou mais duplas ligações são chamados de insaturados (mono ou poli-insaturados) (Visentainer et al., 2005; Martin et al., 2006).

Os ácidos graxos mais comuns têm número par de átomos de carbono em cadeias não-ramificadas de 12 a 24 átomos de carbono (Visentainer et al., 2005).

Dentre as principais funções dos ácidos graxos estão o depósito de energia e a conformação de membranas celulares além de desempenhar um importante papel como reguladoras do metabolismo, cofatores enzimáticos, transportadores de elétrons, pigmentos que absorvem radiação luminosa, âncoras hidrofóbicas, agentes emulsificantes, hormônios e mensageiros intracelulares (Souza et al., 2005; Visentainer et al., 2005; Martin et al., 2006).

Os ácidos graxos essenciais poli-insaturados são agrupados em duas principais famílias, ômega-6 e ômega-3, sendo as duas muito diferentes quanto à sua ação no organismo humano (Souza et al., 2005). Enquanto os produtos metabólicos dos ácidos graxos ômega-6 promovem inflamação e tumores, os ácidos graxos ômega-3 atuam no sentido totalmente oposto (Martin et al., 2006).

É importante manter o balanço dietético entre as duas formas, uma vez que funcionam em conjunto, promovendo a saúde e equilíbrio orgânico (Souza et al., 2005; Martin et al., 2006).

Genericamente referidos como CLA, os ácidos linoleicos conjugados compreendem, na verdade, uma série de isômeros de posição e geométricos do ácido linoleico, que se caracterizam por apresentar duplas ligações conjugadas e foi descoberto por cientistas da Universidade de Wisconsin em Madison (USA), no final da década de 70 (Funck et al., 2006).

Embora mais de dez isômeros já tenham sido identificados nos triacilglicerois (TAGs) do leite (Clegg, 1973) e da carne (Fritsche e Steinhart, 1998), o CLA cis-9 trans-11 e o CLA trans-7 cis-9 têm sido os encontrados em maiores concentrações, geralmente compreendendo 75 a 80% do CLA total (Padre et al., 2006; Padre et al., 2007). A maior parte destes dois isômeros é sintetizada endogenamente por ação da enzima Delta-9 dessaturase, presente na glândula mamária, tendo como substrato os ácidos graxos C18:1 trans-11 e C18:1 trans-7, formados durante o processo de biohidrogenação ruminal dos ácidos graxos poli-insaturados presentes na dieta (Schwartzkopf-Genswein et al., 2003).

Tem-se observado um aumento constante no interesse pelo CLA, devido aos possíveis efeitos benéficos à saúde humana. Os efeitos biológicos/fisiológicos dos isômeros de CLA no organismo estão relacionados com a inibição da carcinogênese, redução da aterosclerose, deposição de gordura corporal, aumento da deposição de tecido magro, assim como, na modulação do sistema imune (Bauman et al., 1999).

2.6 Produção e caracterização da glicerina

A produção do biodiesel é feito a partir de óleos via transesterificação enzimática ou alcalina. Apesar da possibilidade de se utilizar os óleos de origem animal no processo de transesterificação para produção de biodiesel, a maior disponibilidade, menor preço e facilidade de renovação dos óleos vegetais os tornam mais propensos

para produção de biodiesel. Ao nível mundial, a soja é a principal matéria-prima usada para produção de biodiesel, seguida pela palma, que tem sua produção concentrada principalmente na Malásia. Porém, a grande diversidade de óleos vegetais possibilita a pesquisa de uma grande variedade de biodieseis. Outras matérias-primas a serem citadas como fonte de óleos vegetais são o algodão, a mamona, o girassol, o milho, o amendoim, o nabo forrageiro, o pinhão manso, o pequi, a carnaúba, o babaçu, a canola, o coco, dentre outros. Existem ainda linhas de pesquisa que estudam o reaproveitamento de óleos de fritura utilizados em escala industrial para produção de biodiesel.

2.6.1 Processo de produção do biodiesel

O processo de produção de biodiesel é composto basicamente das seguintes etapas: preparação da matéria-prima, reação de transesterificação, separação de fases, recuperação e desidratação do álcool, destilação da glicerina e purificação do combustível.

2.6.1.1 Preparação da matéria-prima

A matéria prima deve ser de baixa umidade e relativamente neutra. Como muitas vezes ela é recebida bastante úmida e com alto teor de acidez, faz-se necessário nestes casos a desumidificação e neutralização antes do processo produtivo.

2.6.1.2 Reação de transesterificação

As etapas típicas em um processo de transesterificação são: - O álcool e o catalisador são misturados em um tanque com um agitador; - Óleo vegetal é colocado em um reator fechado contendo a mistura álcool/catalisador; - Ao final da reação, quando se considera convertido um nível suficiente de óleo vegetal, os ésteres (biodiesel) e a glicerina são separados por gravidade, podendo ser adotadas centrífugas para agilizar o processo. O álcool em excesso é separado do biodiesel e da glicerina por evaporação sob baixa pressão (evaporação flash) ou por destilação. O álcool recuperado volta ao processo. O biodiesel deve ser purificado e, em alguns casos, lavado com água morna para remover resíduos de catalisador e sabões. A transesterificação pode ser conduzida na presença de catalisadores ácidos, básicos e enzimáticos. O emprego de

catalisadores ácidos, dentre os quais o ácido sulfúrico é o mais empregado, leva a cinética muito lenta de reação, quando comparada ao uso de catalisadores básicos. Outro inconveniente do uso de catalisadores ácidos encontra-se na necessidade de sua remoção, visando a prevenir possíveis danos às partes integrantes dos motores. A catálise básica, por sua vez, é muita rápida, geralmente em 15 minutos o estado assintótico é alcançado. E leva a excelentes rendimentos, muitas vezes, superior a 90%. Contudo, o emprego de catalisadores básicos apresenta como inconvenientes a grande sensibilidade à presença de água e ácidos graxos livres que, mesmo em teores bastante reduzidos, afetam o rendimento da reação, consomem o catalisador e levam à formação de géis e sabões. Tais exigências dificultam a utilização de óleos usados de frituras, cujo teor de ácidos graxos normalmente ultrapassa o índice 2 de acidez. Além disso, a separação do biodiesel do restante reacional é uma tarefa complexa e exige várias etapas de separação e neutralização para atingir a especificação correta. A metodologia comercial de obtenção utiliza frequentemente meios alcalinos para a transesterificação do óleo ou gordura, na presença de um álcool, produzindo ésteres metílicos de ácidos graxos e glicerol. Somente alcoois simples, tais como metanol, etanol, propanol, butanol e amil-álcool, podem ser usados na transesterificação. O metanol é mais frequentemente utilizado por razões de natureza física e química (cadeia curta e polaridade). Contudo, o etanol está tornando-se mais popular, pois ele é renovável e muito menos tóxico que o metanol. O tipo de catalisador, as condições da reação e a concentração de impurezas numa reação de transesterificação determinam o caminho que a reação segue. A transesterificação etílica é significativamente mais complexa que a metílica. O aumento do tamanho da cadeia do álcool acarreta uma maior sofisticação ao processo e parte dos parâmetros do processo deve ser revista. Entretanto, trabalhando-se as quantidades estequiométricas relativas entre catalisador, álcool e óleo não transesterificado, bem como com outras variáveis de processo como temperatura, agitação, tempo de reação, acredita-se ser possível atingir qualidade similar do produto obtido via rota metílica. Além da menor porcentagem de conversão, quando se utiliza o etanol, a reação é mais lenta e a separação do álcool ao final do processo também é mais complexa. No entanto, o etanol é economicamente interessante, pois trata-se de uma fonte renovável e menos agressiva, de maneira que inúmeras pesquisas vêm sendo desenvolvidas para aprimorar este meio de obtenção do biodiesel.

2.6.1.3 Separação das fases

Na separação, o principal objetivo é remover os ésteres da mistura com álcool, glicerol e catalisador, que se encontre a baixo custo, e assegurar um produto de alta pureza. Devido a sua complexidade, esta etapa pode elevar significativamente os custos da produção do biodiesel. O glicerol, na sua forma pura, é visto como um produto secundário da reação, mas, para manter a competitividade do custo de produção, a remoção e a revenda de glicerol é essencial. Um dos parâmetros mais importantes na especificação do biodiesel é exatamente o teor máximo de glicerina, de 0,5% na proposta brasileira, e de 0,25% nas normas americanas e europeias, que deve ser baixo para evitar a formação de depósitos na câmara de combustão, e a produção de teores elevados de acroleína nos gases de escapamento. De acordo com a especificação da União Europeia, o teor de ácidos graxos livres, álcool, glicerina e água devem ser mínimos, de modo que a pureza do biodiesel seja maior que 96,5%.

2.6.1.4 Recuperação do álcool

Após o processo, é necessário remover o álcool da mistura, o que pode ser feito por um processo de evaporação e destilação.

2.6.1.5 Destilação da glicerina

A glicerina resultante do processo está no seu estado bruto, contendo muitas impurezas. Através de uma operação de destilação, é possível purificá-la, agregando valor a este subproduto.

2.6.1.6 Purificação do Biodiesel

Caso a reação de transesterificação seja incompleta ou caso a purificação seja insuficiente, o biodiesel produzido pode ficar contaminado com glicerol livre e retido, triglicerídeos e álcool. A presença de contaminantes pode ser prejudicial para os motores e para o meio ambiente.

2.6.2 Aspectos positivos e negativos

O biodiesel é uma fonte renovável de energia. Pode ser produzido a partir de uma variedade de oleaginosas que apresentam baixo custo de produção. Permite a valorização de subprodutos de atividades agroindustriais, aumentando a fixação do homem no campo e investimentos complementares em atividades rurais. O uso do

biodiesel na sua forma pura diminui a emissão de dióxido de carbono em 46% e de fumaça preta em 68%. Se for usada a mistura B5, a redução de fumaça preta chega a 13%. É livre de enxofre e aromáticos, além disso, é constituído de carbono neutro, ou seja, as plantas capturam todo o CO_2 emitido pela queima do biodiesel, neutralizando suas emissões. O novo combustível não acarreta nenhum problema de ordem técnica aos veículos e não são necessárias modificações no motor para que ele funcione normalmente. Um dos principais problemas para sua utilização em larga escala é o elevado custo de produção, decorrente das etapas de separação dos produtos finais e da dificuldade em reaproveitar o catalisador. O biodiesel apresenta custo relativamente superior ao Diesel, mas acredita-se que com o devido aproveitamento do principal subproduto (glicerina, utilizada em atividades da indústria farmacêutica, de cosméticos e explosivos) e a otimização da recuperação do catalisador, além de incentivos fiscais, pode apresentar custo competitivo com o diesel comercial.

2.6.3 Glicerina na dieta de bovinos

Os ruminantes têm a capacidade de utilizar o glicerol presente na glicerina como precursor gliconeogênico (Chung et al., 2007) para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose. O glicerol é convertido em glicose, pois este entra na forma de fosfato di-hidroxicetona e é convertido em 3-fosfoglicerato pela enzima glicerol-3-fosfato desidrogenase para entrar na via gliconeogênica (Krehbiel, 2008).

O fornecimento de glicerina tende a reduzir a quantidade disponível de carbono e hidrogênio para produção de gás metano, devido ao aumento da produção de propionato (Trabue et al., 2007), o que promoverá uma melhora na eficiência de utilização da energia pelo animal e, consequentemente, reduzirá a poluição do ambiente.

A natureza higroscópica do glicerol pode melhorar a hidratação, através da redução na velocidade de eliminação de água pelo organismo (Brisson et al., 2001), além de aumentar a capacidade de retenção de água das rações em ambientes de baixa umidade e também melhorar a palatabilidade do concentrado, devido ao seu aroma suave e sabor adocicado (Elam et al., 2008).

A glicerina tem sido uma boa fonte de energia para vacas de leite com dieta rica em forragem de 1,98 a 2,27 Mcal/kg (Hippen et al., 2008). Valores de 1,91 Mcal/kg foram observados por DeFrain et al. (2004), quando alimentaram vacas em lactação com glicerol. Vários estudos mostram que a utilização de glicerina em substituição de

cereais com base na matéria seca (MS) como fonte de energia, pode representar um menor custo das rações de bovinos de corte, devido ao fato deste coproduto ter baixo valor de mercado.

A glicerina é um composto com alta taxa de degradação e fermentação ruminal (Garton et al., 1961; Trabue et al., 2007). Dessa forma, segundo Schroder & Sudekum (1999), a glicerina pode ser incluída em dietas para ruminantes até 10% de MS como fonte de energia de rápida fermentação.

Pereira et al. (2008), avaliando a influência da glicerina bruta (0; 0,5; 1; 2; 3 e 5%) na cinética de fermentação *in vitro* do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, observaram que o acréscimo de 2 ou 5% de glicerina modificou as curvas de produção de gases. Assim, a glicerina teria efeito negativo nos parâmetros de cinética de produção de gases e digestibilidade. Entretanto, a fermentação do glicerol por microrganismos ruminais proporciona elevados níveis de produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, principalmente propionato e butirato, que serão utilizados como principais fontes de energia para mantença e produção animal, além de diminuir a razão acetato:propionato (Bergman, 1990).

Ao avaliar a inclusão de 0; 7,5 e 15% de glicerina bruta na matéria seca para novilhas em confinamento, Elam et al. (2008) constataram que o desempenho em confinamento foi ligeiramente reduzido com o aumento do nível de glicerina bruta na dieta, o que pode ser explicado pela redução linear da ingestão de matéria seca, além da alteração no comportamento alimentar das novilhas com a necessidade de maior tempo para consumir o suplemento contendo glicerina.

Entretanto, Parsons et al. (2009) avaliaram os níveis de 0, 2, 4, 8, 12, e 16% de inclusão de glicerina na dieta de novilhas mestiças e observaram GMD de 1,19; 1,34; 1,29; 1,25; 1,17 e 1,03 kg/dia, respectivamente, concluindo que até 8% de inclusão de glicerina, com base na matéria seca, melhora o desempenho de novilhas mestiças.

Donkinand & Doane (2007) registraram um aumento positivo no peso corporal e na lactação de vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo 10 ou 15% de glicerol, com base na MS, em comparação com as não alimentadas com glicerol.

Wang et al. (2009) avaliaram a baixa (100 ml de glicerol/vaca/dia), média (200 ml de glicerol/vaca/dia) e alta (300 ml de glicerol/vaca/dia) inclusão de glicerol em dietas de vacas holandesas nos 63 primeiros dias de lactação sobre o consumo de matéria seca, produção de leite e perda de peso; encontraram que a suplementação com glicerol não afetou o consumo e produção de leite e, que as vacas suplementadas

tenderam a menor perda de peso corporal pós-parto; e concluíram que a alta inclusão de glicerol não afetou a produção de leite e ingestão de matéria seca, entretanto, aumentou a disponibilidade de energia para estas vacas durante o período.

Mach et al. (2009) avaliaram quatro níveis de inclusão de glicerina (0, 4, 8 e 12% de glicerina com 3,47 Mcal/kg na MS) sobre o desempenho de touros holandeses alimentados com dieta com alto concentrado e encontraram GMD de 1,29 kg/dia no nível de 12% e 1,43 kg/dia para o menor nível de glicerina (4%), mas não houve diferença significativa entre os tratamentos, e concluíram que até 12,1% de inclusão de glicerina bruta não há prejuízo no desempenho, e que a glicerina bruta pode ser utilizada como fonte alternativa de energia em substituição aos cereais em dietas de touros holandeses.

Embora pesquisas com a adição de glicerina na alimentação de bovinos venham sendo realizadas, ainda há necessidade de mais estudos para validar seus potenciais beneficios, principalmente em sistemas de criação a pasto, no qual os resultados científicos ainda são escassos.

REFERÊNCIAS

AASLYNG, M.D.; GRADE, P.G. Low stress pre-slaughter handling: effect of lairage time on the meat quality of pork. **Meat Science,** v. 57, n. 1, p. 87-92, 2001.

ANUALPEC. **Anuário da Pecuária Brasileira**. 20th. São Paulo, SP, BR: Instituto FNP, 2013. 359.

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

BERGMAN, E.N. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal tract in various species. **Physiological Reviews,** v. 70, n. 2, p. 567-590, 1990.

BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JÚNIOR, D. Avaliação de três cultivares de Panicum maximum Jacq. sob pastejo: comportamento ingestivo de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 32, n. 5, p. 1045-1053, 2003.

BREMM, C.; ROCHA, M.G.; FREITAS, FK; MACARI, S.; ELEJALDE, D.A.G.; ROSO, D. Comportamento ingestivo de novilhas de corte submetidas a estratégias de suplementação em pastagens de aveia e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, n. 7, p. 1161-1167, 2008.

BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST-PIERRE, J.; HUDSON, T.J.; GAUDET, D. Glycerol: a neglected variable in metabolic processes? **BioEssays,** v. 23, n. 6, p. 534-542, 2001.

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 of Dairy Science,** v. 90, n. 12, p. 5682-5691, Dec 2007.

CLEGG, A.J. Composition and related nutritional and organoleptic aspects of palm oil. **Journal of the American Oil Chemists Society,** v. 50, n. 8, p. 321-324, 1973.

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

DONKIN, S.S.; DOANE, P. **Glycerol as a feed ingredient in dairy rations**. Proceeding from the Tri-State Dairy Nutrition Conference. Purdue, 2007. 97-103 p.

EIRAS, C. E.; BARBOSA, L.P.; MARQUES, J. A.; ARAÚJO, F.L.; LIMA, B. S.; ZAWADZKI, F.; PEROTTO, D.; PRADO, I. N. Glycerin levels in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: animal performance, carcass dressing, feed intake, and apparent digestibility. **Animal Feed Science and Technology, in press**, 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. 1**:** 1-13 p. 2008.

FARIAS, M.S.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; SILVA, R.R.; EIRAS, C.E.; RIVAROLI, D.C.; LIMA, B.S. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. **Semina: Ciências Agrárias,** v. 33, n. 3, p. 1177-1188, 2012a.

FARIAS, M.S.; SILVA, R.R.; ZAWADZKI, F.; EIRAS, C.E.; LIMA, B.S.; PRADO, I.N. Glycerin levels for crossbred heifers supplemented in pasture: intake behavior. **Acta Scientiarum. Animal Sciences,** v. 34, n. 1, p. 63-69, 2012b.

FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; MUNIZ, E.B.; VERAS, A.S.C. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal, tamanho dos órgãos internos e conteúdo gastrointestinal de bovinos F1 Simental x Nelore alimentados com dietas contendo vários níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.29, n.4, p. 1174-1182. 2000.

FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G; AMOUCHE, .EH. Efeitos da pressão de pastejo sobre o padrão nectemeral do comportamento ingestivo de ovinos em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 27, n. 1, p. 164-170, 1998.

FRANÇOZO, M.C.; PRADO, I.N.; CECATO, U.; VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; RIBEIRO, O.L.; PRADO, R.M.; VISENTAINER, J.V. Growth performance, carcass characteristics and meat quality of finishing bulls fed crude glycerine-supplemented diets. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** v. 56, n. 2, p. 327-336, 2013.

FREITAS, F. K.; ROCHA, M. G.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J.; NEVES, F. P.; ROSO, D.; COSTA, V. G. Suplementação energética na recria de fêmeas de corte em pastagem cultivada de inverno. Dinâmica da pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 34, n. 6, p. 2029-2038, 2005.

FRITSCHE, S.; STEINHART, H. Differences in natural steroid hormone patterns of beef from bulls and steers. **Journal of Animal Science,** v. 76, n. 6, p. 1621-1625, 1998.

FUNCK, L. G.; BARRERA-ARELLANO, D.; BLOCK, J. M. Ácido linoléico conjugado (CLA) e sua relação com a doença cardiovascular e os fatores de risco associados. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion,** v. 56, n. 2, p. 123-134, 2006.

GARTON, GA; LOUGH, AK; VIOQUE, E. Glyceride hydrolysis and glycerol fermentation by sheep rumen contents. **Journal of General Microbiology,** v. 25, n. 2, p. 215-225, 1961.

GOES, R. H. T. B.; MANCIO, A.B.; ALVES, D.D.; LANA, R.P.; CECON, P.R.; FREITAS, T.B.; BRABES, K.C.S. Desempenho de novilhos mantidos em pastagens submetidos à suplementação protéica e protéico-energética, durante a época seca. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal,** v. 10, n. 4, 2009.

GONÇALVES, V. L. C. Biogasolina: produção de éteres e ésteres de glicina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL ,1.,

2006, Brasília. **Anais:** Associação Brasileira das Instituições de PesquisaTecnológica, 2006. p. 14-19.

GRANDIM, T. Principios de comportamiento animal para el manejo de bovinos y otros herbívoros em condiciones extensivas. **Livestock Handling and Transport**. Wallingford, Oxon: CAB Publishing, 2000. cap. 5. p. 63-85.

HIPPEN, A.R.; DEFRAIN, J.M.; LINKE, P.L. **Glycerol and other energy sources for metabolism and production of transition dairy cows**. Proc. 19th Annual Florida Ruminant Nutrition Symposium, Gainesville, FL, Department of Animal Science, University of Florida, Gainesville, 2008. 1 p.

KREHBIEL, C. R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science,** v. E86 (Supplement), p. 392 (Abstr.), 2008.

LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1. São Paulo: LinBife, 2000. 134.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science,** v. 87, n. 2, p. 632-638, 2009.

MARQUES, J. A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; ALCALDE, C.R.; NASCIMENTO, W.G. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 5, p. 1528-1536, 2000.

MARQUES, J.A.; BARBOSA, O.R.; ALBUQUERQUE, K.P.; NEGRÃO, J.A.; LOBO JÚNIOR, A.R.; DOMINGUES, J.S.; PRADO, I.N. Comportamento de novilhas bubalinas terminadas em confinamento usando promotor de crescimento ou esferas de chumbo no útero. **Acta Scientiarum Animal Sciences,** v. 27, n. 3, p. 363-370, 2005.

MARQUES, J.A.; ITO, R.H.; ZAWADZKI, F.; MAGGIONI, D.; BEZERRA, G.A.; PEDROSO, P.H.B.; PRADO, I.N. Comportamento ingestivo de tourinhos confinados com ou sem acesso à sombra. **Campo Digital,** v. 1, p. 43-49, 2007.

MARQUES, J.A.; PRADO, I. N.; MOLETTA, J.L.; PRADO, I.M.; PRADO, J.M.; MACEDO, L.M.A.; SOUZA, N.E.; MAKOTO, M. Características físico-químicas 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.; MATSUSHITA, M.; SOUZA, N.E.; VISENTAINER, J.V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. **Revista de Nutrição,** Campinas, v.19, n. 6, p.761-770, 2006.

MÍSSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; MENEZES, L. F. G.; ARBOITTE, M. Z.; ALVES FILHO, D. C.; RESTLE, J.; LEITE, D. T.; PIZZUTI, L. Â D. Massas de lâminas foliares nas características produtivas e qualitativas da pastagem de capim-elefante "Pennisetum purpureum, Schum" (cv. "Taiwan") e desempenho animal. **Ciencia Rural,** v. 36, n. 4, p. 1243-1248, 2006.

MOLETTA, J. L.; RESTLE, J. Características de carcaça de novilhos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. v. 25, n. 5, p. 876-888, // 1996.

MORAES, H.B.K.; PAULINO, M.F.; MORAES, K.A.K.; VALADARES FILHO, S.C.; ZERVOUDAKIS, J.T.; DETMANN, E. Uréia em suplementos protéicos-energéticos para bovinos de corte durante o período da seca: características nutricionais e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.38, n.4, p. 770-777. 2009.

MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; CECATO, U.; EVELÁZIO, N. Suplementação com sal mineral proteinado para bovinos de corte mantidos em pastagem de estrela roxa no final do verão. **Acta Scientiarum. Animal Sciences. Maringá,** v. 25, p. 185-191, 2003.

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. 1, p. 239-249, 2004a.

MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; CECATO, U.; ZEOULA, L.M.; WADA, F.Y.; TORII, M.S. Níveis de suplementação com sal mineral proteinado para novilhos Nelore terminados em pastagem no período de baixa produção forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 33, n. 6, p. 1814-1821, 2004b.

MOREIRA, F.B.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G. Evaluation of carcass characteristics and meat chemical composition of *Bos indicus* and *Bos indicus x Bos taurus* crossbred steers finished in pasture systems. **Brazilian Archives of Biology and Technology,** v. 46, n. 4, p. 609-616, 2003.

MOREIRA, I.; CARVALHO, P. L. O. [2009]. Glicerina na alimentação de suínos. Boletim Técnico. **Serrana Nutrição Animal**. Ed. 95ª, 2009. Disponível em: http://www.serrana.com.br/NutricaoAnimal/BoletimTecnico/Novembro2009.pdf cesso em: 13/08/2013.

MÜLLER, L. (1980). **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaça de novilhos** (1 ed.). Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil: Universidade Federal de Santa Maria.1980.

PACIULLO, D.S.C.; GOMIDE, J.A.; SILVA, E.A.M.; QUEIROZ, D.S.; GOMIDE, C.A.M. Características anatômicas da lâmina foliar e do colmo de gramíneas forrageiras tropicais, em função do nível de inserção no perfilho, da idade e da estação de crescimento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 31, n. 2, p. 890-899, 2002.

PADRE, R.G.; ARICETTI, J. A.; MOREIRA, F. B.; MIZUBUTI, I. Y.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. Fatty acid profile, and chemical composition of Longissimus muscle of bovine steers and bulls finished in pasture system. **Meat Science,** v. 74, n. 2, p. 242-248, 2006.

PADRE, R.G.; ARICETTI, J.A.; GOMES, S.T.M.; GOES, R.H.T.B.; MOREIRA, F.B.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J.V.; SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M. Analysis of fatty acids in *Longissimus* muscle of steers of different genetic breeds finished in pasture systems. **Livestock Science,** v. 110, n. 1, p. 57-63, 2007.

PARDO, R.M.P.; FISCHER, V.; BALBINOTTI, M.; MORENO, C.B.; FERREIRA, E.X.; VINHAS, R.I.; MONKS, P.L. Comportamento ingestivo diurno de novilhos em pastejo submetidos a níveis crescentes de suplementação energética. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 32, n. 6, p. 1408-1418, 2003.

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, n. 2, p. 653-657, 2009.

PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. VALADARES FILHO, S.C.. Bovinocultura de ciclo curto em pastagens. IN: SIMPÓSIO DE PRODUCÃO DE GADO DE CORTE, 3, 2002, Viçosa. **Anais**... Viçosa: SIMCORTE, 2002. p.153-196.

PEREIRA, A.A.; CARDOSO, M.G.; ABREU, L.R.; MORAIS, A.R.; GUIMARÃES, L.G.L.; SALGADO, A.P.S.P. Caracterização química e efeito inibitório de óleos essenciais sobre o crescimento de Staphylococcus aureus e Escherichia coli; Chemical ckaracterization and inhibitory effect of essential oils on the growth of Staphylococcus aureus and Escherichia coli. **Ciênc. agrotec.,(Impr.),** v. 32, n. 3, p. 887-893, 2008.

PRADO, I.N. **Produção de bovinos de corte e qualidade da carne**. Maringá, Paraná, Brasil: Eduem, 2010. 242.

PRADO, I.N.; MOREIRA, F.B.; CECATO, U.; WADA, F.Y.; OLIVEIRA, E.; REGO, F.C.A. Sistemas para crescimento e terminação de bovinos de corte a pasto: avaliação do desempenho animal e características da forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 32, n. 4, p. 955-965, 2003.

PRADO, I.N.; PINHEIRO, A.D.; ALCALDE, C.R.; ZEOULA, L.M.; NASCIMENTO, W.G.; SOUZA, N.E. Níveis de substituição do milho pela polpa de citrus peletizada sobre o desempenho e características de carcaça de bovinos mestiços confinados. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 6, p. 2135-2141, 2000.

PROHMANN, P.E.F; BRANCO, A.F.; CECATO, U.C.; JOBIM, C.C.; GUIMARÃES, K.C.; FERREIRA, R.A. Suplementação de bovinos em pastagens de Coastcross (Cynodon dactylon (L.) Pers) no inverno. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.4, p. 801-810, 2004.

SANTOS, E.D.G.; PAULINO, M.F.; LANA, R.P.; FILHO, S.C.V.; QUEIROZ, D.S. Influência da suplementação com concentrados nas características de carcaça de bovinos F1 Limousin - Nelore, não-castrados, durante a seca, em pastagensde *Brachiaria decumbens*. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 31, n. 4, p. 1823-1832, 2002.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. **Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants**. Wratten, N., Salisbury, PA (Eds.), New Horizons for an Old Crop. Proc. 10th Int. Rapeseed Congr., Canberra, Australia. Paper no. 241. The Regional Institute Ltd., Gosford, New South Wales, Australia. Canberra. 1**:** 1-10 p. 1999.

SCHWARTZKOPF-GENSWEIN, KS; BEAUCHEMIN, KA; GIBB, DJ; CREWS, DH; HICKMAN, DD; STREETER, M; MCALLISTER, TA. Effect of bunk management on

feeding behavior, ruminal acidosis and performance of feedlot cattle: A review. **Journal of Animal Science,** v. 81, n. 14 suppl 2, p. E149-E158, 2003.

SILVA, R.R.; CARVALHO, P. C. F.; MAGALHÃES, FF; PRADO, I.N.; FRANCO, S.L.; VELOSO, C.M.; CHAVES, M.A.; PANIZZA, J.C.J. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. **Archivos de Zootecnia,** v. 54, p. 63-74, 2005.

SILVA, R.R.; PRADO, I.N.; CARVALHO, G.G.P.; SILVA, F.F.; SANTANA JUNIOR, H.A.; SOUZA, D.R.; DIAS, D.L.S.; PEREIRA, M.M.; MARQUES, J.A.; PAIXÃO, M.L. Novilhos nelore suplementados em pastagens: consumo, desempenho e digestibilidade. **Archivos de Zootecnia,** v. 59, n. 228, p. 549-560, 2010.

SOUZA, N.E.; MATSUSHITA, M.; FRANCO, M.R.B.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J.V. Percentual composition, fatty acids and quantification of the LNA (Alfa-Linolenic), EPA (Eicosapentaenoic) and DHA (Docosahexaenoic) acids in visceras of Nile Tilapia (Oreochromis niloticus). **Acta Scientiarum. Technology,** v. 27, 2005.

SOUZA, S.R.M.B.O.; ÍTAVO, L.C.V.; RÍMOLI, J.; ÍTAVO, C.C.B.F.; DIAS, A.M. Comportamento ingestivo de bovinos em confinamento e em pastagens. **Archivos de Zootecnia.** v. 56, n. 213, p.67-70. 2007.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M.A.; REILLY, P.J. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 55, n. 17, p. 7043-7051, 2007.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. Ithaca, NY, USA: Cornell University Press, 1994. 476.

VISENTAINER, J. V.; SOUZA, N. E.; MAKOTO, M.; HAYASHI, C.; FRANCO, M. R. B. Influence of diets enriched with flaxseed oil on the α-linolenic, eicosapentaenoic and docosahexaenoic fatty acid in Nile tilapia (Oreochromis niloticus). **Food Chemistry,** v. 90, n. 4, p. 557-560, // 2005.

WANG, C.; LIU, Q.; YANG, W.Z.; HUO, W.J.; DONG, K.H.; HUANG, Y.X.; YANG, X.M.; HE, D.C. Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. **Animal Feed Science and Technology,** v. 151, n. 1, p. 12-20, 2009.

ZAWADZKI, F.; BONAFÉ, E. G.; PRADO, R. M.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. E. L.; PRADO, I. N. Corn replace by glycerin and functional oils (*Anacardium acid* and *Ricinoleic acid*) as additive alternative in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass and *Longissimus dorsi* characteristics. **Meat Science,** v. in press, 2013.

ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; LANA, R.P.; VALADARES FILHO, S.C.; CECON, P.R.; QUEIROZ, D.S.; MOREIRA, A.L. Desempenho e características de carcaça de novilhos suplementados no período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 30, n. 4, p. 1381-1389, 2001.

II OBJETIVOS GERAIS

Estudar o efeito da substituição do milho pela glicerina de média pureza, nos níveis 0, 5, 10 e 15%, na matéria seca total da dieta, para novilhas cruzadas, suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha.*

2.1 Objetivos específicos

- Avaliar a interferência da adição dos níveis de glicerina na dieta total sobre o comportamento ingestivo das novilhas suplementadas em pastagem;
- Avaliar o consumo, a digestibilidade, o desempenho, as características de carcaça e a viabilidade econômica da adição da glicerina em níveis crescentes na dieta de novilhas suplementadas em pastagem;
- Avaliar o efeito da adição dos níveis de glicerina sobre a composição centesimal e perfil de ácidos graxos da carne das novilhas suplementadas em pastagem.

III CAPITULO I

COMPORTAMENTO INGESTIVO DE NOVILHAS SUPLEMENTADAS COM GLICERINA EM SUBSTITUIÇÃO AO MILHO EM PASTAGEM DE *Brachiaria brizantha*

Resumo – Objetivou-se avaliar o comportamento ingestivo de novilhas mestiças terminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu recebendo quatro níveis de glicerina na suplementação. O período experimental foi de 135 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação às dietas experimentais e ao manejo. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso vivo inicial médio de 264,83 ± 3,83 kg e 20 meses de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G0 = controle; G5 = 4,82%; G10 = 10,12% e G15 = 15,56% de glicerina na matéria seca. O comportamento ingestivo foi realizado pelo acompanhamento das atividades dos animais por meio de observações contínuas, durante 24 horas, a cada cinco minutos. As variáveis avaliadas foram os tempos de pastejo, ruminação, ócio e cocho. O tempo despendido em pastejo reduziu de forma linear (P<0,05), enquanto o tempo em atividades como ruminação, ócio e cocho e tempo de mastigação total foram influenciados de forma quadrática (P<0,05) pela adição de glicerina na dieta. A massa de bocado não foi influenciada (P>0,05). A taxa de bocado e o número de bocados/dia foram influenciados de forma quadrática (P<0,05). Já o número de bocados/deglutido, número de bocados/minuto aumentaram linearmente (P<0,05). Embora o tempo gasto para cada bolo ruminado e número de mastigações por bolo não tenham sido influenciados (P>0,05) pelos níveis de inclusão de glicerina, o número de bolos/dia apresentou efeito quadrático (P<0,05). Apenas o número de períodos de ruminação reduziu linearmente (P<0,05), enquanto o número de períodos de pastejo, ócio e cocho foram influenciados de forma quadrática (p<0,05). Os tempos por período de pastejo, ócio, ruminação e cocho foram influenciados de forma

quadrática (P<0,05). As eficiências de alimentação e ruminação da matéria seca, dos carboidratos não fibrosos, da MS do pasto e do concentrado foram influenciadas de forma quadrática (P>0,05) pela adição de glicerina, enquanto a eficiencia de alimentação da FDN reduziu linearmente. A adição de glicerina de média pureza até 15% na dieta não prejudica o consumo de matéria seca de novilhas mestiças terminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Palavras-chave: biodiesel, eficiência, etologia, ingestão.

Intake behavior of heifers grazing *Braquiara brizantha* supplemented with glycerin replacing corn

Abstract - The aim was to study the effect of glycerin inclusion levels on intake behavior of supplemented heifers grazing on *Brachiaria brizantha* marandu. The experimental period was 135 days, the first 14 days as adaptation period. It was used 36 crossbred heifers with average initial weight of 264.83 ± 3.83 kg and 20 months old. The heifers were in a completely randomized design with four treatments and nine replicates: control = G0; G5 = 4.82%; G10 = 10.12 % and G15 = 15.56% glycerin in dry matter. Intake behavior was carried out by monitoring the activities of animals through continuous observation for 24 hours, every five minutes. The variables evaluated were grazing, ruminating, idling and eating. The time expended in grazing was linearly decresed (P<0,05) while the time in activits as rumination, idle, trough and total chewing time were quadratic (P<0,05) by glycerin inclusion in the diet. The bite mass do not change (P>0,05). The bite hate and number of bites/day had quadratic effect (P<0,05). On the other hand, the bite number/swallowed and number of bites/minute increased linearly (P<0,05). Although the expended time to each ruminated cake and number of chews per cake was not influenced (P>0,05) by glycerin inclusion levels, the number of cakes per day showed quadratic effect (P<0,05). Only the number of rumination periods decreased linearly (P<0,05), while the number of grazing, idle and trough periods were influenced in a quadratic way (p<0,05). The time by grazing, idle, rumination and trough were influenced in a quadratic way (P<0,05). The dry matter, non fibrous carbohidrates, pasture and concentrate dry matter feed and rumination efficiencies were quadratic influenced (P>0,05) by glicerin adittion. On the other hand, the neutral detergent fiber feed efficience was linearly decreased. The glycerin adittion until 15% of diet dry matter do not damage dry matter intake of crossbreed heifers finished in *Brachiaria brizantha* pasture;

Keywords: efficiency, ethology, glycerin, intake.

INTRODUÇÃO

O desempenho de animais criados em pastagem está diretamente relacionado à oferta quantitativa e qualitativa de forragem, sendo esta sujeita às variações ao longo do ano. Assim, a suplementação estratégica constitui alternativa para melhorar a eficiência produtiva, fornecendo os nutrientes limitantes para alcançar os objetivos do sistema produtivo.

O consumo de nutrientes, digestibilidade e metabolismo são os fatores que influenciam o desempenho animal. O consumo de alimentos, por sua vez, pode ser influenciado por fatores ligados aos alimentos, como palatabilidade, textura, aparência visual e fatores ligados aos animais, como estado emocional, interações sociais e aprendizado (Mertens, 1994).

O efeito do suplemento sobre o consumo pode ser aditivo, quando o consumo de suplemento agrega-se ao consumo atual do animal; e substitutivo, quando o consumo de suplemento diminui o consumo de forragem, sem melhorar o desempenho animal (Barbosa et al., 2001).

A ingestão do suplemento altera o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo (Marques et al, 2005). Quando parte dos nutrientes exigidos é suprido pelo consumo de suplemento, pode ocorrer melhora na eficiência de utilização da energia oriunda da forragem, pela melhor condição para atuação da microbiota ruminal (Silva et al, 2005). Assim, pode haver uma redução do tempo de pastejo, aumento do tempo de ócio e ruminação, e melhoria na ingestão de alimentos pelos animais.

Assim, o comportamento ingestivo pode ser influenciado em virtude do tipo de ingrediente usado no suplemento. Adicionalmente, a estrutura física e a composição química podem também afetar o comportamento ingestivo, influenciando no tempo de alimentação.

O uso de suplementos a base de milho, como componente energético, pode acarretar em altos custos em sistemas de produção, quando a terminação é a pasto, portanto, o uso de fontes alternativas de energia são eficientes em reduzir o custo de produção, mas que não comprometa o consumo e o desempenho animal.

A glicerina, um subproduto da indústria do biodiesel, vem sendo utilizada em sistemas de suplementação em substituição ao milho, por apresentar características

energéticas semelhantes e também pelo fato dos ruminantes possuírem capacidade de utilizar o glicerol presente na glicerina como precursor gliconeogênico (Chung et al., 2007) para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose.

A glicerina apresenta composição química muito variável, uma vez que varia com a matéria-prima utilizada para produção de biodiesel (Elam et al., 2008) e, devido ao conteúdo de glicerol, o uso da glicerina em substituição ao milho acarreta em rápida fermentação ruminal (Trabue et al., 2007), ocorrendo em alterações no comportamento ingestivo. Na literatura, efeitos do uso da glicerina na suplementação em relação ao comportamento ingestivo de bovinos terminados em pastagem são controversos.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento ingestivo de novilhas mestiças terminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu recebendo quatro diferentes níveis de glicerina na suplementação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Princesa do Mateiro, Ribeirão do Largo, BA, no período de julho a dezembro de 2010. O período experimental foi de 135 dias, sendo 14 deles destinados à adaptação dos animais ao manejo e às dietas experimentais. Os animais foram mantidos em sistema de produção a pasto, em pastejo rotacionado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em área de 14 ha, divididos em onze piquetes.

Foram utilizadas 36 novilhas Nelore, com peso inicial médio de 264,83 ± 3,83 kg e 14 meses de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições, sendo: G0 = controle; G5 = 4,82%; G10 = 10,12% e G15= 15,56% glicerina em substituição ao milho na matéria seca ingerida da dieta. O suplemento foi fornecido em cocho de plástico sem cobertura, uma vez ao dia (10:00 horas).

As dietas foram formuladas segundo o (NRC, 2000) para serem isoproteicas e isoenergéticas (Tabelas 1 e 2) com relação volumoso:concentrado de 63,40:36,6. A glicerina utilizada foi produzida em uma indústria extratora de biodiesel de soja (BIOPAR, Rolândia, Paraná, região sul do Brasil) e possuía 81,20% de glicerol, sendo a composição química determinada no Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR).

O pasto foi avaliado a cada 28 dias, para estimar a disponibilidade de MS (Tabela 2), retirando-se 12 amostras colhidas ao nível do solo com quadrado de 0,25 m^2, conforme metodologia descrita por Wilm et al. (1944). Para reduzir a influência da

variação de biomassa entre piquetes, as novilhas permaneceram em cada piquete por sete dias e, após esse período, foram transferidos para outro de forma aleatória.

Tabela 1. Composição percentual da dieta total

Ingredientes, % MS	Níveis de glicerina, % MS			
	G0[1]	G5[2]	G10[2]	G15[4]
Forragem	63,40	63,40	63,40	63,40
Farelo de soja	7,53	8,67	9,86	11,09
Milho	28,42	22,67	16,69	10,48
Glicerina	0,00	4,60	9,38	14,35
Sal mineral	0,65	0,66	0,67	0,69
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

[1]Sem glicerina; [2]4,82% glicerina; [3]10,12% glicerina; [4]15,56% glicerina

Tabela 2. Composição química da *Brachiaria brizanta* cv. Marandu e dos concentrados (% de MS), disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem.

Ingredientes	*Brachiaria brizantha*	Níveis de glicerina, % da MS			
		G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]
MS, %	35,97	81,99	83,56	85,19	86,89
PB, %	6,50	18,08	17,99	17,91	17,82
EE, %	2,20	5,12	4,30	3,45	2,57
CT, %	62,85	71,76	60,26	48,30	35,87
CNF, %	17,18	54,62	45,27	35,55	25,45
FDN, %	69,14	17,14	14,99	12,75	10,42
FDA, %	39,81	6,10	5,72	5,32	4,90
MM, %	8,15	3,27	3,73	4,20	4,69
NDT,%	59,08	79,44	79,20	78,93	78,65
D. MS, kg/há	5.064,06				
BRD, kg de MS/ha/dia	52,78				
TX, UA/há	1,73				
TA, kg MS/ha/dia	13,55				
OF, kg MS/100 kg PV/dia	8,50				

MS – Matéria seca; PB – Protéina bruta; EE – Extrato etéreo; CT – Carboidratos totais; CNF – Carboidratos não fibrosos; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; MM – Matéria mineral; NDT – Nutrientes digestiveis totais [Sniffen et al. (1992)]; D. MS – Disponibilidade de matéria seca; BRD – Biomassa residual diaria de forragem; TX – Taxa de lotação; TA – Taxa de acúmulo de matéria seca; OF – Oferta de forragem; [1]Sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina

As estimativas de biomassa residual diária (BRD) de matéria seca (Tabela 2) foram realizadas nos quatro piquetes, conforme o método da dupla amostragem (Wilm et al., 1994). Antes do corte, foi estimada visualmente a matéria seca da biomassa da amostra. Foram utilizados os valores das amostras cortadas e estimadas visualmente, quando foi jogado 40 vezes o quadrado e, posteriormente, foi calculada a biomassa de forragem expressa em kg/ha pela equação proposta por Gardner (1986).

O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando-se o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) de MS pelo número de dias do período. A estimativa da TAD foi realizada pela equação proposta por Campbell (1966): $TAD_J = (G_i – F_i – 1)/n$;

Em que TAD_J = a taxa de acúmulo de matéria seca diária no período j, em kg MS/ha/dia; G_i = matéria seca final média dos quatro piquetes vazios no instante i, em kg de MS/ha; F_{i-1} = matéria seca inicial média presente nos piquetes vazios no instante i-1, em kg MS/ha; n = número de dias do período j.

A oferta de forragem foi calculada de acordo com a fórmula: OF = {(BRD*área + TAD*área)/PV total}*100, em que: OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PC dia; BRD = biomassa residual total em kg/ha dia de MS; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha dia; PC = peso corporal dos animais, em kg/ha.

As amostras de forragem coletadas pelo método de dupla amostragem foram pesadas individualmente no campo e, desse material, foram retiradas subamostras e feita uma separação dos seus componentes estruturais: lâmina foliar (LF); colmo (C) e material morto (MM), dos quais foi obtido o peso seco individual. As amostras de forragem foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55-65ºC por 72hs.

Para estimar a produção fecal, foi utilizado o LIPE® (Lignina isolada, purificada e enriquecida de *Eucalyptus grandis*, UFMG, Minas Gerais) como indicador externo, sendo administrada, diariamente, uma cápsula, após o fornecimento do concentrado matinal, durante sete dias, sendo os três primeiros para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e quatro dias para coleta das fezes. As fezes foram coletadas (aproximadamente 300 g) diretamente no pasto, logo após a excreção, tomando-se as devidas precauções para envitar contaminação das amostras com o solo. Em seguida, foram armazenadas em sacos plásticos, identificadas e congeladas.

As análises dos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) nas amostras de alimento, sobras e fezes foram realizadas segundo Silva e Queiroz (2002). O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado deduzindo-se o teor de cinzas do valor de matéria seca. Os carboidratos totais (CT) foram estimados segundo Sniffen et al. (1992), como: CT = 100 – (%PB + %EE + %cinzas). Os teores de carboidratos não-fibrosos corrigidos para cinzas e proteína (CNFcp) foram calculados como proposto por Kearl (1992), em que: CNFcp = (100 – %FDNcp – %PB – %EE – % cinzas). Os nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo Weiss (1999), mas utilizando a FDN e CNF corrigindo para cinza e proteína.

O comportamento ingestivo foi avaliado por meio de observações visuais, durante dois períodos de 24 horas, e intervalos de 5 minutos. Foram observados e registrados os tempos despendidos nas atividades de pastejo, ruminação, ócio e cocho, e tempo de mastigação total.

A taxa de bocado (TxB) dos animais de cada tratamento foi estimada por meio do tempo gasto pelo animal para realizar 20 bocados (Hodgson, 1982). Para o cálculo da massa de bocado (MaB), dividiu-se o consumo diário pelo total de bocados diários (Jamieson & Hodgson, 1979). Os resultados das observações de bocados e deglutição foram registrados em seis ocasiões durante o dia, conforme Baggio et al. (2009), sendo três avaliações durante a manhã e três à tarde, e usados também para determinar o número de bocados por dia (NBD), que é o produto entre taxa de bocado e tempo de pastejo.

A contagem do número de mastigações merícicas e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, foi realizada com a utilização de cronômetro digital. Para obtenção das médias das mastigações e do tempo, foram feitas as observações de três bolos ruminais em três períodos diferentes do dia (09-12, 15-18 e 19-21 horas), segundo Bürger et al. (2000). Para obtenção do número de bolos diários, procedeu-se a divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo, descrito anteriormente.

As variáveis g de MS e FDN/refeição foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de períodos de alimentação por dia (em 24 horas). A eficiência de alimentação e ruminação, expressa em g/hora de MS e g /hora de FDN, foi obtida pela divisão do consumo médio diário de MS e FDN pelo tempo total despendido em alimentação e/ou ruminação em 24 horas, respectivamente. As variáveis g de MS e FDN/bolo foram obtidas dividindo-se o consumo médio individual de cada fração pelo número de bolos ruminados por dia (em 24 horas).

Os resultados foram analisados por meio de análise de variância e equações de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises do pacote do SAEG (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A substituição do milho por glicerina de média pureza, no suplemento, não influenciou (P>0,05) os consumos de matéria seca do concentrado (MS, concentrado),

matéria seca do pasto (MS, pasto), matéria seca total (CMST), fibra em detergente neutro (CFDN) e carboidratos não fibrosos (CNF) durante a terminação das novilhas (Tabela 3).

O consumo médio de MS do concentrado foi igual (2,57 kg/dia) para todos os grupos, uma vez que este consumo foi fixado em 0,85% do peso vivo dos animais, para os tratamentos. Da mesma forma, o consumo médio de MS do pasto foi semelhante para todos os tratamentos (3,92 kg/dia), não havendo efeito aditivo ou substitutivo da adição dos níveis de glicerina sobre o consumo de forragem.

Tabela 3. Efeito da adição de níveis de glicerina sobre o consumo de nutrientes e tempos despendidos nas atividades de pastejo, ócio, ruminação e cocho de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Item	Inclusão de glicerina				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]			L	Q	
			Consumo (kg/dia)						
MS, pasto	3,83	3,93	3,91	4,02	3,92	9,01	0,32	1,00	-
MS, concentrado	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	17,64	1,00	1,00	-
CMST	6,40	6,50	6,48	6,59	6,49	8,66	0,53	0,71	-
$CFDN_{cp}$	2,77	2,83	2,81	2,88	2,82	7,91	0,31	0,94	-
CCNF	1,41	1,27	1,21	1,36	1,31	18,17	0,86	0,08	-
			Minutos/dia						
Pastejo[6]	471,67	438,33	420,83	345,28	419,03	9,76	0,00	0,13	0,97
Ócio[7]	738,33	724,72	718,33	883,61	766,25	5,83	0,00	0,00	0,93
Ruminação[8]	205,56	211,67	265,00	166,94	212,29	11,47	0,09	0,00	0,60
Cocho[9]	24,44	65,28	35,83	44,17	42,43	25,52	0,07	0,00	0,35
TMT[10]	677,22	650,00	685,83	512,22	631,32	7,09	0,00	0,00	0,81

MS – Matéria seca; CMST – Consumo de matéria seca total; $CFDN_{cp}$ – Consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteínas; CCNF – Consumo de carboidratos não fibrosos; TMT - tempo de mastigação total [1]Sem glicerina; [2]4,82% glicerina; [3]10,12% glicerina; [4]15,56% glicerina; [4]Coeficiente de variação; Equação de regressão: [6]$Y=477,470-7,66451X$; [7]$Y=746,751-17,3654X+1,65228X^2$; [8]$Y=195,010+14,3312X-1,00058X^2$; [9]$Y=30,6370+5,02204X-0,288225X^2$; [10]$Y=662,612-12,3434X+1,36405X^2$;

O consumo médio observado para o consumo de MST (MS, concentrado + MS pasto) foi de 6,49 kg/dia. Tais resultados estão de acordo com os observados por Farias et al. (2012), que não encontraram efeito da substituição do milho pela de glicerina bruta nos níveis 0,0; 2,8; 6,1 e 9,1% na MS total, sobre o CMST (6,2 kg/dia) de novilhas criadas sob condições semelhantes ao presente estudo. Por outro lado, ao fornecer 0,0; 2,0; 4,0; 8,0; 12 e 16% de glicerina à dieta de novilhas confinadas, Parsons et al. (2009) observaram redução no CMS a partir de 2,0% de glicerina. Para estes autores, a adição de mais de 5,0% de glicerina à dieta pode afetar a ação da microbiota,

interferindo na fermentação ruminal. Contudo, no presente trabalho, a adição de até 13,0% de glicerina não apresentou tal interferência.

Os tempos despendidos nas atividades de pastejo, ruminação, ócio e cocho e tempo de mastigação total (TMT) foram influenciados (P<0,05) pela adição de glicerina na dieta (Tabela 3).

O tempo de pastejo apresentou comportamento linear decrescente (P<0,05), sendo que a adição 15% de glicerina, na MS total, reduziu o tempo de pastejo em 127 minutos em relação aos animais que estavam recebendo suplemento sem glicerina. Tal comportamento indica que os animais que não receberam glicerina na dieta precisaram de mais tempo para ingerir a mesma quantidade de matéria seca que os animais recebendo glicerina, visto que não foram encontradas diferenças significativas no consumo.

O tempo despendido em ócio foi influenciado de forma quadrática (P<0,05) pela substituição do milho por glicerina (Tabela 3) de forma que, com 5,25% de glicerina na MS total, os animais passaram 701,12 min de seu tempo em ócio. De acordo com Parsons et al. (2009), o glicerol é quase totalmente convertido a propionato no rúmen, o qual é o primeiro a sinalizar o término das refeições pelo aumento na produção de ATP, devido a sua utilização para a produção de glicose, o que sinaliza a saciedade (Krehbiel, 2008). Dessa forma, sendo a glicerina utilizada neste experimento composta por 81% de glicerol, observa-se uma saciedade momentânea, causada pelo rápido aporte de energia, elevando o tempo em ócio dos animais.

Da mesma forma, o tempo de ruminação foi influenciado (P<0,05) quadraticamente pela adição da glicerina à dieta (Tabela 3), sendo que, com 7,16% de glicerina, os animais passaram 246,32 min. Ruminando, o que corresponde a aproximadamente 41 minutos a mais do que os animais que não receberam glicerina na dieta. A variação no tempo de ruminação pode ser atribuído à natureza exclusiva de cada atividade realizada por um animal, o que não permite que outra atividade seja realizada ao mesmo tempo, uma vez que, no presente estudo, o tempo de ruminação foi inversamente proporcional ao tempo que os animais permaneceram em ócio. Outra possível explicação seria a variação que ocorreu no tempo de pastejo, uma vez que a formação dos bolos alimentares é proporcional ao tempo de pastejo (Bremm et al., 2008). Em condições semelhantes ao presente experimento, Farias et al. (2012) não observaram efeito da adição de níveis crescentes de glicerina sobre o tempo de

ruminação de novilhas criadas a pasto. Silva et al. (2005) também não observaram mudanças no tempo de ruminação em novilhas suplementadas em pastagem.

Da mesma forma, o tempo de permanência no cocho (Tabela 3) apresentou efeito quadrático (P<0,05), no qual observa-se que, com 8,8% de adição de glicerina à dieta, os animais permaneceram cerca de 53 min no cocho. Este resultado está de acordo com o observado por Farias et al. (2012), ao adicionar 2,8; 6,1 e 9,1% de glicerina à dieta de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*. Segundo estes autores, o aumento no tempo de cocho até 6,1% de adição de glicerina à dieta deu-se devido à dificuldade dos animais em adaptar-se à glicerina. Entretanto, no presente trabalho, observa-se que esta dificuldade de adaptação ocorreu até 10% de adição de glicerina. Entretanto, após certo nível de ingestão, os animais estariam adaptados ao sabor doce da glicerina, o qual promove uma rápida ingestão do concentrado. Deve-se enfatizar que, mesmo com a redução do tempo de cocho com 15% de glicerina, a ingestão de concentrado não foi menor. Por outro lado, para Elam et al. (2008), a adição de glicerina ao concentrado aumenta o período de permanência dos animais junto ao cocho, devido à substituição do tempo destinado ao pastejo ou à ruminação pelo consumo de concentrado (Bremm et al., 2005; Bremm et al., 2008).

O TMT (pastejo + ruminação) foi influenciado de forma quadrática (P<0,05) pela adição de glicerina à dieta, de modo que, com 4,52% de glicerina, menos tempo (634 min.) foi necessário para consumir a mesma quantidade de MS e FDN que os animais que não receberam glicerina (677 min). A variável comportamental TMT está relacionada aos tempos de pastejo (Gary et al., 1970; Stricklin & Kauts-Scnavy, 1984) e ruminação. Contudo, observa-se que o comportamento observado para esta variável foi determinado pelas observações feitas, principalmente, para o tempo de pastejo (Tabela 3).

A massa de bocado é a principal responsável pela variação no consumo diário de forragem de animais em pastejo, pois é diretamente influenciada pela estrutura do dossel (Hodgson & Jamieson, 1981), enquanto a taxa de bocado e o tempo de pastejo têm papel secundário (Forbes, 1988). Neste contexto, observa-se que, no presente estudo, a substituição do milho por níveis crescentes de glicerina no suplemento das novilhas não influenciou (P>0,05) a massa de bocado (MasBOC - em gramas de MS/bocado), uma vez que a o oferta de forragem foi a mesma para todos os animais (Tabela 2).

Por outro lado, a taxa de bocado (TxBOC – nº de bocados/min.) foi influenciada de forma quadrática (P<0,05), de modo que, com a adição de 10,39% de glicerina à dieta, as novilhas chegaram a um máximo de 49,35 bocados por minuto (Tabela 4). A adição de glicerina à dieta até 10% da MS total pode ter levado os animais a se tornarem mais seletivos durante o pastejo, levando-os a percorrer maiores distâncias e escolher melhor a forragem, buscando as melhores partes das plantas (Bremm et al., 2008).

As variáveis número de bocados/deglutido (NumBOC) e número de bocados/minuto (BOCmin.) apresentaram comportamento linear crescente (P<0,05), enquanto o número de bocados/dia (BOCdia) apresentaram comportamento quadrático (P<0,05) com ponto de máxima inclusão de glicerina em 8,2%, resultando em 22.440,7 bocados/dia, respectivamente (Tabela 4). Tais variações foram inversamente proporcionais ao tempo de pastejo (Tabela 3) e à taxa de bocado (Tabela 4), o que levou a uma compensação no consumo de MS do pasto, mantendo a semelhança desta variável entre os tratamentos.

Tabela 4. Influência da adição de níveis de glicerina sobre as características de bocado de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	G00[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]			L	Q	
MasBOC	0,23	0,16	0,22	0,21	0,20	21,31	0,65	0,06	-
TxBOC[6]	36,50	45,35	49,61	46,08	44,38	11,99	0,01	0,01	0,99
NumBOC[7]	21,31	43,85	35,60	44,80	36,39	14,80	0,01	0,01	0,55
BOCmin[8]	35,47	58,59	43,39	59,05	49,13	18,48	0,00	0,23	0,38
BOCdia[9]	16.746	25.911	18.278	20.292	20.307	21,424	0,01	0,01	0,67

MasBOC - Massa de bocado (gr de MS/bocado); TxBOC - Taxa de bocado (nº bocados/min); NumBOC - Número de bocados por deglutido; BOCmin - Número de bocados por minuto; BOCdia - Número de bocados por dia;[1]Sem glicerina; [2]4,82% glicerina; [3]10,12% glicerina; [4]15,56% glicerina; [5] Coeficiente de variação; Equação de regressão: [6]$Y=36,3974+2,49261X-0,119867\ X^2$; [7]$Y=41,1130+1,05087X$; [8]$Y=46,0591+0,402337X$; [9]$Y=18255,8+1023,38X-62,5678X^2$;

As variáveis: tempo gasto para cada bolo ruminado (Tem/bolo) e número de mastigações por bolo (Mastigações/bolo) não foram influenciadas (P>0,05) pelos níveis de inclusão de glicerina à dieta total (Tabela 5). Por outro lado, o número de bolos/dia (Bolos/dia) apresentou efeito quadrático (P<0,05), de modo que, com 6,8% de glicerina, os animais aumentaram o número de bolos ruminados para 289,1 indicando maior necessidade de formação de bolos a serem remastigados. Uma vez formado o bolo, o

tempo de mastigação médio foi semelhante (P>0,05) entre os níveis de substituição do milho por glicerina.

O valor médio observado para o número de mastigações/bolo (46,05) está de acordo com o observado por Silva et al. (2005) ao fornecer diferentes níveis de suplemento para novilhas em pastagem de *Brachiaria decumbens*. Por outro lado, Farias et al. (2012) observaram efeito quadrático sobre a mesma variável, ao adicionar glicerina bruta à dieta de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Tabela 5. Efeito da adição de níveis de glicerina sobre características de ruminação de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Atividade	Inclusão de glicerina (%MS)				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	G00[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]			L	Q	
Bolos/dia[6]	248,74	260,34	300,78	201,21	252,74	18,43	0,15	0,01	0,72
Tempo/bolo	50,02	49,52	54,31	50,35	51,05	13,42	0,71	0,45	-
Mastigações/bolo	44,61	44,67	47,38	47,52	46,05	14,49	0,26	1,00	-

Bolos/dia - Número de bolos ruminados/dia; Tempo/bolo - Tempo gasto/bolo ruminado em segundos; Mastigações/bolo - Número de mastigações/bolo ruminado; [1]Sem glicerina; [2]4,82% glicerina; [3]10,12% glicerina; [4]15,56% glicerina; [5] Coeficiente de variação; Equação de regressão: [6]$Y= 239,773+14,4516X-1,05749X^2$;

Observou-se efeito quadrático (P<0,05) no número de períodos das atividades exercidas pelas novilhas com aumento no número de 0,12 períodos de pastejo (NPP), 11,59 períodos de ócio (NPO) e 4,41 períodos de cocho (NPC), quando houve a adição de 2,97%; 11,59% e 8,14% de glicerina na dieta, respectivamente.

Estes resultados indicam que, embora tenha ocorrido redução, no tempo total despendido em pastejo (Tabela 3) e uma tendência à redução no NPP com a adição de níveis acima de 3% (Tabela 6), não foi observado redução no consumo de MS do pasto (Tabela 3), indicando que os animais dispuseram de outros elementos comportamentais para manter a ingestão de MS.

Tabela 6. Efeito da adição de níveis de glicerina sobre número de períodos e tempo de duração (minutos), por período das atividades realizadas, por novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	G00[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]			L	Q	
NPP[6]	21,89	20,78	20,11	12,77	18,89	13,72	0,01	0,01	0,95
NPO[7]	28,67	33,00	29,67	21,22	28,14	9,18	0,01	0,01	1,00
NPR[8]	18,00	7,67	13,22	6,89	11,44	27,13	0,01	0,06	0,48
NPC[9]	1,44	7,33	3,67	3,44	3,97	33,43	0,25	0,01	0,53
TPP[10]	21,85	21,32	21,06	27,56	22,95	14,74	0,01	0,01	0,96

TPO[11]	25,91	22,08	24,33	42,29	28,65	11,73	0,01	0,01	0,98
TPR[12]	12,19	29,11	20,20	25,32	21,71	24,03	0,01	0,01	0,21
TPC[13]	18,75	9,08	12,37	13,71	13,48	43,68	0,18	0,01	0,77

Número de períodos de pastejo (NPP); ruminação (NPR); ócio (NPO); cocho (NPC), Tempo de duração dos períodos de pastejo (TPP); ruminação (TPR); ócio (TPO) e cocho (TPC).[1]Sem glicerina; [2]4,82% glicerina; [3]10,12% glicerina; [4]15,56% glicerina; [5] Coeficiente de variação; Equação de regressão: [6]$Y= 21,5131+0,334327X-0,0562701X^2$; [7]$Y= 28,8634+1,30488X-0,116100 X^2$; [8]$Y= 15,4545-0,525912X$; [9]$Y= 2,20020+0,896800X-0,0551019X^2$; [10]$Y=22,1855-0,683539X-0,0649817X^2$; [11]$Y= 26,3569-2,10286X-0,199329X^2$; [12]$Y= 14,4841+2,23324X-0,106650X^2$; [13]$Y=17,86-1,7997X+0,1016X^2$;

Por outro lado, a adição de glicerina à dieta reduziu, linearmente, o número de períodos de ruminação (NPR), o que indica que a inclusão de glicerina pode interferir tanto no tempo total (Tabela 3) quanto no número de períodos de ruminação (Tabela 6) de forma similar, ao contrário do que foi observado por Farias et al. (2012), segundo os quais, tanto o tempo quanto os períodos de ruminação seriam influenciados por outros tipos de mecanismos e não pelos níveis de glicerina.

A influência dos níveis de glicerina sobre o NPP e NPR pode ter interferido no comportamento observado no NPO (Tabela 6), o qual foi diretamente proporcional ao tempo total despendido em ócio (Tabela 3), indicando que os animais gastaram mais tempo nesta atividade, o que pode estar relacionado ao metabolismo do glicerol presente no suplemento com glicerina (Trabue et al.,2007).

O aumento no número de visitas ao cocho (NPC = 5,85 vezes ao dia) até o nível de 8,1% de glicerina pode estar relacionado à dificuldade de adaptação dos animais à glicerina, fazendo com que as novilhas ingerissem o concentrado em pequenas quantidades, sem, contudo, interferir no consumo total do concentrado. Entretanto, a partir de 10% de inclusão de glicerina, o aumento da palatabilidade ou sabor adocicado e adstringência da mesma fez com que os animais passassem a consumir o concentrado mais rapidamente (Ooi et al., 2004).

O tempo por período de pastejo (TPP) foi influenciado de maneira quadrática ($P<0,05$), sendo que, com 5,3% de glicerina na MS, as novilhas passaram 20,39 min pastejando a cada período que dedicavam a esta atividade. Dessa forma, observa-se que a interação entre o número de períodos de pastejo e o tempo despendido nesta atividade pode ter ocasionado a redução no tempo de pastejo em min./dia (Tabela 3).

Da mesma forma, o tempo por periodo de ócio (TPO) foi influenciado de maneira quadrática ($P<0,05$), na qual, com a adição de 5,27% de glicerina, os animais permaneceram menos tempo em ócio (20,8 min.) (Tabela 6). Da mesma forma que o

TPP, observa-se que o tempo despendido em cada período de ócio foi o principal responsável pelo tempo de ócio em min./dia (Tabela 3)

O tempo por período de ruminação (TPR) foi influenciado de forma quadrática (P<0,05) com ponto de máxima em 10,46% de adição de glicerina e 26,2 min de ruminação em cada período. Neste caso, a redução linear no NPR não foi suficiente para determinar o tempo total de ruminação, em min./dia, das nosvilhas (Tabela 3). Por outro lado, a variação observada no TPR foi proporcional à variação observada no tempo total de ruminação, em min./dia (Tabela 3).

O tempo por período de cocho também foi influenciado de forma quadrática (P<0,05) com redução para 10,89 min./período ao nível igual a 8,85% de glicerina. Apesar dos animais aumentarem o número de visitas ao cocho (NPC), houve uma redução no tempo que os animais permaneciam no mesmo. Dessa forma, observa-se que o tempo de cocho (Tabela 3) foi determinado pelo aumento no NPC e não pelo TPP.

As ingestões de MS, FDN, CNF MS, pasto e MS, concentrado em kg/refeição (Tabela 7) apresentaram comportamento quadrático (P<0,05), no qual observou-se consumos mínimos iguais a 0,23; 0,10; 0,04; 0,17; 0,52 kg para os níveis 5,22; 5,21; 6,06; 3,93 e 9,75% de glicerina, respectivamente.

Da mesma forma, houve efeito quadrático (P<0,05) na ruminação de MS, FDN, CNF, MS, pasto e MS, concentrado em gr/bolo ruminado, as quais foram reduzidas para 22,14; 9,89; 4,38; 13,71 e 9,17 gr/bolo ruminado, quando a glicerina foi adicionada em 7,22; 6,08; 6,97; 6,05 e 6,30% à dieta.

A eficiência de alimentação representa a velocidade de ingestão de nutrientes em função do tempo (Santana Jr et al., 2013). Neste contexto, observa-se que as eficiências de alimentação da MS, dos CNF, MS do concentrado e MS do pasto, em kg/hora, apresentaram comportamento quadrático (P<0,05) (Tabela 7). As eficiências de consumo da MS, dos CNF e da MS do concentrado foram mínimas (0,77; 0,18 e 3,17), quando a inclusão de glicerina foi igual a 2,55; 5,23 e 10,06%, respectivamente. Por outro lado, a eficiência de consumo da MS do pasto foi máxima (0,51 kg/hora) com a adição de 4,25% de glicerina. Já a eficiência de alimentação da FDN foi influenciada de forma linear e positiva com a adição dos níveis de glicerina (P<0,05) (Tabela 7).

O efeito quadrático observado no presente estudo mostra que, a partir de 2,5% de glicerina na dieta, a eficiencia de consumo das novilhas melhorou cerca de 30% em relação à eficiencia alimentar dos animais que consumiram suplemento sem glicerina. Estes resultados estão de acordo com o resultado obtido por Farias et al. (2012),

segundo os quais, com a adição de até 3,8% de glicerina à dieta de novilhas criadas a pasto, a eficiencia alimentar da MS havia diminuido, voltando a melhorar até 9,1% de adição de glicerina.

O controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade é feito através da eficiência de ruminação, de forma que o maior consumo de alimento e melhor desempenho produtivo são proporcionados pela maior quantidade de alimentos ruminados, durante 8 ou 9 horas, comuns de ruminação (Stricklin & Kautz-Scanavy, 1984).

Tabela 7. Efeito dos níveis de glicerina sobre a ingestão, ruminação e eficiências de alimentação e ruminação de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

10	Inclusão de glicerina (%MS)				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	G00[1]	G4,3[2]	G8,7[3]	G13,0[4]			L	Q	
			Ingestão, kg/refeição						
MS[6]	0,28	0,23	0,28	0,41	0,30	16,37	0,01	0,01	1,00
FDN[7]	0,12	0,10	0,12	0,18	0,13	16,11	0,01	0,01	1,00
CNF[8]	0,06	0,05	0,05	0,08	0,06	24,16	0,01	0,01	1,00
MS, pasto[9]	0,18	0,19	0,20	0,32	0,22	17,23	0,01	0,01	0,94
MS, concent[10]	2,02	0,37	0,98	0,84	1,05	59,70	0,01	0,01	0,69
			Ruminação, gr/bolo ruminado						
MS[11]	26,25	25,71	22,23	33,77	26,99	20,06	0,02	0,01	0,77
FDN[12]	11,35	11,15	9,61	14,81	11,73	19,04	0,01	0,01	0,78
CNF[13]	5,77	5,07	4,19	6,96	5,50	27,98	0,25	0,01	0,85
MS, pasto[14]	15,73	15,48	13,33	20,66	16,30	19,16	0,01	0,01	0,78
MS, concent[15]	10,53	10,22	8,90	13,11	10,69	27,74	0,15	0,03	0,77
			Eficiência de alimentação, kg/hora						
MS[16]	0,78	0,78	0,86	1,02	0,86	12,11	0,01	0,02	0,82
FDN[17]	0,31	0,39	0,40	0,50	0,40	19,16	0,01	0,67	0,93
CNF[18]	0,18	0,18	0,17	0,24	0,19	27,44	0,01	0,02	0,93
MS, pasto[19]	0,49	0,54	0,56	0,70	0,58	13,30	0,01	0,09	0,86
MS,concent[20]	6,67	2,46	4,59	3,60	4,33	32,67	0,01	0,01	0,53
			Eficiência de ruminação, kg/hora						
MS[21]	1,89	1,87	1,47	2,43	1,91	17,03	0,01	0,01	0,99
FDN[22]	0,81	0,81	0,64	1,06	0,83	15,50	0,01	0,01	0,68
CNF[23]	0,41	0,37	0,27	0,50	0,39	17,01	0,06	0,01	0,97
MS, pasto[24]	1,13	1,13	0,89	1,48	1,16	15,68	0,01	0,01	0,68
MS, concent[25]	0,76	0,74	0,58	0,94	0,76	26,74	0,19	0,01	0,68

MS – Matéria seca; FDN – Fibra em detergente neutro; CNF – Carboidratos não fibrosos; MS, pasto – Matéria seca do pasto; MS, concentrado – Matéria seca do concentrado.[1]Sem glicerina; [2]4,33% glicerina; [3]8,66% glicerina; [4]12,99% glicerina; [5]Coeficiente de variação; Equação de regressão: [6]$Y = 0,279582 – 0,0174940X + 0,00167460X^2$; [7]$Y = 0,121465 - 0,00774364X + 0,000742673X^2$; [8]$Y = 0,0611170 - 0,00547347X + 0,000451448X^2$; [9]$Y = 0,188131 - 0,00834652X + 0,00106280X^2$; [10]$Y = 1,84353 - 0,272312X + 0,0139606X^2$; [11]$Y = 27,1948 - 1,39980X + 0,0969767X^2$; [12]$Y = 11,7741 - 0,618281X + 0,0508055X^2$; [13]$Y = 5,9716 - 0,4575X + 0,0328X^2$; [14]$Y = 16,3251 - 0,862883X + 0,0712723X^2$; [15]$Y = 10,8696 - 0,536921X + 0,0425975X^2$; [16]$Y = 0,782051 - 0,00741401X + 0,00145183X^2$; [17]$Y = 0,316786+0,0112871X$; [18]$Y = 0,184473 - 0,00660612X + 0,000632137X^2$; [19] $Y = 0,480419 + 0,014556X - 0,00171269X^2$; [20]$Y = 6,12399 - 0,587333X + 0,0292022X^2$; [21]$Y = 1,97787 - 0,120062X + 0,00925231X^2$; [22]$Y = 0,854837 - 0,0518570X + 0,00404859X^2$; [23]$Y = 0,435707 - 0,0378228X + 0,00264096 X^2$; [24]$Y = 1,18341 - 0,0711136X - 0,00559886X^2$; [25]$Y = 0,794462 - 0,0489480X + 0,00365345X^2$;

A eficiencia de ruminação da MS, FDN, CNF, MS do pasto e do concentrado foram influenciados de maneira quadrática, com pontos de mínima iguais a 1,58; 0,69; 0,30; 0,96 e 0,63 kg/hora, quando os níveis de glicerina adicionados foram 6,48; 6,40; 7,16; 6,35 e 6,70%, respectivamente.

Os efeitos da utilização da FDN observados neste trabalho indicam que, sendo a glicerina isenta de FDN na sua composição, quando a mesma é utilizada em suplementação de animais manejados em pasto, é efetiva em manter as atividades de alimentação e ruminação, visto que não foi observado neste estudo influência em relação ao consumo de MS. Assim, infere-se que o uso de níveis semelhantes aos utilizados neste estudo não prejudicaram o consumo e a ingestão de forragem.

CONCLUSÃO

A adição de glicerina em substituição ao milho em suplementos para animais manejados em pastagem não prejudica o consumo de alimento, reduzindo o tempo de pastejo e aumentando o tempo de ócio, indicando que o glicerol atua como precursor gliconeogênico, o que aumenta a saciedade. A glicerina também melhora utilização da matéria seca e fibra em detergente neutro do pasto e do concentrado por meio da melhor eficiência em alimentação e ruminação.

REFERÊNCIAS

BAGGIO, CAROLINA; CARVALHO, PC DE F; SILVA, JL DA S; ANGHINONI, IBANOR; LOPES, MARÍLIA LAZZAROTTO TERRA; THUROW, JULIANA MULITERNO. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevémanual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavourapecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 38, n. 2, p. 215-222, 2009.

BARBOSA, N.G.S. et al. Consumo e fermentação ruminal de proteínas em função de suplementação alimentar energética e protéica em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.5, p.1558-1565, 2001 (suplemento).

BREMM, C.; ROCHA, M. G.; RESTLE, J.; PILAU, A.; MONTAGNER, D. B.; FREITAS, F. K.; MACARI, S.; ELEJALDE, D. A. G.; ROSO, D.; ROMAN, J.; GUTERRES, É P.; COSTA, V. G.; NEVES, F. P. Efeito de níveis de suplementação sobre o comportamento ingestivo de bezerras em pastagem de aveia (*Avena strigosa*

schreb.) e azevém (*Lolium multiflorum* Lam.). **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 34, n. 2, p. 387-397, // 2005.

BREMM, C.; ROCHA, M.G.; FREITAS, FK; MACARI, S.; ELEJALDE, D.A.G.; ROSO, D. Comportamento ingestivo de novilhas de corte submetidas a estratégias de suplementação em pastagens de aveia e azevém. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, n. 7, p. 1161-1167, 2008.

BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A. C.; COELHO, J. F.; AGOSTINI, P. S.; VALADARES FILHO, S. C.; CECON, P. R.; CASALI, A. D. P. Comportamento ingestivo em bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 1, p. 236-242, 2000.

CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agriculture Science**, v.67, p.211-216, 1996.

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 of Dairy Science.** v. 90, p. 5682-5691. 2007.

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. 1**:** 1-13 p. 2008.

FARIAS, M.S.; SILVA, R.R.; ZAWADZKI, F.; EIRAS, C.E.; LIMA, B.S.; PRADO, I.N. Glycerin levels for crossbred heifers supplemented in pasture: intake behavior. **Acta Scientiarum. Animal Sciences,** v. 34, n. 1, p. 63-69, 2012.

FORBES, J. M. Metabolic aspects of the regulation of voluntary food intake and appetite. **Nutrition Research Reviews,** v. 1, p. 145-168, 1988.

GARDNER, A. L. Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de de produção.Brasília: IICA/EMBRAPA/CNPGL, 1986. 197 p.HODGSON, J. Ingestive behaviour. **Herbage intake handbook,** v. 113, 1982.

GARY, L.A.; SHERRITT, G.W.; HALE, E.B. Behavior of Charolais cattle on pasture. **Journal of Animal Science,** v. 30, n. 2, p. 203-206, 1970.

HODGSON, J; JAMIESON, WS. Variations in herbage mass and digestibility, and the grazing behaviour and herbage intake of adult cattle and weaned calves. **Grass and Forage Science,** v. 36, n. 1, p. 39-48, 1981.

JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. The effects of variation in sward characteristics upon the ingestive behaviour and herbage intake of calves and lambs under a continuous stocking management. **Grass and Forage Science,** v. 34, n. 4, p. 273-282, 1979.

KEARL, L. C. **Nutrient Requirements of Ruminants in Developing Countries**. 1st. Utah, UT, USA: International Feedstuffs Institute, Utah Agricultural Experiment Station, Utah State University, 1982. 382.

KREHBIEL, C. R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science,** v. E86 (Supplement), p. 392 (Abstr.), 2008.

MARQUES, J.A.; MAGGIONI, D.; ABRAHÃO, J.J.S.; GUILHERME, E.; BEZERRA, G.A.; LUGÃO, S.M.B. Behavior of young bulls in confinement housed separately or in group. **Archivos Latinoamericanos de Producción Animal,** v. 13, n. 3, p. 97-102, 2005.

MERTENS, D. R. Regulation of Forage Intake. In: R., FAHEY J. (Ed.). **Forage Quality, Evaluation, and Utilization**. Madison, WI, USA: Amer Society of Agronomy, 1994. p.450-493.

NRC. **Nutrient Requirements of Beef Cattle**. 7th ed. Natl. Acad. Press, Washington, DC., 2000. 276.

OOI, T. L.; YONG, K. C.; HAZIMAH, A. H.; DZULKEFLY, K.; YUNUS, W. M. Z. WAN. Glycerol residue - a rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science,** v. 53, n. 1, p. 29-33, 2004.

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, n. 2, p. 653-657, 2009.

RIBEIRO JR. **Análises Estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas).** Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

SANTANA JÚNIOR, H. A., FIGUEIREDO, M. P., CARDOSO, E. O., MENDES, F. 1847 B. L., ABREU FILHO, G., PINHEIRO, A. A., LISBOA, M. M., LUZ, Y. S., VIANA, P. T. FERREIRA, A. H. C. RECH, C. L. S. Glicerina bruta na dieta de vacas lactantes mantidas em pastagem tropical: Comportamento ingestivo. *Semina*: *Ciências Agrárias*, Londrina, *v. 34*, n. 3, *p*. 1339-1352 maio/jun. 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. Viçosa, Minas Gerais, Brasil: Universdiade Federal de Viçosa, 2002. 253.

SILVA, R.R.; SILVA, F.F.; CARVALHO, G.G.P.; FRANCO, I.L.; VELOSO, C.M.; CHAVES, M.A.; BONOMO, P.; PRADO, I.N.; ALMEIDA, V.S. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de Holandês x Zebu confinadas. **Archivos de Zootecnia,** v. 54, n. 205, p. 75-85, 2005.

SNIFFEN, C. J.; O'CONNOR, J. D.; VAN SOEST, P. J.; FOX, D. G.; RUSSELL, J. B. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science,** v. 70, n. 11, p. 3562-77, 1992.

STRICKLIN, W. R.; KAUTZ-SCANAVY, C. C. The role of behavior in cattle production: A review of research. **Applied Animal Ethology,** v. 11, n. 4, p. 359-390, 2// 1984.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M.A.; REILLY, P.J. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 55, n. 17, p. 7043-7051, 2007.

WEISS, W. P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: **Cornell nutrition conference for feed manufacturers**, 61., 1999, Ithaca. Proceedings… Ithaca: Cornell University, 1999. p. 176-185. 1999.

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double-sampling method. **Agronomy Journal,** v. 36, n. 3, p. 194-203, 1944.

IV CAPITULO II

GLICERINA DE MÉDIA PUREZA SOBRE O DESEMPENHO, CONSUMO, DIGESTIBILIDADE APARENTE, CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E AVALIAÇÃO ECONÔMICA DE NOVILHAS SUPLEMENTADAS EM PASTAGEM

RESUMO – O objetivo foi estudar o efeito da inclusão de níveis de glicerina sobre o desempenho animal, consumo e digestibilidade aparente, e características de carcaça de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu. O período experimental foi de 135 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação às dietas experimentais e ao manejo. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso vivo inicial médio de 264,83±3,83 kg e 20 meses de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G0 = controle; G5 = 5%; G10 = 10% e G15 = 15% de glicerina na matéria seca. O ganho de peso médio diário e o peso final não foram influenciados (P>0,05) pela substituição do milho pela glicerina na dieta. O consumo de matéria seca, proteína bruta, fibra em detergente neutro indigestível corrigida pra cinzas e proteína, matéria orgânia e carboidratos totais foi semelhante entre os tratamentos (P>0,05). O consumo de extrato etério e de carboidratos não fibrosos reduziram (P<0,05) em função dos níveis de glicerina na dieta. A inclusão de glicerina não teve efeito (P>0,05) sobre os coeficientes de digestibilidade da MS e demais nutrientes. As características de carcaça não foram alteradas com a inclusão de glicerina às dietas. A inclusão de até 15% de glicerina na dieta total não alterou os parâmetros estudados e é economicamente viável.

Palavras-chave: Bovinos, eficiência alimentar, ganho de peso, qualidade, substituição.

GLYCERINE LEVELS ON ANIMAL PERFORMANCE, INTAKE, APPARENT DIGESTIBILITY, CARCASS TRAITS AND ECONOMIC FEASIBILITY OF HEIFERS SUPPLEMENTED AND FINISHED IN PASTURE SYSTEM

ABSTRACT – The aim was to study the effect of inclusion levels of glycerin on animal performance, intake and apparent digestibility and carcass characteristics of heifers supplemented on Brachiaria brizantha marandu. The experimental period was 135 days, the first 14 days as a period of adaptation. It was used 36 crossbred heifers with average initial weight of 264.83±3.83 kg and 20 months old. The heifers were distributed in completely randomized design with four treatments and nine replicates: control = G0, G5 = 5%; G10= 10 % and G15 = 15% glycerine in dry matter. The average daily weight gain and final body weight were not affected (P> 0.05) by the replacement of corn for glycerin in the diet. The intake of dry matter, crude protein, neutral detergent fiber corrected for ash and indigestible protein, carbohydrates and organia matter was similar between treatments (P> .05). The intake of extract etério and non-fiber carbohydrates decreased (P <0.05) according to the levels of glycerin in the diet. The inclusion of glycerol had no effect (P> 0.05) on the digestibility of DM and other nutrients. Carcass characteristics were not changed with the addition of glycerin to diets. Was not observed influence of glycerin levels on studied parameters and is economically feasible.

KEYWORDS: Cattle, feed efficience, quality, economic feasiblility, weigh gain.

INTRODUÇÃO

A grande demanda global por energia tem levado ao aumento da produção por biocombustíveis, na tentativa de substituir os combústiveis fósseis (Abdala et al., 2008). Contudo, a crescente produção de biodiesel tem gerado grandes quantidades de glicerina, principal subproduto desse processo, a uma taxa de aproximadamente 10 a 13% do volume total de biodiesel produzido (Dasari et al., 2005; Donkin et al., 2009).

Além de apresentar características organolépticas, que a tornam palatável, estimulando sua ingestão pelos bovinos (Elam et al., 2008), a glicerina é constituida por glicerol, o qual é utilizado pelos ruminantes como precursor gliconeogênico para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose (Chung et al., 2007; Donkin et al., 2009). Dessa forma, a glicerina pode ser utilizada na dieta de ruminantes como ingrediente energético e substituir alimentos como os cereais, reduzindo custos.

Alguns estudos prévios mostram que adição de glicerina à dieta de bovinos pode não influenciar a ingestão de materia seca (IMS) de bovinos (Mach et al., 2009; Gunn et al., 2011; Farias et al., 2012) ou até mesmo implicar em sua redução (Piatt et al., 2007; Parsons et al.,2009).

Da mesma forma, os efeitos da adição de glicerina à dieta de bovinos de corte têm mostrado resultados variáveis para características relacionadas ao desempenho. Em pesquisa utilizando touros da raça Holstein, recebendo 0,4 ou 12% de glicerina na MS da dieta total, Mach et al. (2009) não observaram diferença no ganho médio diário (GMD) dos animais.

Por outro lado, Parsons et al. (2009) observaram que, embora tenha ocorrido uma melhora no GMD de novilhas de corte recebendo 2,4 ou 8% de glicerina na dieta, a adição de 12 e 16% de glicerina implicou na redução no GMD dos animais. De acordo com estes autores, a adição de níveis baixos a moderados de glicerina à dieta pode melhorar o ganho de peso.

Gunn et al. (2011) comparam o desempenho de bezerros desmamados precocemente, recebendo dietas compostas por 1) silagem pré-seca (controle); 2) concentrado à base de milho (controle); 3) 30% de resíduo seco de destilaria de grãos + milho; 4) 30% de resíduo seco de destilaria de grãos + 15% de glicerina em substituição ao milho; e 5) 30% de resíduo seco de destilaria de grãos + 30% de glicerina, e

observaram que os animais recebendo as dietas 3 e 4 apresentaram maiores GMD e peso vivo final (PVF) do que os animais que receberam a dieta 5.

Contudo, Farias et al. (2012) observaram redução tanto no GMD quanto no PVF de novilhas criadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* ao adicionar glicerina nos níveis 0; 2,8; 6,1 e 9,0% na MS total da dieta. Tais resultados foram atribuídos à baixa qualidade da glicerina bruta utilizada, a qual apresentava pouco glicerol e muitas impurezas, tornando-a adtringente e pouco palatável, além de reduzir o consumo de enérgia proveniente do suplemento.

A adição de diferentes níveis de glicerina na dieta de bovinos não tem alterado características de carcaça como peso de carcaça quente, rendimento de carcaça, área do músculo *Longissimus*, marmoreio (Elam et al., 2008; Mach et al., 2009), além da gordura de cobertura, marmoreio e conformação de carcaça (Mach et al., 2009).

O objetivo foi avaliar o efeito da inclusão de glicerina na dieta de novilhas terminadas em pastagem de Brachiaria brizantha cv. Marandu e suas implicações sobre o desempenho, consumo, digestiblilidade dos nutrientes, características de carcaça, bem como sua viabilidade econômica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Princesa do Mateiro, situada no município de Ribeirão do Largo no Estado da Bahia, no período de julho a dezembro de 2010. O período experimental foi de 135 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação das novilhas às dietas experimentais e ao manejo. A área experimental foi dividida em 10 piquetes de aproximadamente 1,4 ha cada, totalizando 14 ha de pastagem formada por *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu.

Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 264,83±3,83 kg e 20 meses de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições, sendo: G0 = controle; G5 = 5%; G10 = 10% e G15 = 15% de glicerina na matéria seca da dieta. O suplemento foi fornecido em cocho de plástico sem cobertura, uma vez ao dia (10:00 horas).

A glicerina utilizada foi produzida em uma indústria extratora de biodiesel de soja (BIOPAR, Rolândia, Paraná, região sul do Brasil) e sua composição química (Tabela 1) foi determinada no Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR). A glicerina foi usada como ingrediente energético na dieta e, dessa forma, quatro dietas

isoenergéticas foram obtidas pela substituição de milho por glicerina (Tabela 2). Todas as dietas foram formuladas para serem isoproteicas (Tabela 3).

Tabela 1. Composição química da glicerina

Parametros	Resultados
Água*	232 mg/kg
Cinzas	4,76 %
Glicerol	81,20 %
Metanol	0,33 %
Sódio	11634,40 mg/kg
Potássio	79,10 mg/kg
Cloreto	35,80 mg/kg
Magnésio	16,30 mg/kg
Fósforo	239,80 mg/kg
Energia bruta	3.400 kcal

Realizado pelo Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Divisão de biocombustíveis de Curitiba, Paraná.*Karl Fischer.

Tabela 2. Composição percentual da dieta total

Ingredientes, % MS	Níveis de glicerina, % MS			
	G0[1]	G5[2]	G10[2]	G15[4]
Forragem	63,40	63,40	63,40	63,40
Farelo de soja	7,53	8,67	9,86	11,09
Milho	28,42	22,67	16,69	10,48
Glicerina	0,00	4,60	9,38	14,35
Sal mineral	0,65	0,66	0,67	0,69
Total	100,00	100,00	100,00	100,00

[1]Sem glicerina; [2]5 % glicerina; [3]10 % glicerina; [4]15% glicerina

As novilhas foram pesadas no início e no final do experimento e a cada 28 dias para avaliação do ganho médio diário de peso vivo e também para ajuste de ração. O ganho médio diário (GMD) foi determinado pela diferença entre o peso vivo inicial (PVI) e o peso vivo final (PVF), dividido pelo período experimental em dias.

O consumo de MS foi obtido pela seguinte equação: CMS (kg/dia) = {(PFx CIFZ)- IS]/ CIFR, em que: CMS = consumo de matéria seca (kg/dia); PF = produção fecal (kg/dia); CIFZ = concentração do indicador presente nas fezes (kg/kg); IS = indicador presente no suplemento (kg/dia); CIFR = concentração do indicador presente na forragem colhida como pastejo simulado (kg/kg) e CMSS = consumo de matéria seca do suplemento (kg/dia).

Tabela 3. Composição bromatológica da *Brachiaria brizanta* cv. Marandu, dos concentrados (% de MS), e disponibilidade de forragem no período.

Ingredientes	*Brachiaria brizantha*	Níveis de glicerina, % da MS			
		G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]
MS, %	35,97	81,99	83,56	85,19	86,89
PB, %	6,50	18,08	17,99	17,91	17,82
EE, %	2,20	5,12	4,30	3,45	2,57
CT, %	62,85	71,76	60,26	48,30	35,87
CNF, %	17,18	54,62	45,27	35,55	25,45
FDN, %	69,14	17,14	14,99	12,75	10,42
FDA, %	39,81	6,10	5,72	5,32	4,90
MM, %	8,15	3,27	3,73	4,20	4,69
NDT,%	59,08	79,44	79,20	78,93	78,65
D. MS, kg/há	5.064,06				
BRD, kg de MS/ha/dia	52,78				
TX, UA/há	1,73				
TA, kg MS/ha/dia	13,55				
OF, kg MS/100 kg PV/dia	8,50				

MS – Matéria seca; PB – Protéina bruta; EE – Extrato etéreo; CT – Carboidratos totais; CNF – Carboidratos não fibrosos; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; MM – Matéria mineral; NDT – Nutrientes digestiveis totais [Sniffen et al. (1992)]; D. MS – Disponibilidade de matéria seca; BRD – Biomassa residual diaria de forragem; TX – Taxa de lotação; TA – Taxa de acúmulo de matéria seca; OF – Oferta de forragem; [1]Sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina

O consumo individual de suplemento foi estimado pela utilização do indicador dióxido de titânio (TiO_2), segundo metodologia utilizada por Titgemeyer et al. (1997), administrado em dose diária de 10g por animal e misturado ao concentrado, durante 11 dias consecutivos, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), sendo os 7 primeiros dias destinados à adaptação e regulação do fluxo de excreção do indicador, e os 5 dias restantes para a coleta de fezes. Para a determinação da concentração do dióxido de titânio 0,5 g de fezes, foram submetidos ao processo de digestão ácida, por 2 horas, à temperatura de 400°C, em tubos para determinação de proteína. Após a digestão, foram adicionados 10 mL de H_2O_2 (30%) aos tubos e, na sequência, foi adicionado água destilada para completar o volume para 100 mL, e filtragem para obtenção da solução. A leitura foi efetuada em espctrofotômetro de absorção atômica, no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/ UESB.

A conversão alimentar da MS (CAMS) foi calculada em função do consumo e do desempenho animal, conforme a equação: CAMS = (IDMS/GMD), em que: IDMS = ingestão diária de matéria seca (kg MS/ dia) e GMD = ganho médio diário (kg/dia).

A pastagem foi avaliada a cada 28 dias para estimar a disponibilidade de MS, conforme metodologia descrita por Wilm et al. (1944). A taxa de lotação (TL) foi calculada com base na unidade animal (UA), sendo 450 kg de PV, para a qual foi

utilizada a seguinte fórmula: TL = (UAt)/área, em que: TL = taxa de lotação, em UA/ha; UAt = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha.

As estimativas de biomassa residual diária (BRD) de matéria seca foram realizadas nos quatro piquetes, conforme o método da dupla amostragem (Jacobson et al. 1974). Antes do corte, foi estimada visualmente a matéria seca da biomassa da amostra. Foram utilizados os valores das amostras cortadas e estimadas visualmente, quando foi jogado 40 vezes o quadrado e, posteriormente, foi calculada a biomassa de forragem expressa em kg/ha pela equação proposta por Wilm et al. (1944).

Os quatro piquetes que permaneceram vedados por 28 dias funcionaram como exclusores. O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando-se o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) de MS pelo número de dias do período. A estimativa da TAD foi realizada pela equação proposta por Campbell (1966): $TAD_J = (G_i - F_i - 1)/n$;

Em que TAD_J = a taxa de acúmulo de matéria seca diária, no período j, em kg MS/ha/dia; G_i = matéria seca final média dos quatro piquetes vazios no instante i, em kgMS/ha; F_{i-1} = matéria seca inicial média presente nos piquetes vazios no instante i-1, em kg MS/ha; n = número de dias do período j.

A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a fórmula: OF = {(BRD*área + TAD*área)/PV total}*100,

Em que OF = oferta de forragem, em kg MS/100 kg PC dia; BRD = biomassa residual total em kg/ha dia de MS; TAD = taxa de acúmulo diário, em kg MS/ha dia; PC= peso corporal dos animais, em kg/ha.

As amostras de forragem coletadas pelo método de dupla amostragem foram pesadas individualmente no campo e, desse material, foram retiradas subamostras e feita uma separação dos seus componentes estruturais: lâmina foliar (LF); colmo (C) e material morto (MM), dos quais foi obtido o peso seco individual. As amostras de forragem foram pré-secas em estufa de circulação forçada de ar a 55-65ºC, por 72hs. Após a secagem, as amostras de concentrado, forragem e fezes foram moídas em moinho tipo Willey, a 1 mm, para a realização das análises bromatológicas. Foram determinados os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE), conforme metodologia descrita por Silva e Queiroz (2002), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (CZ), segundo Van Soest et al. (1991).

Para estimar a produção fecal, foi utilizado o LIPE® (Lignina isolada, purificada e enriquecida de *Eucalyptus grandis*, UFMG, Minas Gerais) como indicador externo, sendo administrada, diariamente, uma cápsula, após o fornecimento durante sete dias, sendo os três primeiros para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e quatro dias para coleta das fezes. As fezes foram coletadas (aproximadamente 300 g) diretamente no pasto, logo após a excreção, identificadas e congeladas.

A digestibilidade aparente foi estimada a partir da produção fecal determinada pelo LIPE® e pela determinação do indicador interno, fibra em detergente neutro indigestivel (FDNi). As amostras de forragem, fezes e concentrado foram moídas em moinho tipo Willey, a 1 mm, pesadas 0,25g de cada amostra em saquinos de TNT 100 e considerando a relação de 20 mg de amostra/cm^2 e incubados no rúmen de quatro animais fistulados por 240 horas (Casali et al., 2008).

Depois de retirados do rúmen, os saquinhos foram lavados com água corrente até total clareamento e levados para estufa de ventilação forçada (60ºC), onde foram mantidos por 72 horas. Sequencialmente, estas amostras foram pesadas e levadas para estufa a 105ºC, por 16 horas. Após a pesagem, os saquinhos foram submetidos à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

O teor de carboidratos totais (CHOT) foram obtidos por diferença, conforme a equação de Sniffen et al (1992): CHOT = 100 - (% PB+ % EE+ % CZ), e os carboidratos não fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN. Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram obtidos conforme metodologia de Sniffen et al. (1992), sendo: NDT= (PBD + FDND + CNFD) + 2,25 (EED). PBD = ingestão de PB digestível; FDND = ingestão de FDN digestível; CNFD = ingestão de CNF digestível e EED = ingestão de EE digestível. As análises de dióxido de titânio foram realizadas segundo Myers et al. (2004).

O peso de carcaça quente (PCQ) foi determinado logo após o abate e antes do resfriamento das carcaças. O rendimento de carcaça quente (RCQ) foi obtido pela razão entre PCQ: peso vivo.

O comprimento de perna (CP) foi avaliado com compasso de pontas metálicas que mediam a distância do bordo anterior do osso pélvico até o ponto médio do tarso. A espessura de coxão (EC) e músculo reto (*Biceps femoris*) foi determinada com compasso com pontas metálicas, medindo-se a distância entre a face lateral e média na parte superior do coxão.

A determinação da espessura da gordura subcutânea (EG) foi efetuada na região do corte, entre a 12ª e 13ª costelas, acima do músculo Longissimus, com auxílio de um paquímetro, calculando-se a média de duas determinações por carcaça. A área de olho de lombo (AOL) foi medida no músculo *Longissimus*, retirado da meia carcaça esquerda, entre a 12ª e 13ª costelas, usando um planímetro que mede as áreas de objetos com superfície irregular.

A viabilidade econômica da substuição do milho por glicerina de média pureza foi analisada de acordo com as seguintes fórmulas:

Ct. Al. = Custo por animal no período = Consumo individual de suplemento x o número de dias do período experimental x o preço do suplemento em R$/kg;

Ct. ha = Custo por hectare = (Número de animais / pela área experimental) x o custo por animal;

Receita/An. = Receita por animal = (Ganho médio diário x número de dias do período experimental x rendimento de carcaça em percentagem) /15kg de cada @ x preço da @;

Re./ha = Receita por hectare = (Número de animais / área experimental) x receita por animal;

Re.Liq/ha = Receita líquida por hectare = (receita por hectare-custo por hectare);

RT = Relação de troca = Reais investido com o suplemento x Reais retornado em carne = (Recita por animal / custo por animal);

TMA = Rendimento mensal da atividade = ((Receita líquida por animal / custo por animal x 100) / período experimental)) x 30 dias do mês;

O preço por quilograma do concentrado foi de 0,97; 0,72; 0,64 e R$0,60 para os teores de 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8% do peso corporal.

Os dados foram analisados por meio de equações de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises do pacote do SAEG (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foi observado efeito dos níveis de glicerina sobre o peso vivo final (PVF) e sobre o ganho de peso médio diário (GMD) (P>0,05). A média PVF ficou em 341,94 (Tabela 4). No Brasil, novilhas terminadas a pasto são abatidas mais cedo que machos, com peso vivo de 310 a 390 kg (Paulino et al., 2001; Vaz et al., 2010; Visentin, 2011),

que devido à precocidade na deposição de gordura e ao acabamento de carcaça atendem às exigências do mercado brasileiro de carne neste peso.

O ganho de peso médio diário (0,571 kg) foi considerado baixo no presente estudo (Tabela 4), pois, de acordo com Paulino et al. (2001), a suplementação de novilhas a pasto, na época seca, deve proporcionar ganhos de 700 gr, enquanto que novilhas em confinamento e alimentadas *ad libitum* conseguem ganhar acima de 1,0 kg/dia em peso vivo (Abrahão et al., 2006; Macedo et al., 2007; Kazama et al., 2008). Contudo, os resultados aqui observados são condizentes ao padrão genético avaliado, no qual novilhas mestiças oriundas de cruzamentos entre animais da raça Nelore e animais sem raça definida apresentam ganho médio abaixo de 0,80 kg/dia (D´Oliveira et al., 1997; Marques et al., 2000; Prado et al., 2000).

Embora no presente trabalho o desempenho das novilhas não tenha sido influenciado pela adição de glicerina à dieta, Elam et al.(2008) observaram redução no GMD de bovinos recebendo níveis crescentes de glicerina, enquanto Parsons et al. (2009) obtiveram resposta quadrática, e Mach et al. (2009) obseraram aumento linear para a mesma variável. Por outro lado, assim como no presente estudo, Visentin (2011) não encontrou efeito da adição de 0,0; 3,3; 6,6 e 9,9% de glicerina (na MS total) sobre o desempenho de novilhas mestiças terminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Tabela 4. Efeito dos níveis de glicerina sobre o desempenho de novilhas mestiças terminadas a pasto e suplementadas com níveis crescentes de glicerina em substituição ao milho

Item	Glicerina, % MS				Média	EPM[5]	Valor de P		R^2
	G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]			L	Q	
Peso vivo inicial, kg	264,66	264,88	264,88	264,88	264,83	3,88	0,98	0,99	-
Peso vivo final, kg	339,11	343,33	343,44	341,88	341,94	5,57	0,86	0,95	-
Ganho médio, kg/dia	0,551	0,581	0,582	0,570	0,571	0,02	0,81	0,90	-

[1]Sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina

Os dados referentes ao consumo podem ser observados na Tabela 5, na qual apenas o consumo de EE foi influenciado pela adição de glicerina à dieta das novilhas. Observa-se que houve redução linear ($P<0,05$) para os consumos de extrato etéreo do concentrado e da dieta total (Tabela 5). Uma vez que não foi observado efeito da suplementação sobre o consumo de MS do pasto, a variação ocorrida no teor de EE total foi, exclusivamente, relativo ao teor de EE presente na glicerina adicionada ao concentrado. Estes resultados foram contrários aos observados por Visintin (2011) e

Farias et al. (2012), os quais observaram que houve elevação deste componente nutritivo na dieta com a adição de glicerina ao adicionar níveis crescentes de glicerina bruta à dieta de novilhas em pastagem de *Brachiaria brizantha*, o que levou ao aumento linear do consumo de EE. Contudo, a glicerina utilizada no presente trabalho apresentava menos de 1,0% de lipídios, o que torna a inclusão deste nutriente à dieta pouco expressiva, e não foi o suficiente para compensar a retirada do EE proveniente do milho. Da mesma forma, o consumo de extrato etéreo observado neste trabalho pode ser considerado baixo e, portanto, não refletiu em redução do consumo de forragem, que pode ser observado em dietas com teores acima de 6% de extrato etéreo, valor inibitório ao crescimento dos microganismos ruminais e para utilização da fibra dos alimentos, o que reduz o consumo de matéria seca e o desempenho animal (Palmiquist & Jankins, 1980).

Não foi observado efeito significativo (P>0,05) sobre o consumo dos demais nutrientes avaliados (MS, PB, FDNcp, MO, CNF e CT do concentrado, volumoso, em % do PC e total) (Tabela 5). Da mesma forma, em estudo realizado por Farias et al. (2012), os consumos de MS, MO e PB foram semelhantes entre os tratamentos com 0,0; 2,8; 6,1 e 9% de glicerina na MS da dieta de novilhas suplementadas em pastagem.

O consumo de MS determina o nível de ingestão e a quantidade de nutrientes diponíveis para manuteção e produção, influenciando diretamente o desempenho, sendo que, quando os bovinos são mantidos em pastagem, o volumoso é o principal alimento disponível a ser ingerido pelo animal. Uma vez que, tanto o consumo de MS do volumoso (3,92 kg) quanto a MS do concentrado (2,7 kg) foram semelhantes entre os tratamentos, infere-se que a adição de glicerina ao suplemento não causou efeito associativo ou substitutivo sobre consumo de forragem.

Da mesma forma, a conversão alimentar não foi influenciada (P>0,05) pelos níveis de glicerina (Tabela 5), corroborando os resultados encontrados na literatura (Farias et al., 2012; Rosa et al., 2013).

A falta de efeito sobre o consumo de matéria seca e conversão alimentar (Tabela 5) pode ter influenciado o desempenho dos animais neste estudo, visto que o aporte de nutrientes pelo consumo de matéria seca é o principal determinante da produção animal (Araújo et al., 2010).

Os consumos médios de CNF e CT do volumoso, do concentrado e total foram 0,83; 1,31 e 2,15 kg e 1,32; 1,85 e 3,13, respectivamente. De forma contrária ao presente estudo, Farias et al. (2012) observaram redução nos consumos de CNF e CT

por novilhas criadas em pastagem recebendo suplementação, na qual o milho foi parcialmente substituído por glicerina. De acordo com estes autores, a glicerina é um produto desprovido de carboidratos e com a substituição do milho, que é a principal fonte de carboidratos da dieta, pela glicerina, houve redução no teor de carboidratos na dieta. Contudo, no presente trabalho, apesar de haver a substituição do milho por glicerina, houve um aumento na inclusão de farelo de soja com o intuito de aumentar o aporte de proteína verdadeira no rúmen dos animais em terminação. Dessa forma, a redução do total de carboidratos da dieta pela redução na proporção de milho foi compensada pela adição do farelo de soja.

Tabela 5. Efeito dos níveis de glicerina sobre a ingestão de alimentos (kg/dia) e conversão alimentar (kg de material seca/kg de peso vivo) de novilhas mestiças terminadas a pasto e suplementadas com níveis crescentes de glicerina em substituição ao milho

Items	Glicerina, % MS				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]			L	Q	
MS									
Concentrado, kg	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	17,64	1,00	1,00	-
Volumoso, kg	3,83	4,02	3,93	3,91	3,92	9,01	0,36	0,86	-
Volumoso, %PC	1,27	1,33	1,30	1,30	1,30	9,75	0,82	0,49	-
Total, kg	6,40	6,59	6,50	6,48	6,49	8,66	0,85	0,58	-
Total, % PV	2,13	2,17	2,14	2,15	2,15	8,92	0,80	0,83	-
PB									
Volumoso, kg	0,25	0,26	0,26	0,25	0,26	9,01	0,77	0,38	-
Concentrado., kg	0,43	0,43	0,43	0,43	0,43	17,61	0,86	1,00	-
Total, kg	0,67	0,69	0,69	0,69	0,68	11,4	0,80	0,79	-
FDN_{cp}									
Volumoso, kg	2,23	2,35	2,29	2,28	2,29	9,02	0,79	0,35	-
Volumoso., % PV	0,74	0,78	0,76	0,76	0,76	9,67	0,83	0,45	-
Concentrado., kg	0,53	0,53	0,53	0,53	0,53	17,64	1,00	1,00	-
Total, kg	2,82	2,77	2,88	2,82	2,81	7,91	0,81	0,39	-
Total, % PV	0,92	0,95	0,93	0,93	0,93	8,43	0,81	0,57	-
MO									
Volumoso, kg	3,45	3,62	3,55	3,52	3,56	9,01	0,77	0,38	-
Concentrado., kg	2,36	2,45	2,43	2,39	2,46	17,72	0,91	0,66	-
Total, kg	5,84	6,04	5,99	5,88	5,94	8,79	0,79	0,38	-
EE									
Volumoso, kg	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	3,57	0,75	0,56	-
Concentrado, kg[6]	0,15	0,11	0,10	0,06	0,11	18,51	0,01	0,40	0,95
Total, kg[7]	0,24	0,20	0,19	0,17	0,20	10,78	0,01	0,37	0,95
CNF									
Volumoso, kg	0,81	0,85	0,83	0,83	0,83	9,01	0,77	0,38	-
Concentrado., kg	1,41	1,36	1,27	1,21	1,31	18,17	0,06	0,91	-
Total, kg	2,22	2,22	2,11	2,04	2,15	11,51	0,08	0,70	-

CT									
Volumoso., kg	1,30	1,36	1,33	1,32	1,32	9,01	0,38	0,78	-
Concentrado., kg	1,90	1,90	1,89	1,74	1,85	17,95	0,32	0,64	-
Total, kg	3,20	3,11	3,15	3,10	3,13	6,79	0,29	0,90	-
NDT, kg	3,56	3,63	3,28	3,24	3,43	14,43	0,07	0,83	
CA	6,827	7,196	7,131	6,917	7,018		0,94	0,91	-

MS – Matéria seca; PB – Proteína bruta; FDN_{cp} – Fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína; MO – Matéria orgânica; EE – Extrato etéreo; CNF – Carboidratos não fibrosos; CT – Carboidratos totais; NDT – Nutrientes digestiveis totais; CA – Conversão alimentar; [1]Sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina, [5]Erro padrão da média; Equação de regressão: [6] Y= 0,1453 - 0,0045X; [7]Y= 0,2345 - 0,0045X;

Da mesma forma, o consumo de NDT foi semelhante entre todos os tratamentos, sendo o valor médio igual a 3,43 kg. Assim como na observação feita para os consumos de carboidratos, a redução na energia bruta ocasionada pela substituição do milho por glicerina foi compensada pela adição do farelo de soja, mantendo o consumo de NDT semelhante entre as dietas, uma vez que não houve diferença no consumo de MS.

Tabela 6. Efeito dos níveis de glicerina sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes

Nutrientes	Glicerina, % MS				Média	CV[5]	Valor de P		R²
	G00[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]			L	Q	
DMS	55,63	55,17	54,64	55,09	55,14				-
DMO	57,91	57,96	56,29	57,83	57,50	4,02	0,56	0,34	-
DPB	45,42	46,85	44,17	43,20	4,91	6,80	0,26	0,10	-
DEE[6]	50,68	44,24	38,19	25,07	39,55	8,97	0,01	0,01	0,97
DFDNcp	46,57	46,67	44,28	46,33	45,96	4,17	0,28	0,14	-
DCNF	77,50	78,75	77,23	79,30	78,19	3,50	0,34	0,66	-
DCT	36,84	36,43	35,31	35,06	35,91	7,81	0,13	0,79	-

DMS - digestibilidade da matéria seca; DMO - digestibilidade da matéria orgânica; DPB – digestibilidade da proteína brutra; DEE – digestibilidade do extrato etéreo; DFDNcp –Digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; DCNF – digestibilidade dos carboidratos não fibrosos; DCT- digestibilidade dos carboidratos totais; NDT – nutrientes digestiveis totais; [1]Sem glicerina; 5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina, [5]Erro padrão da média; Equação de regressão: [6]Y=51,742-1,5995X;

Os coeficientes de digestibilidade da MS, MO, PB, FDNcp, CNF e CT não foram alterados (P>0,05) pela inclusão de glicerina à dieta (Tabela 6), sendo os valores médios observados iguais a 55,14; 57,50; 42,36; 45,96; 78,19 e 35,91%, respectivamente. Com excessão da digestibilidade dos CNF, os resultados encontrados no presente trabalho são inferiores aos relatados por Visintin (2011) e Farias et al. (2012), os quais trabalharam com níveis de substituição do milho por glicerina (0,0; 3,3;

6,6 e 9,9%; 0,0; 2,8; 6,1 e 9,0% da MS total, respectivamente) na suplementação de novilhas em pastagem de *Brachiaria brizantha*.

Por outro lado, a inclusão da glicerina na dieta reduziu (P<0,05) a digestibilidade aparente de extrato etéreo (Tabela 6), o que pode ser um reflexo da redução no consumo deste nutriente no concentrado e, portanto, na dieta total (Tabela 5), refletindo no desaparecimento e utilização do mesmo no rúmen. Estes resultados são opostos ao que tem sido observado na literatura (Visentin, 2011; Farias et al., 2012), na qual o aumento na digestibilidade do EE de dietas, nas quais a glicerina foi incluída, tem sido documentados. Contudo, deve-se levar em consideração fatores relacionados à origem e ao processo de extração do biocombustível que deu origem à glicerina utilizada na pesquisa, uma vez que estes são fatores que influenciam as características da mesma como a proporção de glicerol e contaminação por lipídios, metanol e outras impurezas. De acordo com Schroder & Sudekum (2007), dietas com mais de 10% de glicerina na MS total poderia ter um efeito maléfico sobre a ingestão de alimentos, água, e sobre a digestibilidade, o que, para Parsons et al. (2009), pode acarretar em redução no desempenho e características de carcaça de bovino.

Os dados relativos às características de carcaça estão apresentados na Tabela 7, na qual pode-se observar que, apenas a expessura de coxão, em cm, aumentou linearmente (P<0,05) com a adição de glicerina na MS da dieta. Tais resultados são contrários aos observados por Leão et al. (2013), que não encontraram diferença significativa na expessura de coxão, tanto para vacas (24,9 cm) quanto para novilhos (23,4 cm) recebendo níveis de glicerina na dieta (0; 60; 120 e 240 gr de glicerina/kg MS).

O peso e o rendimento de carcaça quente foram semelhantes (P>0,05) entres os animais dos quatro tratamentos (Tabela 7), o que, provavelmente, é um reflexo da ausência de efeitos sobre o ganho médio diário e peso final de carcaça (Tabela 4). Tais resultados estão de acordo com dados observados na literatura, na qual a glicerina foi adicionada à dieta de bovinos, independente do sexo. Mach et al. (2009) não observaram efeito da adição de glicerina (0; 4; 8; e 12% da MS) na alimentação de touros Holandeses em confinamento, tanto sobre o peso de carcaça quente (244,2±2,7 kg) quanto sobre os rendimentos de carcaça (52,6±0,51%). Da mesma forma, Leão et al. (2013) não encontraram influência da adição de 60; 120 ou 240 gr de glicerina/kg de MS, comparada à dieta sem glicerina, sobre o peso de carcaça quente em kg (279,4±28

e 231,5±29) e rendimento de carcaça em kg/100kg de peso vivo (50,4±7 e 50,7±1) de vacas e novilhos de origem leiteira.

De forma geral, o peso médio de carcaça quente, encontrado no presente estudo, igual a 176 kg, está acima do observado por Vaz et al. (2010) (168 kg) para novilhas superjovens terminadas em pastagem cultivada e recebendo suplementação. De acordo com estes autores, novilhas apresentam pesos de carcaça quente inferiores ao que geralmente é observado para machos, pois fêmeas começam a depositar gordura na carcaça mais cedo, o que diminui sua velocidade de crescimento. Por outro lado, os mesmos autores observaram rendimento de carcaça médio de 54%, 3% superior à média observada para os tratamentos do presente experimeneto (51%).

Os níveis de glicerina não inflenciaram (P>0,05) o comprimento de carcaça (121,14 cm), comprimento de perna (71,28 cm), espessura de gordura de cobertura (3,48 mm) e área do músculo *Longissimus* (52,33 cm^2) (Tabela 7).

Apesar da adição dos níveis de glicerina, o comprimento das carcaças foi semelhante entre os tratamentos, o que nos permite inferir que o desenvolvimento corporal dos animais foi semelhante e não foi influenciado pela dieta.

Tabela 7. Características de carcaça de novilhas suplementadas em pastagem com níveis de glicerina em substituição ao milho

Característica	Glicerina, % MS				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]			L	Q	
PCQ, kg	172,67	179,61	177,50	175,72	176,38	10,79	0,80	0,76	-
RC, %	50,95	52,30	51,68	51,44	51,59	4,20	0,79	0,28	-
CC, cm	119,22	127,67	120,33	117,33	121,14	8,16	0,38	0,09	-
CP, cm	70,06	72,40	71,61	71,06	71,28	4,22	0,63	0,16	-
EC, cm [6]	24,06	24,44	24,67	25,39	24,64	4,88	0,02	0,68	0,95
EG, mm	3,07	3,72	3,44	3,67	3,48	41,05	0,49	0,66	-
AOL, cm^2	51,77	51,22	52,56	53,78	52,33	7,52	0,22	0,50	-

PCQ - Peso de carcaça quente; RC - Rendimento de carcaça; CC - Comprimento carcaça; CP - Comprimento perna; EC - Espessura de coxão; EG - Espessura de gordura; AOL – Área do músculo *Longissimus;* [1]Dieta sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina; [5]Erro padrão da média. Equação de regressão: [6]Y= 24,0056+0,703704X.

O comprimento de perna está associado ao perfil de deposição de tecido na carcaça, devido à depoisção de osso, o qual é um dos principais tecidos dos membros e sustenta o corpo, e desenvolve-se durante o primeiro estágio de crescimento (Berg & Butterfield, 1976). Dessa forma, estes resultados são contrários ao observado por Leão et al. (2013) para novilhos e vacas de origem leiteira recebendo níveis de glicerina na

dieta, uma vez que não houve efeito dos tratamentos sobre características como comprimento de perna e braço.

Embora não tenha sido observada diferença significativa na EG, pode-se observar uma diferença numérica nesta característica entre os animais que receberam glicerina na dieta e os animais que receberam dieta apenas com milho. Estas observações estão de acordo com a tendência apontada por Mach et al. (2009), ao fornecer níveis de glicerina a touros Holandeses confinados. De acordo com estes autores, é esperado que, com a substituição do milho por glicerina na dieta de bovinos, ocorra a redução da razão acetato:propionato no rúmen, resultado do aumento na proporção molar de propionato, o qual é precursor de glicose. Dessa forma, espera-se que o aumento do aporte de glicose no fígado dos animais alimentados com glicerol aumente as concentrações de insulina no sangue e, consequentemente, a lipogenese. Contudo, a espessura de gordura média, das carcaças do presente trabalho, está acima de 3,0 mm, dentro do limite recomendado para avaliação de carcaças, indicando uma carne de boa qualidade para o mercado do Brasil. Espessura de gordura subcutânea abaixo de 3 mm pode resultar em encurtamento das fibras pelo frio, tornando a carne dura e, por outro lado, para valores acima de 6 mm, têm-se perdas consideráveis no momento do toalete das carcaças, diminuindo o rendimento de carcaça (Renerre & Labas, 1987).

Os dados relativos à viabilidade econômica dos níveis de substituição do milho por glicerina na suplementação das novilhas terminadas em pastagem encontram-se na Tabela 8. Para obtenção de tais dados, foram considerados panas alterações de custo de produção geradas a partir do uso da glicerina como substituto do milho, e não do sistema de criação como um todo, conforme o usual. Assim, considera-se que o produtor já possua o sistema de criação de bovinos em pastagem, e a decisão se dará em função do melhor nível de substituição do milho por glicerina no suplemento ofertado no período seco, no qual busca-se encontrar o equilíbrio entre desempenho biológico e a sustentabilidade financeira.

Os custos por anima e por hectare no período (Ct. An. e Ct. há) reduziram linearmente ($P<0,10$) com a adição de glicerina à dieta da novilhas terminadas em pastagem. Tais resultados são um reflexo da interação entre o desempenho biológico dos animais, o qual foi semelhante entre os níveis de adição de glicerina já que a ingestão de matéria seca também foi semelhante, e o custo com a alimentação (Ct. Al., R$) a qual, embora não tenha apresentado diferença significativa ($P>0,10$), reduziu numericamente, a medida que a glicerina foi adicionda ao suplemento, de forma que os

custos com a alimentação, correspodentes ao tratamentos com 5; 10 e15% de glicerina na MS, foram 9,07; 14,11 e 10,15% inferiores ao custo com a alimentação sem adição de glicerina, respectivamente. Por conseguinte, os custos por hectare apresentaram reduções de aproximadamente 7; 14 e 21% com a adição de 5; 10 e 15% de glicerina à dieta, em relação à dieta apenas com milho no suplemento.

Tabela 8. Avaliação econômica da adição de níveis de glicerina à dieta de novilhas suplementadas em pastagem de Brachiaria brizantha.

Parâmetro	Glicerina, % MS				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	0[1]	5[2]	10[3]	15[4]			L	Q	
GMD, kg	0,551	0,581	0,581	0,570	0,571	28,7	0,81	0,71	-
CMScon, kg	2,57	2,57	2,57	2,57	2,57	17,6	1,00	1,00	-
CMSvol, kg	3,83	4,02	3,93	3,91	3,92	9,0	0,77	0,38	-
CMSt, kg	6,40	6,59	6,50	6,48	6,49	8,7	0,85	0,58	-
Ct. Al, R$	13.414,0	12.196,9	11.520,3	12.052,38	12.295,9	31,5	0,42	0,50	-
Ct. An.	249,8	232,48	215,10	197,76	223,79	18,3	0,01	1,00	1,00
Ct. Há	614,9	572,3	529,5	486,8	550,9	18,3	0,01	1,00	1,00
Receita, R$	250,3	273,3	269,6	263,0	264,0	27,3	0,75	0,54	-
RCQ, %	50,9	52,3	51,7	51,4	51,6	4,2	0,79	0,28	-
Receita/há	693,3	756,7	746,5	728,2	731,2	27,3	0,75	0,54	-
Re. Liq./há	78,4	184,4	217,0	241,4	180,3	126,3	0,13	0,59	-
RT.R$/R$	1,16	1,39	1,42	1,52	1,37	31,3	0,09	0,64	-
TX. Mens.	3,54	8,68	9,38	11,48	8,27	115,3	0,09	0,64	-

GMD – Ganho médio diário; CMS – Consumo de matéria seca do conentrado, do volumoso e total; Ct. Na. - Custo por animal; Ct. há – Custo por hectare; RCQ – Rendimento de carcaça quente; Re. Liq./há – Receita liquida por hectare; RT.R$/R$ - Relação de troca em real (R$) investido por real retornado; TX. Mens.- Taxa mensal [1]Sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina;[5] Coeficiente de variação;$Y^2 = 241,411-2,1964X^2$; $Y^2 = 594,242-5,40666X^2$;

Por outro lado, as variáveis enconômicas receita por animal, por hectare, liquída, real, retornado por real investido e taxa mensal não foram influenciados (P>0,10) pela substituição do milho por glicerina na dieta das novilhas.

Apesar dos resultados apresentados, é necessário levar em consideração aspectos como preços de insumos e da arroba (@) do boi gordo no período do estudo, o qual foi realizado em uma região distante, 800 km do centro produtor de grãos mais próximo, o que aumenta os custos com frete em cerca de 15 centavos / kg de insumo.

CONCLUSÃO

A inclusão de até 15% de glicerina na matéria seca da dieta total, como fonte de energia para novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizanta*, na fase de terminação, não afeta o desempenho animal, o consumo e digestibilidade dos nutrientes, assim como não influencia os parâmetros de produtividade da carcaça, além de permitir que a gordura de cobertura da carcaça seja eficiente em manter a qualidade da mesma. Uma vez que o desempenho biológico não foi prejudicado com a adição de até 15% de glicerina na MS da dieta, torna-se economicamente viável o uso de glicerina até os níveis estudados.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da industria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, suplemento especial, p. 258-260.2008

ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A.; PEROTTO, D.; LUGÃO, S.M.B. Avaliação da substituição do milho pelo resíduo seco da extração da fécula de mandioca sobre o desempenho de novilhas mestiças em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 35, n. 2, p. 512-518, 2006.

ALMEIDA, V.V.S. **Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiça em pastagens.** 2011. 128p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. UESB, Itapetinga.

ARAUJO, D.B.;COOKE, R.F.; HANSEN, G.R.; STAPLES, C.R.; ARTHINGTON, J.D. Effects of rumen-protected polyunsaturated fatty acid supplementation on performance and physiological responses of growing cattle after transportation and feedlot entry. **Journal of Animal Science,** v. 88, n. 12, p. 4120-4132, 2010.

BERG, R. T.; BUTTERFIELD, R. M. **New concepts of cattle growth**. Sydney: Sydney University Press, 1976. 240 p.

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 preocedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, n.2, p. 335-342, 2008.

CAMPBELL, A.G. Grazed pastures parameters: I. Pasture dry matter production and availability in a stocking rate and grazing management experiment with dairy cows. **Journal of Agriculture Science**, v.67, p.211-216, 1996.

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 of Dairy Science.** v. 90, p. 5682-5691. 2007.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R.; SUPPES, G.J. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis General**. 281:225–231. 2005.

D´OLIVEIRA, P.S.; PRADO, I.N.; SANTOS, G.T.; ZEOULA, L.M.; DAMASCENO, J.C.; MARTINS, E.N.; SAKAGUTI, E.S. Efeito da substituição do farelo de soja pelo farelo de canola sobre o desempenho de novilhas nelore confinadas. **Acta Scientiarum, Animal Sciences,** v. 26, n. 3, p. 568-574. 1997.

DONKIN, S.S.; KOSER, S.L.; WHITE, H.M.;DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science.** v. 92, p. 5111-5119. 2009.

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. 1**:** 1-13 p. 2008.

FARIAS, M.S.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; SILVA, R.R.; EIRAS, C.E.; RIVAROLI, D.C.; LIMA, B.S. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. **Semina: Ciências Agrárias,** v. 33, n. 3, p. 1177-1188, 2012.

JACOBSON, N.L.; RICHARD, M.; BERGER, P.J.; KLUGE, J.P. Comparative effects of tallow, lard and soybean oil, with and without supplemental cholesterol, on growth, tissue cholesterol and other responses of calves. **The Journal of Nutrition,** v. 104, n. 5, p. 573-579, 1974.

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, p. 350-357, 2008.

LEÃO, J.P.; NEIVA, J.N.M.; RESTLE, J.; MÍSSIO, R.L.; PAULINO, P.V.R.; MIOTTO, F.R.C.; SANTANA, A.E.M.; SOUZA, L.F.; ALEXANDRINO, E. Características de carcaça e da carne de diferenes categorias de bovinos alimentados com dietas contendo glicerina bruta. **Semina: Ciências Agrárias, Londrina,** v. 34, n. 1, p. 431-444, 2013.

MACEDO, L.M.A.; PRADO, I.M.; DUCATTI, T.; PRADO, J.M.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N. Performance, carcass characteristics and chemical composition of nonpregnant or pregnant heifers finished in feedlot. **Acta Scientiarum. Animal Sciences,** v. 29, n. 4, p. 425-432, 2007.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science,** v. 87, n. 2, p. 632-638, 2009.

MARQUES, J. A.; PRADO, I.N.; ZEOULA, L.M.; ALCALDE, C.R.; NASCIMENTO, W.G. Avaliação da mandioca e seus resíduos industriais em substituição ao milho no desempenho de novilhas confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 5, p. 1528-1536, 2000.

MYERS, W. D.; LUDDEN, P. A.; NAYIGIHUGU, V.; HESS, B. W. Technical Note: A procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. **Journal of Animal Science,** v. 82, n. 1, p. 179-183, 2004.

PALMQUIST, D.L.; JENKINS, T.C. Fat in lactation rations: review. **Journal of Dairy Science,** v.63, p.1014, 1980.

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, n. 2, p. 653-657, 2009.

PYATT, A.; DOANE, P. H.; CECAVA, M. J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Sciences**, v. 85, supply1, p.530. (Abstract) 2007.

PRADO, I.N.; NASCIMENTO, W.G.D.; ZEOULA, L.M.; ALCALDE, CR; MEDRONI, S.; VINOCUR, K. Níveis de triticale em substituição ao milho no desempenho zootécnico e digestibilidade aparente de novilhas Nelore confinadas. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 29, n. 5, p. 1545-1552, 2000.

RENERRE, M.; LABAS, R. Biochemical factors influencing metmyoglobin formation in beef muscles. **Meat Science,** v. 19, n. 2, p. 151-165, 1987.

ROSA, B.L.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W.; OLIVEIRA, E.A.; PIVARO, T.M.; ANDRADE, A.T.; FERNANDES, A.R.M. Performance and carcass characteristics of Nellore young bulls fed different sources of oils, protected or not from rumen degradation. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 42, n. 2, p. 109-116, 2013.

RIBEIRO JR. **Análises Estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas).** Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

SCHRODER, A.; SUDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. **Institute of Animal Nutrition, Physiology and Metabolism**, University of Kiel, Kiel, Germany. 2007. http://regional. org.au/au/gcirc/1/241.htm Accessed Oct. 15 2013.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. Viçosa, Minas Gerais, Brasil: Universdiade Federal de Viçosa, 2002. 253.

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

TITGEMEYER, E.C.; ARMENDARIZ, C.K.; BINDEL, D.J.;GREENWOOD, R.H.; LOEST, C.A. Evaluation of titanium dioxide as a digestibility marker for cattle. **Journal of Animal Science.** v. 79, p 1059-1063. 1997.

VALADARES FILHO, S.C.; PINA, D.S. Fermentação ruminal. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. Jaboticabal: Funep, 2006, 583p.

VAN SOEST, P. J.; ROBERTSON, J. B.; LEWIS, B. A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber, and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal of Dairy Science,** v. 74, n. 10, p. 3583-3597, 1991.

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double-sampling method. **Agronomy Journal,** v. 36, n. 3, p. 194-203, 1944.

V CAPÍTULO III

COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E PERFIL LIPÍDICO DA CARNE DE NOVILHAS SUPLEMENTADAS EM PASTAGEM COM NÍVEIS DE GLICERINA DE MÉDIA PUREZA

RESUMO – O objetivo foi estudar o efeito de níveis de glicerina sobre a composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de novilhas suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*, cultivar Marandu. O período experimental foi de 135 dias, sendo os primeiros 14 dias como período de adaptação. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 264,83 ± 3,83 kg e 20 meses de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G0 = controle; G 5 = 5%; G10 = 10% e G15 = 15% de glicerina na matéria seca. A adição de glicerina na dieta não alterou a composição química (matéria seca, cinzas, proteína bruta e lipídeos totais) do músculo *Longissimus*. No entanto, as percentagens de ácidos graxos 14:0; 15:0; 18:0; 14:1; 18:1n7; 18:1n9 e 18:2n6 foram influenciados de forma quadrática (P<0,05), enquanto os níveis de 16:0; 17:0; 15:1; 18:2c9-t11 e 22:2n6 foram influenciados linearmente (P<0,05) com a adição dos níveis de glicerina. A adição dos níveis de glicerina reduziram linearmente o total de AGS (P<0,05), assim como aumentou de maneira linear o total de AGMI (P<0,05), sem, contudo, influenciar o total de AGPI e as razões entre os ácidos graxos AGPI/AGS e ômega 6/ômega 3. A adição de até 15% de glicerina à MS total da dieta não alterou o composição centesimal do *Longissimus* das novilhas e reduziu as porcentagens de ácidos graxos hipercolesterolemicos.

Palavras-chave: Ácidos graxos, glicerol, níveis, saúde humana, terminação.

MEAT CHEMICAL COMPOSITION AND LIPID PROFILE OF HEIFERS SUPPLEMENTED ON GRAZZING SYSTEM WITH MEDIUM PURITY GLICERIN LEVELS

ABSTRACT – This work was carried out to study the effect of glycerin levels on chemical composition and fatty acid profile on *Longissimus* of heifers supplemented in *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu pasture. The experimental period was 135 days been the first 14 days the adaptation period to diet. Were used 36 crossbred heifers with an average initial weight of 264,83 ± 3,83 kg and 20 months old. The heifers were distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replicates: control = G0, G5 = 5%, G10 = 10% and G15 = 15% glycerin in dry matter of diet. The chemical composition (moisture, ash, crude protein and total lipids) was similar among treatments, On the other hand, the percentages of fatty acids 14:0; 15:0; 18:0; 14:1; 18:1n7; 18:1n9 and 18:2n6 were influenced in a quadratic way (P<0,05) while the levels of 16:0; 17:0; 15:1; 18:2c9-t11 and 22:2n6 were linearly influenced (P<0,05), by glycerin levels addition. The glycerin levels addition decrease linearly the SFA (P<0,05) and increase linearly MUFA (P<0,05) but, there was no influence on PUFA end PUFA/SFA and omega 6/omega3 ratios. The glycerin adittion, until 15% of dry matter in the diet do not change the *Longissimus* composition and and decresed the hypercholesterolemic fatty acids.

KEYWORDS: Fatty acids, finish, glycerin, health, levels.

INTRODUÇÃO

A produção do biodiesel, uma fonte de energia renovável, vem ganhando destaque mundial pela preocupação com os danos causados ao meio ambiente pela queima de combustíveis fósseis. A glicerina é um coproduto da indústria do biodiesel (Abdalla et al., 2008) e cada 100 m³ de biodiesel produzidos são gerados 10 m³ de glicerina (Dasari et al., 2005), que pode ser utilizada na suplementação de ruminantes como alimento alternativo para susbtituir parte do milho no concentrado, com o propósito de reduzir os custos de produção sem alterar o consumo de alimentos e o desempenho animal.

A glicerina apresenta cerca de 80% de glicerol, um precursor gliconeogênico utilizado por ruminantes para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose (Chung et al., 2007; Donkin et al., 2009). O glicerol é absorvido diretamente pelo epitélio ruminal, metabolizado no fígado e direcionado para a gliconeogênese pela ação da enzima glicerol quinase, que o converte em glicose. Parte do glicerol pode ser fermentada a propionato no rúmen, que é metabolizado a oxaloacetato, por meio do ciclo de Krebs, no fígado, e pode ser utilizado para formar glicose pela via gliconeogênica (Krehbiel, 2008). Devido ao aumento na produção de propionato, o fornecimento de glicerina tende a reduzir a quantidade disponível de carbono e hidrogênio para produção de gás metano, melhorando a eficiência de utilização de energia pelo animal (Trabue et al., 2007).

A alteração do metabolismo nos ruminantes pode alterar as vias de conversão, deposição e localização dos diferentes tecidos dos animais. Todavia, na literatura disponível, poucas informações são encontradas sobre a composição da carne e perfil de ácidos graxos em animais suplementados com glicerina. Alguns trabalhos relatam a influência do uso de glicerina no rendimento e deposição de músculo e gordura (Elam et al., 2008) e características de carcaça e qualidade da carne (Mach et al., 2009), mas sem resultados significativos da inclusão de glicerina sobre os parâmetros avaliados.

Objetiva-se com este trabalho avaliar o efeito de quatro níveis de glicerina em substituição ao milho na suplementação de novilhas mestiças terminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu sobre a composição química e composição em ácidos graxos no músculo *Longissimus*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Princesa do Mateiro, município de Ribeirão do Largo, no Estado da Bahia, no período de julho a dezembro de 2010. O período experimental foi de 135 dias, sendo os primeiros 14 dias para adaptação das novilhas às dietas experimentais e ao manejo. A área experimental foi dividida em 10 piquetes de aproximadamente 1,4 ha cada, totalizando 14 ha de pastagem formada por *Brachiaria brizantha* cultivar Marandu.

Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso vivo inicial médio de 264,83 ± 3,83 kg e 20 meses de idade, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos e nove repetições: G0 = controle; G5 = 5%; G10 = 10% e G15 = 15% de glicerina na matéria seca total da dieta. O suplemento foi fornecido em cocho de plástico sem cobertura, uma vez ao dia (10:00 horas).

O cálculo da quantidade diária de suplemento oferecida aos animais dos tratamentos foi feito a partir do somatório das quantidades que deveriam ser fornecidas para cada animal, pois os animais foram alimentados em grupo.

A glicerina utilizada foi produzida em uma indústria extratora de biodiesel de soja (BIOPAR, Rolândia, Paraná, região sul do Brasil) e sua composição química (Tabela 1) foi determinada no Instituto de Tecnologia do Paraná (TECPAR). A glicerina foi utilizada como um ingrediente energético na dieta, para se obter quatro dietas isoenergéticas, substituindo-se, assim, parte do milho utilizado (Tabela 2). Todas as dietas foram formuladas para serem isoproteicas (Tabela 3).

Tabela 1. Composição química da glicerina

Parametros	Resultados
Água*	232 mg/kg
Cinzas	4,76 %
Glicerol	81,20 %
Metanol	0.33 %
Sódio	11634,40 mg/kg
Potassio	79,10 mg/kg
Cloreto	35,80 mg/kg
Magnésio	16,30 mg/kg
Fósforo	239,80 mg/kg
Energia bruta	3.400 kcal

Realizado pelo Instituto de Tecnologia do Paraná – TECPAR, Divisão de biocombustiveis de Curitiba, Paraná.*Karl Fischer.

Tabela 2. Composição percentual da dieta

Ingredientes, % MS	Níveis de glicerina, % MS			
	G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]
Forragem	63,40	63,56	63,56	63,56
Farelo de soja	7,53	8,64	9,81	11,04
Milho	28,42	22,57	16,62	10,43
Glicerina	0,00	4,58	9,34	14,28
Sal mineral	0,65	0,66	0,67	0,69
Total	100,00	100	100	100

[1]Sem glicerina; [2]5 % glicerina; [3]10 % glicerina; [4]15% glicerina

Tabela 3. Composição química da *Brachiaria brizanta* cv. Marandu e dos concentrados (% de MS), disponibilidade total de matéria seca, biomassa residual, taxa de lotação, taxa de acúmulo e oferta de forragem

Ingredientes	*Brachiaria brizantha*	Níveis de glicerina, % da MS			
		G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]
MS, %	35,97	81,99	83,56	85,19	86,89
PB, %	6,50	18,08	17,99	17,91	17,82
EE, %	2,20	5,12	4,30	3,45	2,57
CT, %	62,85	71,76	60,26	48,30	35,87
CNF, %	17,18	54,62	45,27	35,55	25,45
FDN, %	69,14	17,14	14,99	12,75	10,42
FDA, %	39,81	6,10	5,72	5,32	4,90
MM, %	8,15	3,27	3,73	4,20	4,69
NDT,%	59,08	79,44	79,20	78,93	78,65
D. MS, kg/há	5.064,06				
BRD, kg de MS/ha/dia	52,78				
TX, UA/há	1,73				
TA, kg MS/ha/dia	13,55				
OF, kg MS/100 kg PV/dia	8,50				

MS – Matéria seca; PB – Protéina bruta; EE – Extrato etéreo; CT – Carboidratos totais; CNF – Carboidratos não fibrosos; FDN – Fibra em detergente neutro; FDA – Fibra em detergente ácido; MM – Matéria mineral; NDT – Nutrientes digestiveis totais [Sniffen et al. (1992)]; D. MS – Disponibilidade de matéria seca; BRD – Biomassa residual diaria de forragem; TX – Taxa de lotação; TA – Taxa de acúmulo de matéria seca; OF – Oferta de forragem; [1]Sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina

Amostras da glicerina, das dietas e da forragem, para determinação da composição de ácidos graxos (Tabela 4), foram coletadas ao longo do experimento e armazenadas em sacolas plásticas previamente identificadas e congeladas à -10ºC. No início das análises laboratoriais, as amostras foram descongeladas à temperatura ambiente e secas em estufa ventilada a 65ºC, por 72 horas, e processadas em moinhos do tipo Willey, com peneira de malha 1 mm.

Os animais foram abatidos em frigorífico comercial, após repouso e jejum de 14 horas, insensibilizados por meio de concussão cerebral (pistola pneumática), seguido do abate pela secção da veia jugular. A carcaça foi serrada medialmente pelo esterno e coluna vertebral. As meias carcaças foram identificadas, levadas para câmara fria e mantidas a 2°C, durante 24 horas. Após 24 horas de resfriamento, retirou-se de cada meia carcaça uma amostra de aproximadamente 20 cm de comprimento do músculo *Longissimus* entre a 10ª e 12ª costelas. De cada corte, foi retirada a camada de gordura de cobertura e coletadas três amostras de aproximadamente 2,5 cm de espessura. As amostras foram embaladas e, posteriormente, congeladas.

Tabela 4. Perfil de ácidos graxos da glicerina, da forragem e dos concentrados utilizados

Ácido graxo	*B. brizanhta*	Glicerina	Níveis de Glicerina, % MS			
			G0[1]	G5[2]	G10[3]	G15[4]
16:0	30,25	12,24	13,18	13,99	14,34	15,38
17:0	5,59	4,97	4,48	3,34	3,68	4,29
18:0	11,77	25,77	39,13	39,03	40,49	32,11
18:1n9	22,81	51,62	39,92	41,36	39,12	45,14
18:2n6	25,60	4,06	2,07	1,62	1,50	2,47
21:0	2,87	1,33	0,70	0,24	0,34	0,25
20:5n3	20:5n3	-	-	-	-	-
22:2n6	1,11	-	0,52	0,41	0,53	0,36
22:6n3	1,09	-	-	-	-	-

[1]Sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina; 16:0 – Ácido palmítico; 17:0- Ácido margárico; 18:0 – Ácido esteárico; 18:1n9 –Ácido linoléico; 18:2n6 – Ácido linoléico; 21:0 –Ácido henicosanóico; 20:5n3- Ácido Eicosapentaenóico (EPA); 22:2n6- Ácido 13, 16 docosadienóico; 22:6n3 – Ácido docosahexaenóico (DHA).

Para determinação das percentagens de umidade, cinzas e proteína bruta, foi utilizada uma porção muscular (sem gordura subcutânea), descongelada a 4°C, durante 24 horas e, posteriormente, moídas, AOAC (Cuniff, 1998). Os lipídios totais foram determinados seguindo adaptação da metodologia de Bligh & Dyer (1959), sendo que, na extração lipídica dos concentrados e da forragem, as amostras tiveram seu teor de umidade corrigidos para 80%.

A composição em ácidos graxos foi determinada após transesterificação dos triacilglicerídeos para obtenção dos ésteres metílicos (ISO, 1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo a gás Thermo Finigan Trace, com

detector de ionização de chama (DIC). Foram programadas 4 rampas de temperatura, iniciando a 200ºC e finalizando a 240ºC. As temperaturas do injetor e detector foram de 250ºC e 280ºC, respectivamente. O fluxo do gás de arraste, o Nitrogênio, foi de 6,5 $mL.min^{-1}$. Os fluxos dos gases do detector foram de 250, 30 e 30 $mL.min^{-1}$ para os gases ar sintético, hidrogênio e nitrogênio, respectivamente. As áreas de picos foram determinadas pelo método da normalização, utilizando um software ChromQuest 4.1. A quantificação dos ácidos graxos foi realizada após a normalização das áreas. Os picos foram identificados por comparação dos tempos de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA) e após verificação do comprimento equivalente de cadeia.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, utilizando-se o pacote estatístico SAEG (2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de umidade, cinzas, proteína bruta e lipídeos totais do músculo *Longissimus* não foram influenciados pelos níveis de glicerina (P>0,05) (Tabela 5). Os níveis médios de umidade, cinzas e proteína bruta foram de 75,0; 1,20 e 22,8, respectivamente.

Tabela 5. Composição centesimal da carne de novilhas terminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* e suplementadas com níveis de glicerina em substituição ao milho

Composição centesimal	Níveis de Glicerina, %ms				Média	CV[5]	Valor P		R²
	0[1]	5[2]	10[3]	15[4]			L	Q	
UM, %	74,53	74,82	75,03	75,41	74,95	2,12	0,24	0,93	-
MM, %	1,43	1,09	1,10	1,11	1,19	45,26	0,25	0,34	-
PB, %	22,80	22,88	22,86	22,53	22,77	6,67	0,72	0,68	-
LT, %	1,24	1,21	1,00	1,08	1,13	43,14	0,35	0,72	-

UM – Umidade; MM – Matéria mineral; PB – Proteína bruta; LT – Lipídios totais;[1]Dieta sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina, [5]Coeficiente de variação.

Os teores de umidade, proteína bruta e cinzas observados estão de acordo com os encontrados na literatura (Aricetti et al., 2008; Macedo et al., 2008; Rotta et al., 2009a; Rotta et al., 2009b). Tais resultados podem ser esperados, uma vez que essas características são pouco influenciadas no *Longissimus* de bovinos por fatores como dieta, sistema de criação, sexo ou raça.

Por outro lado, apesar do teor de lipídeos totais não ter sido influenciado pela adição de glicerina à dieta, a média observada (1,13%) foi inferior ao que normalmente

encontra-se na literatura (próximo de 3 e 5%) (Aricetti et al., 2008; Macedo et al., 2008; Rotta et al., 2009a; Rotta et al., 2009b). Uma vez que a glicerina utilizada para compor o suplemento das novilhas era composta por cerca de 80% de glicerol, esperava-se maior grau de acabemento das carcaças, uma vez que o propionato originado durante a fermentação ruminal do glicerol forneceria mais glicose, a qual pode ser utilizada como fonte de carbono na deposição de gordura na carcaça. Contudo, de acordo com Owens et al. (1993), a gordura intramuscular é sempre a última a ser depositada, o que pode explicar o baixo teor de lipídeos totais encontrado na carne das novilhas que, por serem animais jovens (20 meses), apresentaram menor teor de lipídeos totais na carne, assim como foi observado por Rotta et al. (2009b).

Os dados relativos ao perfil de ácidos graxos da carne das novilhas suplementadas com diferentes níveis de glicerina podem ser observados na Tabela 6.

Dentre os ácidos graxos saturados encontrados na carne das novilhas, o único que não foi influenciado (P>0,05) pela adição de glicerina à dieta foi o ácido araquídico (20:0), o qual perfez uma média de 0,37% dos ácidos graxos totais, sendo este ácido graxo pouco representativo na carne bovina. Por outro lado, todos os outros ácidos graxos saturados encontrados foram influenciados pela adição de glicerina (P<0,05). Dentre este ácidos graxos, o mirístico (14:0) sofreu efeito quadrático (P<0,05), sendo que, com 11,74% de adição de glicerina, este ácido graxo apresentou-se em menor nível, com 2,58% do total de ácidos graxos, o que é satifatório, uma vez que este ácido graxo, juntamente com o ácido palmítico (16:0), são os principais ácidos graxos considerados hipercolesterolemicos e prejudiciais à saúde humana (Whetsell et al., 2003; Scollan et al., 2006). Da mesma forma, o ácido palmítico foi influenciado pela dieta, tendo seus níveis reduzidos linearmente (P<0,05) com a adição de glicerina ao suplemento, de modo que os animais que receberam a dieta com 15% de adição de glicerina apresentaram queda de 15% no 16:0 da carne, em relação aos animais que receberam suplemento contendo apenas milho. Deste modo, observa-se que apesar do concentrado com 15% de glicerina apresentar 16% a mais de ácido palmítico em relação ao concentrado sem glicerina (Tabela 4), houve redução deste ácido graxo saturado na carne, provavelmente em virtude do mesmo atuar como um precursor de ácidos graxos de cadeia longa, por meio da inserção consecutiva de dois átomos de carbono, dando origem a outros ácidos graxos saturados, como o esteárico (18:0), araquídico (20:0) e, assim, sucessivamente.

Neste contexto, é possível observar que, com a adição de glicerina à dieta, o ácido esterárico (18:0) apresentou comportamento quadrático, estando presente em seu nível máximo na carne (16,99%) com a adição de apenas 3,29% de glicerina na dieta. A presença deste ácido graxo na carne bovina pode estar diretamente vinculada aos ácidos graxos oriundos da dieta ou através do processo de elongação da cadeia de ácidos graxos saturado, como o ácido palmítico. Contudo, apesar de saturado, e bem representativo do quantitativo de ácidos graxos da carne bovina, o 18:0 é considerado um ácido graxo neutro em relação à saúde humana (Webb & O´Neill, 2008) e, no presente estudo, o percentual médio encontrado (16,36%) está abaixo do observado na literatura, independente de grau de sangue (Rota et al., 2009ª,b; Maggioni et al., 2009), alimentação (Fugita et al., 2012) ou sistema de terminação (Rota et al., 2009b) de bovinos confinados, ou mesmo, quando mantidos em sistema de pastagem (Aricetti et al., 2008).

Tabela 6. Perfil de ácidos graxos da carne de novilhas teminadas em pastagem de *Brachiaria brizantha* suplementadas com níveis de glicerina em substituição ao milho.

Ácidos graxos	Níveis de Glicerina, % MS				Média	CV[5]	Valor de P		R^2
	0[1]	5[2]	10[3]	15[4]			L	Q	
				Ácidos graxos saturados					
14:0[6]	3,19	2,98	2,45	2,71	2,83	9,51	0,01	0,01	0,80
15:0[7]	0,37	0,44	0,45	0,44	0,43	9,34	0,01	0,01	0,99
16:0[8]	25,31	24,92	23,31	21,29	23,71	3,56	0,01	0,01	0,93
17:0[9]	0,98	1,18	1,26	1,33	1,19	8,35	0,01	0,08	0,94
18:0[10]	17,25	17,28	16,58	14,33	16,36	5,71	0,01	0,01	0,99
20:0	0,36	0,39	0,34	0,40	0,37	14,63	0,41	0,64	-
				Ácidos graxos monoinsaturados					
14:1[11]	0,38	0,45	0,40	0,35	0,40	11,41	0,02	0,01	0,93
15:1[12]	0,20	0,20	0,16	0,17	0,18	14,41	0,01	0,25	0,68
16:1	2,73	2,56	2,59	2,71	2,65	9,87	0,91	0,97	-
17:1	0,83	1,01	1,23	1,38	1,11	8,82	0,01	0,64	-
18:1n7[13]	3,15	3,05	3,15	3,83	3,30	11,15	0,01	0,01	0,98
18:1n9[14]	40,54	41,26	41,95	46,65	42,60	2,35	0,01	0,01	0,96
				Ácidos graxos poliinsaturados					
18:2n6[15]	2,34	2,39	2,46	2,21	2,60	16,46	0,31	0,01	0,44
18:3n6	0,12	0,12	0,12	0,11	0,12	16,05	0,23	0,34	-

18:3n3	0,50	0,51	0,51	0,48	0,50	16,07	0,60	0,42	-
18:2c9t11[16]	0,20	0,17	0,16	0,13	0,17	12,10	0,01	0,52	0,92
20:4n6	1,09	0,66	1,15	1,10	1,00	20,62	0,09	0,6	-
22:2n6[17]	0,12	0,06	0,06	0,04	0,07	55,62	0,01	0,09	0,74
20:5n3	0,22	0,24	0,29	0,23	0,24	41,09	0,76	0,20	-
22:6n3	0,09	0,12	0,13	0,09	0,11	73,84	0,76	0,19	-

[1]Dieta sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina, [5]Coeficiente de variação. Equações de regressão: [6]$Y = 3,24836-0,112534X+0,00479054X^2$; [7]$Y = 0,380126+0,0147697X-0,000717514\ X^2$; [8]$Y = 25,7239-0,264479X$; [9]$Y = 1,02307+0,0216095$; [10]$Y = 17,2130+0,134013X-0,02039\ X^2$; [11]$Y = 0,389941+0,0140078-0,00110393\ X^2$; [12]$Y = 0,23270-0,00267953X$; [13]$Y = 3,17544-0,0712488X+0,00722624\ X^2$; [14]$Y = 40,7564-0,188566+0,0357384$; [15]$Y = 2,16518+0,210596X-0,0127504$; [16]$Y = 0,198044-0,0042779X$; [17]$Y = 0,100255-0,0419744X$;

O percentual do ácido graxo saturado pentadecanoico (15:0) foi influenciado de forma quadrática, sendo que, com 10,29% de glicerina, este ácido graxo apresentou seu maior nível na carne com 0,46%, enquanto o margárico (17:0) aumentou linearmente na carne das novilhas com a adição de glicerina à dieta. Estes resultados podem ser atribuídos ao processo de fermentação ruminal, pois, de acordo com Trabue et al. (2007), 80% do glicerol oriundo da glicerina é completamente metabolizado no rúmen, 24 hs após a alimentação, e é transformado, principalmente, em ácido propiônico, o qual é precursor de ácidos graxos de cadeia ímpar, através da síntese de novo (Whetsell et al., 2003).

Dentre os ácidos graxos monoinsaturados, apenas os ácidos 16:1 (palmitoleico) e 17:1 (heptadecenoico) não foram influenciados pelos níveis de glicerina na dieta ($P>0,05$), apresentando-se em média com 2,65 e 1,11% dos lipídios da carne das novilhas (Tabela 6).

Contudo, enquanto os níveis de ácido miristoleico (14:1) apresentaram comportamento quadrático ($P<0,05$), perfazendo, no máximo, 0,43% dos lipídios da carne com 6,34% de glicerina na dieta, os níveis do ácido pentadecenoico (15:1) reduziram linearmente ($P<0,05$). Estes resultados podem estar associados com a ausência destes ácidos graxos na dieta fornecida aos animais.

Os ácidos graxos monoinsaturados de cadeia longa vacênico (18:1n7) e oleico (18:1n9) foram influenciados pela adição de glicerina à dieta de forma quadrática ($P<0,05$). O ácido vacênico apresentou sua menor percentagem na carne (2,99%) com a adição de 4,94% de glicerina à dieta. O ácido vacênico é formado no processo de biohidrogenação do ácido linoleico da dieta para a formação dos isomeros do ácido

linoleico conjugado (18:2c9-t11 ou 18:2c-12 t10). Quando a biohidrogenação do ácido linoleico não é completa no rúmen, parte dos ácidos graxos *trans*-monoinsaturados, como o ácido vacênico, são absorvidas no duodeno e depositadas nos tecidos (Beorlegui, 2004). Dessa forma, observa-se que, à medida que a glicerina foi adicionada à dieta, houve um aumento na deposição deste ácido graxo nos tecidos das novilhas, provavelmente pelo aumento observado na presença do ácido linoleico (18:2n6) na dieta. De acordo com Whetsell et al.(2003), apesar de não serem conhecidos os benefícios deste ácido graxo para a saúde humana, é um ácido graxo que pode ser elongado a ácidos graxos de cadeia longa (C22 e C20), os quais são benéficos para a saúde humana, além da possibilidade da transformação do ácido *trans* vacênico em CLA pela ação da enzima delta 9-dessaturase, presente no fígado.

Da mesma forma, o ácido oleico (18:1n9) apresentou efeito quadrático ($P<0,05$), sendo o menor teor deste ácido graxo na carne (40,0%), observado com apenas 2,63% de glicerina, indicando que, quanto mais glicerina, a partir deste nível, for adicionada ao suplemento, maior será a deposição de ácido oleico na carne. Dessa forma, parte do ácido oleico depositado na carne das novilhas originou-se da dieta e o restante pode ter sido originado a partir da ação da enzima delta 9 dessaturase sobre o ácido esteárico da dieta e o depositado nos tecidos, uma vez que, de acordo com Whetsell et al. (2003), o ácido esteárico (18:0) não pode ser bem estocado nos tecidos, sendo convertido a ácido oleico, o que permite que a gordura possa ser mantida em “estado líquido” nos tecidos em função da temperatura corporal. De fato, no presente estudo, observa-se que as porcentagens do ácido esteárico e oleico foram inversamente proporcionais em função dos níveis de glicerina na dieta. Embora o 18:1n9 seja o ácido monoinsaturado não essencial mais representativo na carne bovina, com cerca de 36% do total de ácidos graxos (Rotta et al., 2009b), este ácido graxo aumenta o colesterol bom (HDL) em humanos e reduz a concentração do colesterol ruim (LDL) (Zock et al., 1994).

Dentre os ácidos graxos poli-insaturados observados na carne das novilhas, os ácidos da família ômega 3, alfa linolênico (18:3n3) e gama linolênico (18:3n6), e da família ômega 6, aracdônico (20:4n6), não foram influenciados pela adição de glicerina à dieta ($P>0,05$) (Tabela 6), com médias observadas iguais a 0,12%, 0,50% e 1,00%, respectivamente. Estes ácidos graxos são classificados como ácidos graxos essenciais por não serem sintetizados no organismo, devendo ser supridos através da alimentação (Rotta et al., 2009b), uma vez que os mesmos estão presentes nas plantas e podem ser

transformados em ácido linoleico conjugado pelas bactérias do rúmen (Whetsell et al., 2003).

Por outro lado, o ácido linoleico (18:2n6), o qual também é um ácido graxo essencial, foi influenciado de forma quadrática (P<0,05) pela inclusão dos níveis de glicerina à dieta, atingindo seu nível mais alto (3,04%) com 8,26% de glicerina (Tabela 6). Este comportamento pode ser compreendido pelo comportamento inversamente proporcional entre o ácido 18:2n6 e o vacênico (18:1n7), o qual é um intermediário na síntese de ácido linoleico conjugado (CLA) no rúmen, indicando que, durante o processo de biohidrogenação do ácido linoleico, seus intermediários *trans* monoinsaturados estariam escapando para o duodeno, onde estariam sendo absorvidos para serem depositados nos tecidos, e pela ação da enzima delta 9 dessaturase, seriam convertidos a CLA.

No entanto, observa-se que, com a adição de glicerina na dieta, o ácido linoleico conjugado (18:1c9-t11) teve suas percentagens linearmente reduzidas (P<0,05) (Tabela 6), de forma que a ação da enzima delta 9 dessaturase nos tecidos dos animais que receberam maiores níveis de glicerina pode ter sido prejudicada.

Da mesma forma, os níveis do ácido 13, 16 docosadienoico (22:2n6), reduziram linearmente (P<0,05) com a adição de glicerina à dieta. Os ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa da família ômega 6 são importantes na prevenção de doenças coronarianas, diabetes tipo 2, doenças renais, artrite reumatoide e colites (Simopoulos, 1999) e são formados a partir da elongação e dessaturação de ácidos graxos essenciais, como o 18:2n6, provenientes do óleo contido na dieta, porém, isso ocorre em baixa porcentagem nos tecidos (Cunnane, 1999 e Connor, 2000), o que pode ter limitado o aumento de seus níveis na carne das novilhas.

A inclusão de glicerina às dietas das novilhas aumentou linearmente a percentagem de ácidos graxos monoinsaturados (AGMI) na carne (P<0,05) (Tabela 6). O principal ácido graxo a compor o total de AGMI é o oleico, reponsável por cerca de 84% dos mesmos. Dessa forma, observa-se que, com a adição de glicerina à dieta, o aumento nos níveis deste ácido graxo na carne influenciou o total de ácidos graxos monoinsaturados.

Os níveis de ácidos graxos poli-insaturados não foram influenciados pelos níveis de glicerina na dieta (P>0,05) (Tabela 7). Os resultados observados para as percentagens AGPI foi 4,80% e podem ser cosiderados baixos, uma vez que as percentagens de AGPI escontram-se acima de 11% do total de ácidos graxos da carne

(Rotta et al., 2009b). O aumento de AGPI na carne de ruminantes, do ponto de vista de saúde humana, é desejável, uma vez que o mesmo está associado aos aumentos dos ácidos graxos da família ômega 3 e 6 (HMSO - Department of Health, 1994; Webb & O´Neill, 2008; Wood et al., 2008). No entanto, em trabalhos realizados com machos não castrados e terminados em confinamento (Eiras et al., 2013; Zawadzki et al., 2013), ou novilhas suplementadas em pastagem (Almeida, 2011), a adição de teores semelhantes de glicerina na alimentação teve pouco ou nenhum efeito sobre a percentagem de AGPI.

Tabela 7. Perfil de ácidos graxos na carne de novilhas suplementadas com níveis de glicerina em substituição ao milho

Ácidos graxos	Níveis de Glicerina				Média	CV[5]	Valor de P		R²
	00[1]	4,33[2]	8,66[3]	12,99[4]			L	Q	
AGS[6]	47,46	47,19	44,38	40,49	44,89	2,48	0,01	0,01	0,83
AGMI[7]	47,86	48,5	49,49	55,09	50,24	6,17	0,01	0,01	0,98
AGPI	4,68	4,25	5,88	4,39	4,80	11,55	0,60	0,06	-
n-6	3,68	3,21	4,78	3,46	3,79	13,67	0,24	0,06	-
n-3	0,81	0,87	0,93	0,80	0,85	25,03	0,43	0,78	-
AGPI:AGS	0,09	0,09	0,13	0,10	0,10	12,75	0,06	0,09	-
n-6:*n*-3	4,61	3,84	5,18	4,62	4,56	13,25	0,25	0,07	-

[1]Dieta sem glicerina; [2]5% glicerina; [3]10% glicerina; [4]15% glicerina, [5]Coeficiente de variação. AGS - Ácidos graxos saturados; AGMI - Ácidos graxos monoinsaturado; AGPI- Ácidos graxos poliinsaturados; *n-6* - Ácidos graxos *ômega 6*, *n*-3 -Ácidos graxos *ômega* 3, Razão entre ácidos graxos poliinsaturados e saturados; Razão entre ácidos graxos ômegas *6 e 3*; Equação de regressão: [6]Y= 48,3939-0,460071X; [7]Y= 46,879+0,441X.

Houve uma redução linear (P<0,05) nas percentagens de AGS com a adição dos níveis de glicerina. Os valores observados nesta variável são o resultado do somatório de todos os ácidos graxos saturados, observados no perfil lipídico, e seus principais representantes na carne bovina são os ácidos 16:0 e 18:0, os quais correspondem, em média, a 62 e 36% do total de ácido graxos saturados na carne, perfazendo 98% dos AGS. Por conseguinte, observa-se que a redução dos ácidos graxos 16:0 e 18:0, em função da adição dos níveis de glicerina, influenciaram o total de AGS do presente estudo.

Os lipídios dos ruminantes, de maneira geral, são caracterízados por apresentarem altas proporções de AGS e baixa razão entre AGPI:AGS (French et al., 2000), o que está de acordo com este estudo, que apresentou valores médios de AGS (44,89%) e relação AGPI:AGS (0,10) (P>0,05) Tabela 7. Esta razão está abaixo do valor recomendado pelo HMSO - Department of Health (1994), que é de 0,45, assim como está abaixo do observado na literatura para bovinos suplementados em pastagem

(Rota et al.,2009). Por outro lado, esta razão está próxima da observada por Almeida (2011), que encontraram média igual 0,13 para razão AGPI/AGS, ao suplementar novilhas em pastagem com níveis semelhantes de glicerina. A razão observada no presente estudo ocorreu, provavelmente, por que a adição de glicerina influenciou os níveis dos principais ácidos graxos saturados e poli-insaturados, de maneira inversamente proporcional, o que gerou a semelhança nas médias observadas.

Da mesma forma, a inclusão de diferentes níveis de glicerina às dietas das novilhas não teve efeito (P>0,05) sobre as percentagens de ácidos graxos ômega 6 (*n*-6), e ômega 3 (*n*-3), os quais apresentaram níveis médios iguais a 3,79 e 0,85%, respectivamente (Tabela 7). Estes valores estão abaixo do encontrado em pesquisas feitas com a adição de níveis de glicerina na dieta de bovinos suplementados a pasto (Almeida, 2011) ou confinados (Eiras et al., 2013). De acordo com Rotta et al. (2009b), a porcentagem de 18:3n3 na carne de animais suplementados em pastagem é quatro vezes maior que em animais terminados em confinamento. Contudo, a presença de ácido graxos da família n-3 e n-6 na dieta das novilhas foi pequena, e não variou grandemente entre as dietas, sendo os principais ácidos graxos da família n-3 (EPA e DHA), fornecidos exclusivamente pela pastagem. Assim, não havendo diferenças significativas nos consumos de pastagem e concentrado, todos os animais, independente do nível de glicerina adicionado à dieta, consumiram a mesma quantidade de ácidos graxos correspondentes às famílias n-3 e n-6, levando à semelhança no conteúdo total dos mesmos depositados na carne. Além disso, o processo de biohidrogenação dos ácidos graxos poli-insaturados, durante a fermentação ruminal, pode interferir na proporção de deposição dos mesmos na carne, em detrimento do ácido esteárico, o qual é o produto final na biohidrogenação.

Da mesma forma, inclusão de glicerina não promoveu influência na razão n-6/n-3 (P>0,05), entando o valor médio observado (4,56) neste experimento (Tabela 7) esta acima da recomendação feita pelo HMSO - Department of Health (1994) (até 4,0).

A razão n-6/n-3, observada no presente estudo, está acima do encontrado na carne de bovinos cruzados e de raças europeias, suplementados em pastagem (próximo a 2,0) (Rotta et al., 2009b), e de novilhas mestiças suplementadas em pastagem com a adição de níveis de glicerina (0,0; 3,3; 6,6 e 9,9) à dieta (1,72) (Almeida, 2011).

Os processos de ocorrência, síntese e metabolismo destas duas famílias são únicos e nenhum dos membros da família *n*-6 pode ser convertido em um membro da família n-3, e vice-versa (Garg & Clandinin, 1992). Contudo, em algumas passagens

metabólicas dos derivados de *n*-6 e *n*-3 são utilizadas as mesmas enzimas, e o excesso de *n*-6 pode levar a uma deficiência de derivados *n*-3 (Ewin, 1997).

CONCLUSÃO

A substiuição de até 15% do milho pela glicerina, como fonte de energia, não altera a composição química do músculo *Longissimus* de novilhas mestiças suplementadas em pastagem de *Brachiaria brizantha*. A inclusão de glicerina teve efeito benéfico sobre os níves dos ácidos graxos 14:0 e 16:0, considerados hipercolesterolêmicos, por reduzir os níveis de ácidos graxos saturados e aumentar os níveis de ácidos graxos monoinsaturados na carne, o que é desejável, uma vez que estes não causam problemas cardiovasculares em humanos e estão associados ao excesso de AGS, enquanto os AGMI são considerados neutros.

REFERÊNCIAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, L.C.; GODOI; A.R. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v. 37, n. SPE, p. 260-268, 2008.

ALMEIDA, V.V.S. **Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiça em pastagens.** 2011. 128p. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. UESB, Itapetinga.

AOAC. Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis**, Inc., Arlington, VA, U.S.A., 1998.

ARICETTI, J.A.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PEROTTO, D.; MOLETTA, J.L.; MATSUSHITA, M.; PRADO, I.N. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. **Asian-Australasian Journal of Animal Science,** v. 21, n. 10, p. 1441-1448, 2008.

BEORLEGUI, C.B. Cambios en el perfil de ácido grasos en productos animales en relación con la alimentación animal y humana. Importancia del ácido linoleico conjugado. Rumiantes. In: CURSO DE ESPECIALIZACION FEDNA, 20., 2004, Barcelona. **Anais**... Barcelona: Fundación Española para el Desarrollo de la Nutrición 1506 Animal, 2004. p.79. 1507

BLIGH, E. G.; DYER, W. J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology,** v. 37, n. 8, p. 911-917, Aug 1959.

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 of Dairy Science.** v. 90, p. 5682-5691. 2007.

CONNOR, W.E. Importance of n-3 fatty acids in health and disease. **American Journal Clinical Nutrition**, Bethesda, v.71, p.171-175, 2000.

CUNIFF, P.A. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16.ed. Arlington [s.n] 1998. CD-ROM.

CUNNANE, S.C. Modeling human infant requeriments for long-chain polyunsaturated fatty acids. **British Journal of Nutrition**, Wallingford, v.82, p.163-164, 1999.

DASARI, M. A.; KIATSIMKUL, P.; SUTTERLIN, W. R.; SUPPES, G. J. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General,** v. 281, n. 1–2, p. 225-231, 2005.

DONKIN, S.S.; KOSER, S.L.; WHITE, H.M.;DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science.** v. 92, p. 5111-5119. 2009.

EIRAS, C. E.; MARQUES, J. A.; PRADO, R.M.; VALERO, M. V.; BONAFÉ, E. G.; ZAWADZKI, F.; PEROTTO, D.; PRADO, I. N. Glycerin levels in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass characteristics and meat quality. **Meat science, in press**, 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.** 1**:** 1-13 p. 2008.

EWIN, J. (1997). **O lado sadio das gorduras**. Rio de Janeiro: Campus. p.162.

FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including 1588 conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered graze grass, grass 1589 silage or concentrated-based diets. **Journal of Animal Science**. v.78, p.2849 2855, 2000. 1590

FUGITA, C.A.; PRADO, I.N.; JOBIM, C.C.; ZAWADZKI, F.; VALERO, M.V.; PIRES, M.C.O.; PRADO. R.M.; FRANÇOZO, M.C. Corn silage with and without enzyme-bacteria inoculants on ferformance, carcass characteristcs and meat quality in feedlot finhished crossbres bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia,** v.41, n1., p. 154-163, 2012.

GARG, M. L., CLANDININ, M. T. α-Linolenic acid and metabolism of colesterol and long-chain fatty acids. **Nutrition**, v.8, n.3, p. 208-210. 1992.

HMSO. England Department of Health Nutritional. Aspects of cardiovascular disease. **Report on Health and Social Subjects,** v. 46, p. 37-46, 1994 1994.

KREHBIEL, 2008. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science,** v.86, p.392, (E-Suppl.2), 2008.

MACEDO, L.M.; PRADO, I.M.; PRADO, J.M.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; SOUZA, N.E.; PRADO, I.N. Chemical composition and fatty acids profile of five carcass cuts of crossbred heifers finished in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias,** v. 29, n. 3, p. 597-608, 2008.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science,** v. 87, n. 2, p. 632-638, 2009.

MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; PEROTTO, D.; ROTTA, P.P.; DUCATTI, T.; MATSUSHITA, M.; SILVA, R.R.; PRADO, I.N. Bermuda grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred young bulls finished in feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Science,** v. 22, n. 2, p. 206-215, 2009.

OWENS, F.N. et al. Factors that alter growth and development of ruminants. Journal of Animal Science, Savoy, v. 73, n. 3, p. 3138-3150. 1993.

RIBEIRO JR. **Análises Estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas).** Viçosa, MG: UFV, 2001. 301p.

ROTTA, P.P.; PRADO, I.N.; PRADO, R.M.; MOLETTA, J.L.; SILVA, R.R.; PEROTTO, D. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellore, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in a feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Science,** v. 22, n. 4, p. 598-604, 2009a.

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 Science,** v. 22, n. 12, p. 1718-1734, 2009b.

SCOLLAN, N.; HOCQUETTE, J.F.; NUERNBERG, K.; DANNENBERGER, 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.

SIMOPOULOS, A.P. Essential fatty acids in health and chronic disease. **The American Journal of Clinical Nutrition.** Bethesda. v. 70, (Suppl.). p.560-569. 1999.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M.A.; REILLY, P.J. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v. 55, n. 17, p. 7043-7051, 2007.

WEBB, E.C.; O'NEILL, H.A. The animal fat paradox and meat quality. **Meat Science,** v. 80, n. 1, p. 28-36, 2008.

WHETSELL, M.S.; RAYBURN, E.B. & LOZIER, J.D. [2003]. **Human health effects of fatty acids in beef**. Extension Service – West Virginia University, U.S. Department of Agriculture Reserch Service, and Virginia Tech. 2003. Available at: < http://www.caf.wvu.edu/~forage/humanhealth.pdf > Acessed on: October 16, 2013.

WOOD, J.D.; ENSER, M.; FISHER, A.V.; NUTE, G.R.; SHEARD, P.R.; RICHARDSON, R.I.; HUGHES, S.I.; WHITTINGTON, F.M. Fat deposition, fatty acid composition and meat quality: A review. **Meat Science,** v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

ZAWADZKI, F.; BONAFÉ, E. G.; PRADO, R. M.; VALERO, M. V.; VISENTAINER, J. E. L.; PRADO, I. N. Corn replace by glycerin and functional oils (*Anacardium acid* and *Ricinoleic acid*) as additive alternative in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass and *Longissimus dorsi* characteristics. **Meat Science,** v. in press, 2013.

ZOCK, P.L., VRIES, J.H., KATAN, M.B., 1994. Impact of myristic acid versus palmitic acid on serum lipid and lipoprotein levels in healthy women and men. **Arteriosclerosis, Thrombosis, and Vascular Biology** 14, 567-575.