

VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA

**GLICERINA BRUTA EM SUPLEMENTOS PARA NOVILHAS
MESTIÇAS EM PASTAGENS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2011

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A447g
2011

Almeida, Vitor Visintin Silva de, 1983-
Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em
pastagens / Vitor Visintin Silva de Almeida. – Viçosa, MG,
2011.
xii, 114 f. : il. ; 29cm.

Orientador: Augusto César de Queiroz.
Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.
Inclui bibliografia.

1. Bovino de corte - Nutrição. 2. Bovino de corte -
Alimentação e ração. 3. Resíduos agrícolas. 4. Suplementos
dietéticos. 5. Ruminante. 6. Pastagens. 7. Novilho.
8. Capim-braquiaria. I. Universidade Federal de Viçosa.
II. Título.

CDD 22. ed. 636.20852

VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA

**GLICERINA BRUTA EM SUPLEMENTOS PARA NOVILHAS
MISTIÇAS EM PASTAGENS**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, para obtenção do título de *Doctor Scientiae*.

APROVADA: 20 de outubro de 2011

Prof. Robério Rodrigues Silva
(Coorientador)

Prof. Fabiano Ferreira da Silva
(Coorientador)

Prof^a. Mario Fonseca Paulino

Prof. Dilermando Miranda da Fonseca

Prof. Augusto César de Queiroz
(Orientador)

A meus pais, pelo amor e paciência, pelos ensinamentos de vida, por entenderem a necessidade da distância, e por tudo que me ofereceram e por mim fazem.

A meu irmão Vinícius, que apesar da distância, sempre me apoiou, incentivando para que eu alcançasse esse objetivo.

A minha noiva Aline, pelo seu amor, companheirismo, apoio moral e compreensão em todos os momentos.

A vocês dedico este trabalho.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realizar este curso.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia por possibilitar a realização deste trabalho.

À Conselho Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

À senhora Creusa R. Silva, um agradecimento especial, por ter cedido a propriedade e suas instalações para execução do projeto.

Ao professor Augusto César de Queiroz pela orientação, confiança e amizade, sempre quando precisei.

Ao professor e grande amigo Robério Rodrigues Silva, pessoa a qual foi fundamental para realização deste trabalho, tendo participado de forma ativa desde a condução até a confecção desta Tese. Amigo verdadeiro com quem sempre contei, e tenho certeza de sempre poder contar. Serei sempre grato pela sua ajuda e principalmente pela sua amizade demonstrada durante todos esses anos de convívio.

Ao professor Fabiano Ferreira da Silva pela contribuição para o desenvolvimento deste trabalho.

Ao Prof. Mário Fonseca Paulino pelo auxílio com sugestões importantes para a conclusão deste trabalho.

À professora Cristina, agradeço pelos ensinamentos, pelo carinho e amizade.

À Aline, pela incansável ajuda em todos os momentos, pelo constante amor e compreensão.

Aos meus irmãos de república Rogério e Léo pela amizade verdadeira e o ótimo convívio, fazendo com que minha estada em Viçosa se tornasse prazerosa.

A minha querida cunha, Hellenn, por ter sempre ajudado.

À professora Juliana Simonato e seus orientados, pelas orientações e apoio nas análises.

Ao Prof. Jair de Araújo Marques, pela disposição em ajudar e apoio imprescindível na avaliação da carcaça dos animais e por disponibilizar sua equipe para este trabalho.

Aos bolsistas, estagiários e amigos Daniel, Daniel (fino), Daniele, Elisângela, Fabrício, Geroge, Hermógenes, Mateus, Paula, Ramon, pela preciosa ajuda durante a condução do experimento e pela amizade.

Aos colegas de pós-graduação, pelo convívio e pelos bons momentos no laboratório.

Ao funcionário Eron, pela ajuda na coleta de dados e condução da parte de campo.

Ao funcionário do laboratório de forragicultura José (Zé Queiroz) pela ajuda durante as análises laboratoriais.

Aos funcionários do DZO/UFV, Celeste, Márcia, Raimundo, Rosana e Venâncio pelo precioso atendimento sempre que fosse preciso.

Aos meus familiares e demais amigos que, apesar de não mencionados, colaboraram para realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

VITOR VISINTIN SILVA DE ALMEIDA, filho de João Ávila de Almeida e Maria Izabel Visintin Silva de Almeida, nasceu em Pedro Canário, ES, em 13 de julho de 1983.

Em agosto de 2006, graduou-se em Zootecnia pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Em outubro de 2006, ingressou no Curso de Mestrado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes, defendendo tese em 26 de fevereiro de 2008.

Em março de 2008, ingressou no Curso de Doutorado em Zootecnia na Universidade Federal de Viçosa, área de concentração em Nutrição e Produção de Ruminantes, defendendo tese em 20 de outubro de 2011.

SUMÁRIO

RESUMO	viii
ABSTRACT	x
INTRODUÇÃO	1
LITERATURA CITADA	5
Capítulo 1 - Comportamento ingestivo de novilhas sob pastejo recebendo glicerina bruta no suplemento no período de transição seca-águas	7
Resumo	7
Abstract	8
Introdução	9
Material e Métodos	10
Resultados e Discussão	15
Conclusões	21
Literatura Citada	22
Capítulo 2 - Comportamento ingestivo de novilhas sob pastejo recebendo glicerina bruta no suplemento no período das águas	25
Resumo	25
Abstract	26
Introdução	27
Material e Métodos	27
Resultados e Discussão	33
Conclusões	39
Literatura Citada	40
Capítulo 3 - Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens ...	44
Resumo	44
Abstract	45
Introdução	46
Material e Métodos	47
Resultados e Discussão	52
Conclusões	60
Literatura Citada	61
Capítulo 4 - Composição química e composição em ácidos graxos da carne de novilhas alimentadas com glicerina bruta na suplementação em pastagem	65

Resumo	65
Abstract	66
Introdução	67
Material e Métodos	68
Resultados e Discussão	71
Conclusão	77
Literatura Citada.....	78
Capítulo 5 - Correlação entre o consumo e a deposição de ácidos graxos em novilhas alimentadas com glicerina bruta em pastagem de <i>Brachiaria brizantha</i>.....	81
Resumo	81
Abstract	82
Introdução	83
Material e Métodos	83
Resultados e Discussão	88
Conclusão	94
Literatura Citada.....	95
Capítulo 6 - Viabilidade econômica do uso da glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens.....	98
Resumo	98
Abstract	99
Introdução	100
Material e Métodos	101
Resultados e Discussão	106
Conclusões	111
Literatura Citada.....	112

RESUMO

ALMEIDA, Vitor Visintin Silva de Almeida, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, outubro de 2011. **Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens.** Orientador: Augusto César de Querioz.

Objetivou-se avaliar o efeito da utilização da glicerina bruta no suplemento de novilhas criadas em pastagens, sobre consumo, digestibilidade e o desempenho; verificar a composição química e em ácidos graxos da carne de novilhas criadas em pasto; investigar correlações entre o consumo e a deposição de ácidos graxos na carcaça de novilhas criadas em pasto; avaliar o comportamento ingestivo no período de transição seca-águas e águas; verificar as respostas econômicas da inclusão de glicerina bruta na dieta. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, Holandês x Zebu, com peso inicial médio de 301,5 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições por tratamento. Os animais foram mantidos em sistema de produção em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em lotação rotativa, durante o período de transição seca-águas e águas. Os tratamentos testados foram 0,0, 3,33, 6,66 e 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho, fornecidos a um nível de 0,7% PC. Os consumos de MS e dos nutrientes das dietas experimentais não foram influenciados pela inclusão de glicerina bruta, com exceção dos consumos de EE e CNF. Os coeficientes de digestibilidade da MS e dos nutrientes das dietas experimentais não foram influenciados pela inclusão de glicerina bruta, exceto do EE. A glicerina bruta não afetou o desempenho dos animais, os quais apresentaram valor médio de 649 g/dia. A espessura de gordura na carcaça apresentou efeito linear crescente com a adição de glicerina na dieta. As concentrações de umidade, cinzas e proteína do músculo *Longissimus dorsi* não apresentaram diferença com a inclusão da glicerina. O teor de gordura total da carne foi aumentado com a adição de glicerina na dieta. A deposição na carne dos ácidos graxos margárico (17:00), 8-heptadecenóico (17:01), vacênico (18:1n-7t) e CLA (18:2-c9-t11) aumentou, enquanto a de pentadecenóico (15:01) diminuiu com a inclusão de glicerina na dieta. Os demais ácidos graxos não foram alterados pela adição da glicerina. Os teores totais de ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos n-6, ácidos graxos n-3, razão AGPI:AGS e n-6:n-3 não foram influenciados. O consumo do ácido oléico (18:1n9) correlacionou-se com a deposição dos ácidos 12:0, 14:1, 15:0 e 17:0 de forma moderada positiva e

negativamente com ácido 15:1. A deposição do ácido graxo 18:1n7t correlacionou-se moderadamente com praticamente todos os ácidos presentes na dieta exceto 14:0, 16:0, 16:1, 17:0 e AGS. De forma diferente o 18:2n6 correlacionou-se apenas com 16:0, 16:1, AGS e a AGPI/AGS. O 18:2c9t11 (CLA) apresentou correlação moderada com quase todos os ácidos graxos presente na dieta. Sendo que a correlação foi negativa para os ácidos 14:0, 15:0, 18:3n3, 20:1, 20:1n9, AGPI, AGPI/AGS e n3. A inclusão de glicerina bruta diminui os tempos de pastejo e cocho, e aumentou o tempo em ócio dos animais no período de transição seca-águas. A ruminação foi influenciada de forma quadrática. A alimentação (minutos/kg de MS e FDN) foi reduzida, enquanto a ruminação (minutos/kg de MS e FDN) apresentou efeito quadrático com a inclusão de glicerina. As variáveis tempo gasto para cada bolo ruminado, números mastigações por bolo e por dia não foram influenciadas. O número de bolos por dia apresentou efeito quadrático. Os números de períodos de pastejo, ócio, ruminação e cocho não foram influenciados pela inclusão de glicerina bruta, apresentando valores médios de 15,1, 24,9 e 13,3 e 3,71 períodos por dia, respectivamente. A eficiência de alimentação e ruminação (kg /hora de MS e FDN) aumentaram com a inclusão da glicerina bruta na dieta. A inclusão de glicerina bruta promove melhoria na eficiência de alimentação e ruminação de novilhas em pastejo. No período das águas a tempo gasto com alimentação (minutos/kg de MS e FDN) não foi afetadas, enquanto a ruminação (minutos/kg de MS e FDN) foi reduzida com a inclusão de glicerina. As variáveis números de bolos por dia e mastigações por dia apresentaram efeito linear com os níveis de inclusão. O tempo gasto para cada bolo ruminado e o número de mastigações por bolo não foi influenciado. A ingestão de MS e FDN (g/refeição) apresentou efeito quadrático e a eficiência de alimentação expressa por kg de MS e FDN por hora não foi influenciada pela inclusão de glicerina na dieta. As eficiências de ruminação foi melhorada com a adição de glicerina. A inclusão de glicerina bruta nas dietas afeta alguns parâmetros do comportamento ingestivo de novilhas em pastagens. A produção de carne não foi alterada com a inclusão de glicerina na dieta. A inclusão de glicerina provocou redução de até 14,93% no preço do concentrado. Houve aumento significativo no saldo total que passou de 3,76 para 91,89 Reais/ha com a inclusão de glicerina. A inclusão de glicerina bruta no suplemento foi capaz de elevar o valor presente líquido e a taxa interna de retorno, mostrando ser uma alternativa para baratear o custo de produção de animais suplementados a pasto.

ABSTRACT

ALMEIDA, Vitor Visintin Silva de, D.Sc., Universidade Federal de Viçosa, October, 2011. **Crude glycerin supplements for crossbred heifers on pasture.** Adviser: Augusto César de Queiroz.

The objective was to evaluate the effect of the use of crude glycerin supplementation in heifers reared on pasture on intake, digestibility and performance, check the chemical composition and fatty acids in beef heifers raised on pasture, to investigate correlations between consumption and deposition fatty acids in the carcass of calves raised on pasture; evaluate the ingestive behavior in the transition period dry-water and water, check the economic responses to the inclusion of crude glycerin in the diet. 36 heifers were used crossbred Holstein x Zebu, with initial average weight of 301.5 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replicates per treatment. The animals were kept in pasture production system in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in rotational stocking during the dry period of transition waters and waters. The treatments tested were 0.0, 3.33, 6.66 and 9.99% crude glycerin inclusion in the total dry matter in replacement of corn, provided a level of 0.7% PC. The intakes of DM and nutrients of the experimental diets were not influenced by the inclusion of crude glycerin, except for the consumption of EE and NFC. The digestibility of DM and nutrients of the experimental diets were not influenced by the inclusion of crude glycerin. The crude glycerin did not affect animal performance, which showed a mean value of 649 g/day. The thickness of fat in the carcass showed increased linearly with the addition of glycerin in the diet. The concentrations of moisture, ash and protein the *Longissimus dorsi* showed no difference with the addition of glycerin. The total fat content of meat was increased with the addition of glycerin in the diet. The deposition of fatty acids in meat Daisy (17:00), 8-heptadecenóico (17:01), vacênico (18:1 n-7t) and CLA (18:2 c9-t11-) increased, while the pentadecenóico (15 : 01) decreased with the inclusion of glycerol in the diet. The other fatty acids were not altered by the addition of glycerin. The total content of saturated fatty acids (SFA), unsaturated (UFA), monounsaturated (MUFA), polyunsaturated (PUFA), n-6 fatty acids, fatty acids n-3 PUFA ratio: SFA and n-6: n-3 were not affected. The consumption of oleic acid (18:1 n9) correlated with the deposition of acids 12:0, 14:1, 15:0 and 17:0 moderately positively and negatively with

acid 15:1. The deposition of the fatty acid 18:1 n7t moderately correlated with almost all the acids in the diet except 14:0, 16:0, 16:1, 17:0 and SFA. Differently than the 18:2 n6 was correlated only with 16:0, 16:1, SFA and PUFA/SFA. The c9t11 18:2 (CLA) showed moderate correlation with almost all fatty acids in the diet. Since the correlation was negative for acids 14:0, 15:0, 18:3 n3, 20:1, 20:1 n9, PUFA, PUFA/SFA and n3. The inclusion of crude glycerin decreases the time of grazing and trough, and increased leisure time animals in the transition period dry water. Rumination was influenced quadratically. The power (min/kg DM and NDF) was reduced, while ruminating (min / kg DM and NDF) had a quadratic effect with the addition of glycerin. The variables of time spent for each ruminated cake, cake and numbers chews per day were not affected. The number of cakes per day showed a quadratic effect. The numbers of grazing periods, leisure, rumination and troughs were not influenced by the inclusion of crude glycerin, with mean values of 15.1, 24.9 and 13.3 and 3.71 times per day, respectively. The efficiency of feeding and rumination (kg / hour of DM and NDF) increased with the inclusion of crude glycerin in the diet. The inclusion of crude glycerin promotes improvement in the efficiency of feeding and rumination in grazing heifers. In the period of time spent on water supply (minutes/kg DM and NDF) was not affected, while ruminating (min/kg DM and NDF) was reduced with the addition of glycerin. The variable number of cakes per day and chews per day had a linear effect with the levels of inclusion. The time taken for each cake ruminated and the number of chews per bolus was not influenced. Intake of DM and NDF (g /meal) had a quadratic effect and efficiency of power expressed per kg DM and NDF per hour was not influenced by inclusion of glycerol in the diet. The efficiencies of rumination was improved with the addition of glycerin. The inclusion of crude glycerin in diets affects some parameters of the feeding behavior of heifers on pasture. Meat production was not modified by the inclusion of glycerol in the diet. The inclusion of glycerol caused a reduction of up to 14.93% in the price of the concentrate. A significant increase in the total balance which increased from 3.76 to 91.89 reais / ha with the addition of glycerin. The inclusion of crude glycerin in the supplement was able to raise the net present value and internal rate of return, proving to be an alternative to lower the production cost of supplemented animals on pasture.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de suplementação de bovinos em pastejo constituem opção viável para os pecuaristas, pois além de não exigirem atividade agrícola para a produção de volumosos, como os confinamentos, permitem melhorias significativas nos índices de produtividade do rebanho e de condições de manejo das pastagens (Paulino et al., 2001).

Em geral, plantas forrageiras podem produzir grandes quantidades de matéria seca digestível por área no período de maior crescimento, embora apresentem desequilíbrio de nutrientes ao longo do ano (Reis et al., 2004). Essas distorções necessitam ser corrigidas, sem que o consumo da forragem seja comprometido. A suplementação múltipla estratégica, ao corrigir as distorções qualitativas da forragem consumida pelo animal, constitui alternativa tecnológica efetiva e importante na otimização dos nutrientes fornecidos pela dieta basal (Euclides & Medeiros, 2005).

O aumento do custo da ração exerce pressão significativa sobre a rentabilidade dos sistemas que utilizam a suplementação de bovinos em pastagens para a produção de carne. Assim, a busca por alternativas que promovam a sustentabilidade da unidade de produção, definidas, principalmente, pelas questões ambientais, econômicas e sociais, tornam-se alvos das atuais pesquisas.

Atualmente, vários resíduos estão sendo testados na alimentação animal, e quando utilizados em substituição a ingredientes da ração permitem reduzir o custo de produção.

Com a recente perspectiva de esgotamento das reservas de fontes energéticas de origem fóssil, o uso da biomassa como insumo energético, ganha espaço na discussão sobre o desenvolvimento de uma matriz energética mundial mais sustentável. Pesquisas apontam a utilização de combustíveis derivados da biomassa agrícola, tais como o etanol e biodiesel, como alternativa promissora e com participação crescente na matriz energética mundial.

O aumento de produção de biodiesel pode ser economicamente viabilizado, se forem encontradas novas aplicações para os subprodutos gerados, como a glicerina bruta, pois as 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).

HILL et al. (2006) destacaram que os biocombustíveis para serem viáveis, devem fornecer benefícios ambientais, serem economicamente competitivos e ainda serem produzidos em larga escala, sem comprometer a produção de alimentos. O tipo de óleo para produção do biodiesel pode ser obtido de vegetais, gorduras animais e resíduos domésticos, de restaurante industrial e de rede de “fast food”. Na área vegetal, as principais fontes de óleo são: soja, girassol, amendoim, canola, palma, algodão e mamona. Na área animal, o sebo de boi, a gordura de frango e dos suínos são as principais fontes de óleo para produção do biodiesel.

Segundo a AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO (2010), em 2009, a produção de biodiesel no Brasil foi de aproximadamente 1,6 bilhão de litros, com a geração de 160 milhões de litros de glicerina bruta como subproduto. A glicerina bruta, quando purificada, pode ser usada na produção de tabacos, na indústria alimentícia, em bebidas e para produção de cosméticos (PERES et al., 2005). No entanto, são necessários processos complexos e de alto custo para que essa matéria-prima alcance as exigências em nível de pureza necessárias para estes fins (DINIZ, 2005), visto que a glicerina bruta apresenta impurezas, como água, catalisador (alcalino ou ácido), impurezas provindas dos reagentes, ácidos graxos, ésteres, etanol ou metanol, propanodiol, monoéteres e oligômeros de glicerina.

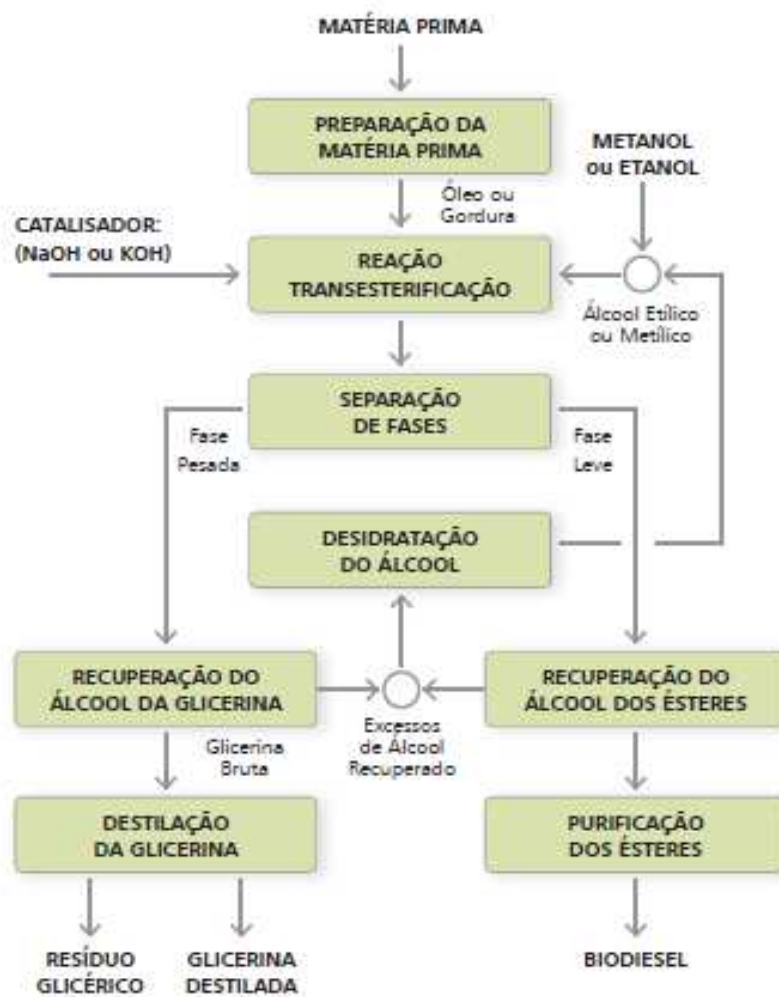
No Brasil tem ocorrido grande variação na composição deste produto, encontrando-se glicerinas brutas com 40 ou 80% de glicerol. A glicerina bruta que contém 40% de glicerol possui como principal impureza ácidos graxos não convertidos em biodiesel.

Moreira & Carvalho (2009) esclarecem que o termo glicerina é utilizado para compostos com 95% ou mais de glicerol em sua composição, mas a glicerina bruta obtida no processamento do biodiesel é composta por menos de 95% de glicerol. Outros autores (Rivaldi, et al., 2007) citam que dependendo da tecnologia empregada na recuperação dos reagentes utilizados na reação de transesterificação a glicerina bruta pode apresentar níveis de até 60% de glicerol em sua composição. Este fato, aliado ao grande volume estocado, torna o seu valor comercial baixo, entre R\$ 0,20 a R\$ 0,40/kg.

No processo industrial de produção do biodiesel é utilizada uma quantidade de álcool em excesso para a ocorrência da reação. Ao final do processo ocorre separação entre a fase dos ésteres de ácidos graxos, que constitui o biodiesel, e a fase aquosa, que consiste da glicerina bruta, contendo o excesso de álcool não reagido, assim como água

e outras impurezas (Figura 1). Parte deste álcool que não reagem é recuperado ao final do processo e reutilizado, havendo ainda sobra de resíduo de álcool na glicerina bruta. O resultado dessa reação química é a obtenção do biodiesel e tendo como subproduto a glicerina bruta, com teores de glicerol variando de 80 a 95% (RAMOS et al., 2000).

Figura 1 – Processo de produção do biodiesel (SEBRAE, 2007)



Há evidências de que a glicerina bruta pode se constituir em um ingrediente energético com potencial para substituir parte do milho nas dietas de bovinos em crescimento e em terminação. Entretanto, existem dúvidas quanto ao nível mais adequado a ser usado.

A glicerina bruta poderia ser incluída em dietas de ruminantes como um ingrediente energético e substituir outros ingredientes utilizados na alimentação como os cereais, e tendo como consequência, uma redução nos custos com a alimentação.

Em 1953, Johns reportou que a adição de glicerol ao conteúdo ruminal, resultou em formação de ácido propiônico. A maior parte do propionato produzido é removido do sangue portal pelo fígado, sendo a rota metabólica usual, o ciclo de Krebs, onde o succinil-CoA após reações bioquímicas, origina o oxaloacetato que pode ser utilizado para formar glicose pela via gliconeogênica (Valadares Filho & Pina, 2006).

O glicerol também pode ser absorvido diretamente pelo epitélio ruminal, sendo convertido em glicose no fígado. A enzima glicerol quinase converte glicerol e ATP a glicerol-3-fosfato e ADP ao nível de triose fosfato, direcionando o glicerol para a gliconeogênese (Krehbiel, 2008). Assim, a glicerina apresenta potencial para aplicação como substrato gliconeogênico para ruminantes. Trabue et al. (2007) sugeriram que 80% do glicerol é metabolizado no rúmen após 24 horas, e por ser fermentado principalmente a propionato, resulta no decréscimo da relação acetato:propionato no rúmen. Segundo Krehbiel (2008) além do aumento na produção de propionato há também produção de butirato no rúmen devido à inclusão de glicerol na dieta dos ruminantes.

Diante da escassez de estudos que avaliem a utilização da glicerina bruta no suplemento de novilhas criadas em pastagens, torna-se importante e necessário avaliar qual o nível de substituição do milho por glicerina bruta na dieta e seus efeitos nutricionais e nas características de carcaça, bem como sua viabilidade econômica.

LITERATURA CITADA

- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Disponível em: <http://www.anp.gov.br>. Acesso em 28 de julho de 2011.
- DINIZ, G. De coadjuvante a protagonista: glicerina bruta obtida na produção de biodiesel pode ter muitas aplicações. **Ciência Hoje On-line**, Rio de Janeiro, 2005. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br?controlpanel/materia/view/3973>. Acesso em 05 de março de 2011.
- EUCLIDES, V.P.B.; MEDEIROS, S.R. Suplementação animal em pastagens e seu impacto na utilização da pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 22, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: FEALQ, 2005, p.33-70.
- 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 Pesquisa Tecnológica, 2006. p. 14-19.
- HILL, J.; TILMAN, D.; POLASKY, S.; TIFFANY, D. Environmental, economic, and energetic costs and benefits of biodiesel and ethanol biofuels. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America. Vol: 103, Issue:30, pages 11206 – 11210. July, 2006.
- JOHNS, A.T. Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. **New Zealand Journal of Science Technology**, v.35, p.262-269, 1953.
- KREHBIEL, 2008. Ruminant and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl.2), 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, p.632-638, 2009.
- 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>. Acesso em: 13/06/2011.
- PAULINO, M.F.; DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Suplementos múltiplos para recria e engorda de bovinos em pastagens. IN: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2, 2001, Viçosa. **Anais...** Viçosa: SIMCORTE, 2001. p.187-233.
- PERES, J. R. R.; FREITAS JUNIOR, E.; GAZZONI, D. L. Biocombustíveis. Uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista de política agrícola**, Brasília, v. 1, p. 31-41, 2005.
- RAMOS, L. P. (2000). Aproveitamento integral de resíduos agrícolas e agroindustriais. Disponível em: http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/biodiesel/combustivel. Acesso em 13 de junho de 2010.
- REIS, R.A.; BARTIPAGLIA, L.M.A.; FREITAS, D. de. et al. Suplementação protéicoenergética e mineral em sistemas de produção de gado de corte nas águas e nas secas. IN: SIMPÓSIO SOBRE BOVINOCULTURA DE CORTE, 5, 2004,

Piracicaba. **Anais...**Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários “Luiz de Queiroz”, 2004. p.171-226.

RIVALDI, J. D.; SARROUB, B.F.; FIORILO, R. et al. Glicerol de biodiesel. **Biotecnologia Ciência de Desenvolvimento**. n.37, p.45-51, 2007.

ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C. et al. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Current Microbiology**, v.25, p.197-201, 1992.

SEBRAE- Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. [2007] **Manual SEBRAE**. (2007) http://www.biodiesel.gov.br/docs/Cartilha_Sebrae.pdf
Acessado em: 08/07/2011.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, v.55, p.7043-7051, 2007.

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.

Comportamento ingestivo de novilhas sob pastejo recebendo glicerina bruta no suplemento no período de transição seca-águas

Resumo – Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta sobre o comportamento ingestivo de novilhas mestiças suplementadas a pasto. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 301,5 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições por tratamento. Os animais foram mantidos em sistema de produção a pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em lotação rotativa. Os tratamentos testados foram 0,0, 3,33, 6,66 e 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho. A inclusão de glicerina bruta diminuiu os tempos de pastejo e cocho, e aumentou o tempo em ócio. A ruminação foi influenciada de forma quadrática. A alimentação (minutos/kg de MS e FDN) foi reduzida, enquanto a ruminação (minutos/kg de MS e FDN) apresentou efeito quadrático com a inclusão de glicerina. As variáveis tempo gasto para cada bolo ruminado, números mastigações por bolo e por dia não foram influenciadas. O número de bolos por dia apresentou efeito quadrático. Os números de períodos de pastejo, ócio, ruminação e cocho não foram influenciados pela inclusão de glicerina bruta, apresentando valores médios de 15,1, 24,9 e 13,3 e 3,71 períodos por dia, respectivamente. A eficiência de alimentação e ruminação (kg /hora de MS e FDN) aumentaram com a inclusão da glicerina bruta na dieta. A inclusão de glicerina bruta promove melhoria na eficiência de alimentação e ruminação de novilhas em pastejo.

Palavras-chave: eficiência de alimentação, eficiência de ruminação, ingestão, mastigação

Ingestive behavior of grazing heifers receiving crude glycerin supplementation during the dry-water transition

Abstract - The objective of this study was to evaluate the effect of inclusion of crude glycerin on the ingestive behavior of crossbred heifers supplemented on pasture. 36 crossbred heifers were used, with initial average weight of 301.5 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replicates per treatment. The animals were kept in pasture production system of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in rotational stocking. The treatments tested were 0.0, 3.33, 6.66 and 9.99% crude glycerin inclusion in the total dry matter in replacement of corn. The inclusion of crude glycerin decreases the time of grazing and trough, and increased leisure time. Rumination was influenced quadratically. The power (min/kg DM and NDF) was reduced, while ruminating (min/kg DM and NDF) had a quadratic effect with the addition of glycerin. The variables of time spent for each ruminated cake, cake and numbers chews per day were not affected. The number of cakes per day showed a quadratic effect. The numbers of grazing periods, leisure, rumination and troughs were not influenced by the inclusion of crude glycerin, with mean values of 15.1, 24.9 and 13.3 and 3.71 times per day, respectively. The efficiency of feeding and rumination (kg/hour of DM and NDF) increased with the inclusion of crude glycerin in the diet. The inclusion of crude glycerin promotes improvement in the efficiency of feeding and rumination in grazing heifers.

Keywords: power efficiency, efficiency of rumination, eating, chewing

Introdução

O sistema de produção de bovinos é propenso a variações no decorrer do ano, principalmente no período seco, devido as oscilações que ocorrem na quantidade e qualidade da forragem ofertada. O uso de suplementação estratégica pode contornar o problema causado com a redução na qualidade da forragem, por contribuir para aumentar o consumo de matéria seca potencialmente digestível e a digestibilidade da forragem disponível, resultando em melhor desempenho produtivo dos animais.

Os principais efeitos da suplementação são observados no consumo e na digestibilidade da forragem, como resultado de alterações no ambiente ruminal e na população microbiana, os quais afetam os fatores determinantes da digestão ruminal, o fluxo da digesta através do rúmen e a disponibilidade de nutrientes para absorção no intestino (Ospina et al., 2003).

A ingestão de matéria seca potencialmente digestível (MSpd) exerce papel importante no desempenho dos animais, já que é responsável pelo ingresso de nutrientes para atender às exigências nutricionais.

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, desde 1º julho de 2009, um acordo estabelecido pelo Conselho Nacional de Política Energética (CNPE), o óleo diesel comercializado em todo Brasil, deverá conter obrigatoriamente, 4% de biodiesel. Com isso, está havendo um aumento na produção de biodiesel, conseqüentemente de glicerina bruta, pois esta representa aproximadamente 10% do peso do óleo ou gordura utilizados para produção de biodiesel (Dasari et al., 2005). Portanto sendo considerada uma excelente fonte alternativa para ser utilizada na composição de suplementos para animais criados em pasto.

O fornecimento de concentrado geralmente altera o comportamento ingestivo (tempos de pastejo, ruminação e ócio) de animais em pastejo (Krysl & Hess, 1993). Animais sob suplementação percorrem diariamente maiores distâncias e escolhem melhor a forragem, portanto, são mais seletivos em comparação a animais mantidos exclusivamente em pastagem (Adams, 1985).

Segundo Silva et al. (2010) os resultados encontrados na literatura, referentes às alterações provocadas pela suplementação à pasto sobre o comportamento ingestivo dos ruminantes são controversos.

Assim objetivou-se com este estudo avaliar o comportamento ingestivo de novilhas mestiças em pastagem de *Brachiaria brizantha* sob suplementação com níveis de glicerina no concentrado no período de transição seca-águas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Princesa do Mateiro, Ribeirão do Largo, BA. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 301,5 kg e 11 meses de idade. O período experimental foi de 84 dias sendo 14 deles destinados a adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais. Os animais foram mantidos em sistema de produção a pasto, em pastejo rotacionado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú em área de 14 ha, divididos em oito piquetes de mesma área.

Os tratamentos testados foram: G0 = 0,0% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G3,33 = 3,33% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G6,66 = 6,66% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G9,99 = 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) para serem isoprotéicas e isoenergéticas, fornecidas diariamente às 10 horas (Tabela 1), na relação volumoso:concentrado de 60:40%.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos com base na matéria natural

Ingredientes (%)	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0,0	3,33	6,66	9,99
Milho grão	90,7	78,8	66,5	55,0
Farelo de Soja	2,9	5,0	7,2	9,3
Glicerina	0,0	9,7	19,6	28,9
Uréia	2,9	2,9	2,9	3,0
Mineral ¹	1,5	1,5	1,6	1,6
Calcário	1,4	1,4	1,3	1,3
Fosfato	0,6	0,7	0,9	1,0

¹ Composição percentual: Cloreto de sódio (NaCl), 47,15; Fosfato bicálcico, 50; Sulfato de zinco, 1,5; Sulfato de cobre, 0,75; Sulfato de cobalto, 0,05; Iodato de potássio, 0,05; Sulfato de magnésio, 0,5

O pasto foi avaliado a cada 28 dias, para estimar a disponibilidade de MS (Figura 1), retirando 12 amostras colhidas ao nível do solo com um quadrado de 0,25 m² conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Foram utilizados oito piquetes,

diferidos no início de maio. 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, em um sentido pré-estabelecido de forma aleatória.

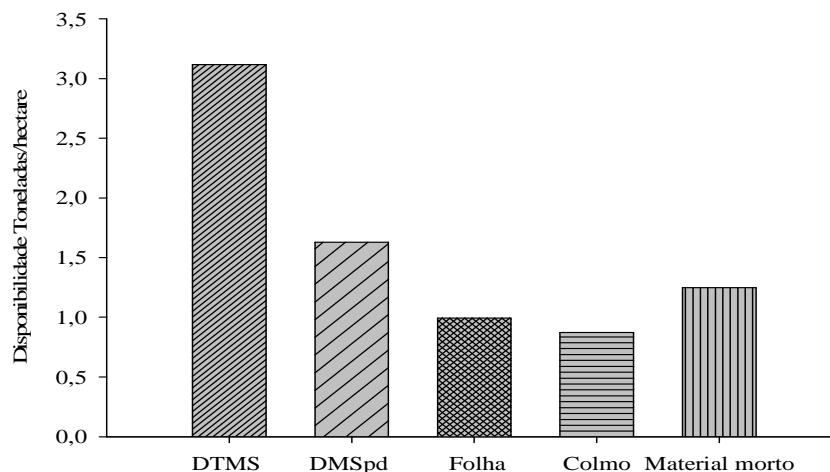


Figura 1 - Disponibilidade total de matéria seca (DTMS), matéria seca potencialmente digestível (MSpd), folha, colmo e material morto da *Brachiária brizantha*

Antes da retirada das amostras, foi estimada visualmente a matéria seca da biomassa da amostra. Utilizando-se os valores das amostras cortadas e estimadas visualmente quando foi jogado 50 vezes o quadrado e posteriormente foi calculada a biomassa de forragem expressa em kg/ha pela equação proposta por Gardner (1986).

Foi utilizada a técnica do triplo emparelhamento (Moraes et al., 1990) para estudar o acúmulo de biomassa no tempo, com os quatro piquetes que permaneciam vedados por 28 dias funcionando como exclusores. O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando-se o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) pelo número de dias do período.

A estimativa da TAD de MS foi realizada através da equação proposta por Campbell (1966):

$$TAD_j = (G_i - F_{i-1})/n$$

em que: TAD_j = 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 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 estimativa da matéria seca potencialmente digestível (MSpd) do pasto, foi realizada conforme descrito por Paulino et al. (2006):

$$\text{MSpd} = 0,98 (100 - \% \text{FDN}) + (\% \text{FDN} - \% \text{FDNi})$$

Para estimar a produção fecal utilizou-se o óxido crômico como indicador externo, fornecido diariamente às 9 horas em dose única de 10 gramas acondicionada em papelote durante 12 dias com sete dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para coleta das fezes.

As fezes foram colhidas uma vez ao dia, durante cinco dias, no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria a -10 °C. As amostras de fezes foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica para dosagem de cromo. A excreção fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico, sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecida e sua concentração nas fezes, , segundo a equação:

$$EF = (CrFornecido / CrFezes) \times 100$$

onde: *CrFornecido* – quantidade de cromo fornecida (g) e *CrFezes* – concentração do indicador nas fezes (%).

O consumo de MS de concentrado foi estimado com a utilização do indicador dióxido de titânio, o qual foi fornecido na quantidade de 10 g por animal, misturado ao concentrado, durante doze dias, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o oxido crômico, através da equação:

$$CMSS = (EF \times TiOFezes) \div TiOSuplemento$$

onde: *TiOFezes* e *TiOSuplemento* – referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

A determinação da concentração de titânio foi feita por meio de digestão ácida, com ácido sulfúrico, a 400 °C, seguida da adição de água oxigenada 30%, transferência para balão volumétrico, completando o volume para 100 mL e filtragem para obtenção da solução. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro de absorção atômica, no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV.

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi utilizado o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido após incubação ruminal por 240 horas (Casali, 2006), de 0,5 g de amostras de alimentos, sobras e fezes, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT) gramatura 100 (100 g.m²), 5 x 5 cm. O

material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

O consumo de MS de volumoso foi calculado da seguinte forma:

$$CMS (kg/dia) = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIV} + CMSS$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia), obtida utilizando-se a óxido crômico, CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg) e CIV = concentração do indicador no volumoso (kg/kg).

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 & Queiroz (2002). O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado deduzindo-se o teor de cinzas do valor de matéria seca.

Tabela 2 – Composição química da *Brachiaria brizantha*, concentrados e das dietas totais

Ingrediente (%)	Brachiaria brizantha	Inclusão de glicerina (% MS)			
		0	3,33	6,66	9,99
Matéria seca	27,94	92,3	93,2	93	92,15
Proteína bruta	7,78	17,68	17,94	18,3	18,55
Extrato etéreo	2,15	2,53	5,36	8,62	11,08
Carboidratos totais	80,54	74,84	71,41	67,29	63,94
Carboidratos não fibrosos	22,09	63,82	62,51	60,50	57,74
FDNcp	62,92	11,02	8,9	6,79	6,2
FDA	33,45	4,72	4,63	4,57	3,65
Cinzas	9,37	4,95	5,29	5,79	6,43
NDT ¹	64,89	84,60	88,37	92,61	95,19
<i>Dieta total</i>					
Proteína bruta		12,17	12,25	12,23	12,5
Extrato etéreo		2,28	3,27	4,42	5,28
Carboidratos totais		79,51	78,52	77,36	76,34
Carboidratos não fibrosos		39,57	38,87	37,38	37,59
FDNcp		39,94	39,65	39,98	38,75
FDA		23,31	22,74	22,46	21,78
Cinzas		6,04	5,96	5,99	5,88
NDT ¹		72,94	74,35	75,73	77,20

¹ Estimado segundo NRC (2000)

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 Hall (2003), 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, pela seguinte equação:

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

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

As observações referentes ao comportamento animal foram realizadas de forma visual, durante dois períodos de 24 horas, a intervalos de 5 minutos. As variáveis comportamentais observadas e registradas foram: ócio, ruminação, pastejo e cocho, sendo que os tempos de alimentação e ruminação ainda foram calculados em função do consumo de MS e FDN (min/kg MS ou FDN).

Foram realizadas a contagem do número de mastigações meréricas e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, 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 (Burger et al., 2000). Para obtenção do número de bolos diários, procedeu-se à divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo, descrito anteriormente.

A discretização das séries temporais foi feita diretamente nas planilhas de coleta de dados, com a contagem dos períodos discretos de alimentação, ruminação e ócio. A duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela divisão dos tempos diários de cada uma das atividades pelo número de períodos discretos, conforme descrito por Silva et al. (2006).

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).

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.

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (SAEG, 2000). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t em nível de 5% de probabilidade, e de determinação (r^2), e com o fenômeno biológico estudado.

Resultados e Discussão

Os dados referentes aos consumos de MS e FDN, os tempos despendidos nas atividades comportamentais estão apresentados na Tabela 3. A inclusão de glicerina bruta na dieta não alterou ($P>0,05$) os consumos de MS e FDN, os quais apresentaram valores médios de 7,68 e 3,03 kg, respectivamente.

O tempo de pastejo apresentou redução ($P<0,05$) de 507,2 a 432,2 minutos, com a inclusão de glicerina. Apesar da pequena redução (75 minutos), esse comportamento mostra que os animais recebendo o tratamento controle utilizavam mais tempo pastejando para ingerir a mesma quantidade de MS do que os animais que recebiam glicerina. No período de transição seca-águas a pastagem encontra-se com reduzida disponibilidade de folhas e elevadas quantidades de colmo e material morto, como foi observado nesta pesquisa (Figura 1), nessa situação os animais tendem a gastar mais tempo pastejando, na busca de partes das plantas mais digestíveis, para suprir sua demanda energética.

Tabela 3 – Consumo de MS (CMS) e FDN (CFDN) e tempos despendidos nas atividades de pastejo, ruminação, ócio e cocho de novilhas recebendo suplementos com níveis de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r ²
	0,0	3,33	6,66	9,99			
	Consumo (kg/dia)						
CMS	7,48	7,35	8,16	7,71	□ = 7,68	10,6	-
CFDN	3,04	2,82	3,26	3,02	□ = 3,03	12,5	-
	Minutos/dia						
Pastejo	507,2	512,5	428,0	432,2	$\hat{Y} = 516,417 - 9,29263x$	8,3	0,75
Ócio	533,8	510,2	621,3	683,3	$\hat{Y} = 503,306 + 16,8001x$	9,5	0,82
Ruminação	358,8	375,5	365,5	304,4	$\hat{Y} = 357,667 + 12,3123x - 1,75351x^2$	11,3	0,99
Cocho	42,5	44,1	26,9	22,7	$\hat{Y} = 45,5556 - 2,2939x$	36,7	0,85
	Minutos/kg MS						
Alimentação	73,9	76,9	56,0	59,4	$\hat{Y} = 76,2655 - 1,93084x$	13,4	0,64
Ruminação	47,9	52,1	45,0	39,9	$\hat{Y} = 48,5785 + 1,15369x - 0,208918x^2$	15,3	0,89
	Minutos/kg FDN						
Alimentação	182,8	202,5	140,1	151,8	$\hat{Y} = 192,626 - 4,66179x$	15,1	0,49
Ruminação	118,0	137,3	112,9	102,0	$\hat{Y} = 120,925 + 4,61023x - 0,67958x^2$	17,0	0,75

A regulação do consumo é complexa e inclui limitações físicas, controle fisiológico e fatores psicogênicos. Os fatores fisiológicos incluem controle da fome e saciedade pela região hipotalâmica do cérebro (Doughterty & Collins, 2003).

A glicerina bruta utilizada neste experimento é composta aproximadamente de 80% de glicerol, sendo um substrato gliconeogênico, e que é metabolizado a propionato no rúmen (Trabue et al. 2007). Segundo Benson et al., (2002) o propionato é provavelmente o primeiro a sinalizar o término das refeições porque seu fluxo para o fígado aumenta muito durante as refeições, aumentando a produção de ATP devido à sua utilização para produção de glicose, o que sinaliza a saciedade. Esse fato mostra que os animais que recebiam glicerina bruta apresentavam saciedade momentânea, causada pelo rápido aporte de energia, elevando o tempo em ócio dos animais, o que foi compensado com um pastejo mais intenso, no qual os animais foram capazes de aumentar a massa de forragem por bocado no momento do pastejo (Tabela 4), mantendo a mesma ingestão de MS.

O tempo de cocho apresentaram efeito linear ($P < 0,05$) decrescente com a inclusão de glicerina na dieta. Esse comportamento pode ser justificado devido a glicerina bruta apresentar-se de forma muito viscosa, e que quando misturada a ração facilita a apreensão e a deglutição do suplemento, proporcionando menor tempo para ingerir a mesma quantidade de concentrado.

O tempo de ruminação apresentou padrão de resposta quadrática ($P < 0,01$) com estimativa de valor máximo de 379,29 minutos para o nível de 3,51% de inclusão de glicerina. Com a inclusão de glicerina no concentrado ocorreu pequena redução nos teores de FDN da ração (Tabela 2), já que a glicerina, isenta de fibra, foi adicionada em substituição ao milho. Sendo assim níveis mais elevados de glicerina provocam pequenas reduções no tempo de ruminação, uma vez que o teor de FDN possui correlação positiva com o tempo despendido nesta atividade.

A inclusão da glicerina bruta aumentou ($P < 0,05$) o tempo em ócio, o que pode ser explicado pela natureza exclusiva de cada uma das atividades, isto é, um animal não pode estar engajado em mais de uma atividade ao mesmo tempo, o que poderia gerar competição entre as atividades ingestivas na distribuição do tempo pelo animal (Fischer et al. 1998). Esse comportamento está em consonância com o comportamento apresentado pelas variáveis pastejo e cocho.

Os tempos de alimentação (pastejo + cocho) em minutos por kg de MS e FDN apresentaram efeito linear decrescente ($P < 0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta, mostrando, assim, que com a inclusão de glicerina os animais utilizavam menos tempo para ingerir a mesma quantidade de MS ou FDN. Essa redução deve-se em grande parte ao tempo de cocho o qual sofreu redução de 53% com a inclusão de glicerina na dieta.

A inclusão de glicerina influenciou de forma quadrática ($P < 0,05$) o tempo de ruminação em minutos por kg de MS e FDN, os quais apresentaram ponto de máxima em 2,76 e 3,39% de inclusão de glicerina bruta, respectivamente. Verificando assim que níveis mais baixos de glicerina no concentrado provem maiores tempos de ruminação por kg de MS ou FDN, já que nessas rações os teores de FDN são mais elevados.

Como a glicerina é constituída basicamente de glicerol (80%) e não possui nenhum constituinte fibroso, tal característica contribui para a redução do tempo gasto em alimentação e ruminação. Portanto, a mudança na composição da dieta e a menor necessidade de mastigação nas dietas com glicerina resultaram em menor tempo despendido (min/dia) nas atividades de alimentação e ruminação, conseqüentemente, nas taxas de alimentação e ruminação em min/kg de MS e FDN.

A massa de bocado é a variável de maior relevância no comportamento ingestivo de animais em pastejo, e explica a maior porcentagem da variação no consumo diário de forragem, uma vez que a taxa de bocado e o tempo de pastejo têm papel secundário (Chacon & Stobbs, 1976). A massa de bocado aumentou ($P < 0,05$) e a taxa de bocado

diminui ($P < 0,05$), com a inclusão de glicerina na dieta (Tabela 4), pois, em geral, quando a taxa de bocado diminui, aumenta a massa de bocado, em virtude dos maiores tempos de mastigação (Galli et al., 1996), o que permitiu manter a taxa de consumo de forragem quando ocorrem variações no pasto.

Tabela 4 – Médias de massa de bocado em g/bocado de MS (MasBOC), taxa de bocado (n° bocados/seg) (TxBOC), número de bocados por deglutido (NumBOC), tempo por deglutido (TempBOC) e número de bocados por dia (BOCDIA) de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r^2
	0,0	3,33	6,66	9,99			
TxBOC (n° /seg)	0,82	0,73	0,69	0,62	$\hat{Y} = 0,809751 - 0,0192228x$	23,4	0,97
MasBOC (g MS)	0,21	0,23	0,32	0,36	$\hat{Y} = 0,192673 + 0,0165122x$	26,3	0,96
NumBOC (n°)	41,63	45,18	34,56	37,87	$\hat{Y} = 39,81$	22,6	-
TemBOC (seg)	51,11	59,98	49,78	60,80	$\hat{Y} = 55,42$	9,5	-
BOCDIA (n°)	25103	21948	18201	15603	$\hat{Y} = 25056,9 - 967,069x$	20,7	0,99

As variáveis número de bocados (NumBOC) e o tempo gasto (TemBOC) por deglutido não foram influenciadas ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta, apresentando valores médios de 39,81 bocados e 55,42 segundos, respectivamente. A redução no número de bocados por dia (BOCDIA) com a inclusão de glicerina na dieta, provavelmente ocorreu em virtude da redução no tempo de pastejo, já que não houve diferença entre o NumBOC (39,81) e TemBOC (55,42), o que contribuiu para obtenção de maiores números de bocados por dia.

As variáveis tempo gasto para cada bolo ruminado, números mastigações por bolo e por dia não foram influenciadas ($P < 0,05$) com os níveis de inclusão (Tabela 5). O número de bolos por dia apresentou efeito quadrático ($P > 0,05$).

Tabela 5 – Quantidade de bolos ruminados/dia (Bolos/dia), tempo gasto/bolo (Tempo/bolo), número de mastigações/bolo ruminado (MBR) e número de mastigações/dia de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Atividade	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r^2
	0,0	3,33	6,66	9,99			
Bolos/dia	461,9	458,9	450,8	350,4	$\hat{Y} = 457,625 + 11,619x - 2,1930x^2$	17,1	0,96
Tempo/bolo (seg)	47,3	50,7	49,1	52,6	$\square = 49,9$	11,6	-
Mastigações/bolo	44,5	53,1	49,3	50,5	$\square = 49,3$	11,7	-
Mastigações/dia	20272	22857	20354	18766	$\square = 20562$	13,2	-

O número de bolos ruminados por dia foi influenciado de forma quadrática ($P < 0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta, o qual apresentou valor máximo de 473

bolos/dia ao nível de 2,65 % de glicerina bruta. Esse comportamento pode ser justificado possivelmente pela redução nos teores de fibra dieta com a inclusão de glicerina, o que reduz a necessidade de formação de bolos para serem remastigados. Uma vez formado os bolos ruminais, estes apresentaram o mesmo tempo ($P>0,05$) para serem ruminados, com valores médios de 49,9 segundos cada.

O número de mastigações por bolo e por dia não foram alterados ($P<0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta, os quais apresentaram valores estimados de 49,35 e 20.562 mastigações respectivamente. O número de mastigações por bolo obtidos nesta pesquisa foi semelhante as 43 mastigações observadas por Silva et al. (2005) utilizando suplementação ao nível de 0,75% PC, em novilhas mestiças em pasto.

Os dados referentes aos números de períodos e o tempo gasto em cada período das atividades comportamentais estão apresentados na Tabela 6. Os números de períodos de pastejo, ócio, ruminação e cocho não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina bruta, apresentando valores médios de 15,1, 24,9, 13,3 e 3,71 períodos por dia, respectivamente. Os tempos gastos por períodos de ócio e ruminação também não foram influenciados pela inclusão de glicerina na dieta ($P>0,05$), com valores médios de 23,9 e 27,3 minutos por período. Pereira et al. (2005), fornecendo diferentes suplementos ao nível de 0,75 % do PC não relataram efeito sobre o tempo de duração dos períodos de ruminação e encontraram valor médio de 27,56 min.

Tabela 6 – Valores médios do número de períodos de pastejo (NPP), ruminação (NPR), ócio (NPO) e cocho (NPC), juntamente com o tempo de duração (minutos) dos períodos de pastejo (TPP), ruminação (TPR), ócio (TPO) e cocho de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r ²
	0,0	3,33	6,66	9,99			
NPP	15,56	15,44	12,67	16,78	$\square = 15,1$	16,72	-
NPO	23,06	27,28	22,56	26,94	$\square = 24,9$	10,49	-
NPR	12,44	14,67	12,94	13,22	$\square = 13,3$	11,35	-
NPC	3,50	4,39	3,78	3,17	$\square = 3,71$	24,08	-
TPP (min)	35,28	33,74	32,84	28,00	$\hat{Y} = 35,8868 - 0,684381x$	19,23	0,87
TPO (min)	23,39	19,09	27,23	26,18	$\square = 23,9$	13,16	-
TPR (min)	29,07	26,34	28,72	25,19	$\square = 27,3$	16,44	-
TPC (min)	10,25	8,20	7,14	6,51	$\hat{Y} = 9,86680 - 0,368337x$	18,92	0,94

Os tempos médios dos períodos de pastejo e cocho apresentaram redução linear ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina. Esse comportamento era esperado, uma vez que houve redução nos tempos gastos nas atividades de pastejo e cocho com a inclusão de

glicerina, o que não alterou no número de períodos, refletindo assim nos tempos gastos por período.

A ingestão de MS e FDN (g/refeição) não foi afetada ($P>0,05$) com a inclusão de glicerina bruta (Tabela 7), os quais apresentaram valores médios de 420,6 e 166,7 g/refeição, o que já era esperado uma vez que os animais não apresentaram diferenças nas quantidades de refeições (pastejo e cocho), com média de 18,71 refeições, e no consumo de MS e FDN com a inclusão da glicerina.

Tabela 7 – Ingestão de MS e FDN (gramas/refeição), eficiência de alimentação e ruminação (kg MS e FDN/hora) e ruminação (kg de MS e FDN/bolo) de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r ²
	0,0	3,33	6,66	9,99			
Ingestão							
g MS/refeição	400,8	359,0	516,8	405,7	$\bar{x} = 420,6$	18,7	-
g FDN/refeição	162,8	138,3	206,4	159,1	$\bar{x} = 166,7$	20,0	-
Eficiência de alimentação							
kg MS/hora	0,828	0,797	1,091	1,035	$\hat{Y} = 0,801339 + 0,027,4522x$	11,9	0,65
kg FDN/hora	0,336	0,306	0,435	0,405	$\hat{Y} = 0,320516 + 0,0101176x$	12,7	0,53
Eficiência de ruminação							
kg MS/hora	1,236	1,277	1,365	1,599	$\hat{Y} = 1,19297 + 0,0354097x$	16,9	0,97
kg FDN/hora	0,489	0,512	0,546	0,627	$\hat{Y} = 0,476506 + 0,0135016x$	18,3	0,91
Ruminação							
g de MS/bolo	16,27	17,73	18,62	23,23	$\hat{Y} = 15,6964 + 0,654063x$	19,7	0,88
g de FDN/bolo	6,46	6,80	7,47	8,74	$\hat{Y} = 6,24033 + 0,225283x$	20,8	0,93

A eficiência de alimentação e ruminação (kg MS e FDN/hora) aumentaram ($P<0,05$) com a inclusão da glicerina bruta na dieta. A ingestão de MS/hora passou de 0,828 kg na dieta controle para 1,035 kg nos animais que recebiam o nível de 9,99% de inclusão, aumento de 27 g para cada unidade percentual de glicerina bruta adicionado na ração. Esses resultados são semelhantes a 1,293 kg MS/hora, encontrados por Miranda et al. (1999), trabalhando com novilhas leiteiras recebendo dietas a base de cana-de-açúcar.

Segundo Welch et al. (1982), a eficiência da ruminação é importante no controle da utilização de alimentos de baixa digestibilidade, pois o animal pode ruminar maiores quantidades de alimentos desse tipo de alimento, durante as 8 ou 9 horas comuns de ruminação, proporcionando maior consumo de alimentos e melhor desempenho produtivo.

A eficiência de ruminação foi aumentada com a adição de glicerina bruta, a qual apresentou valores de 1,236 e 1,599 kg FDN para cada hora ruminada, respectivamente

para os animais que recebiam a dieta controle e 9,99% de inclusão. A possível melhora na eficiência de ruminação encontrada neste trabalho pode estar relacionada a redução nos teores de FDN da dieta, levando o animal a ser mais eficiente no uso da fibra por unidade de tempo. Esse resultado era esperado, já que segundo Dulphy et al. (1980), a eficiência de ruminação em kg por hora pode ser aumentada para dietas de baixo teor de fibra, em virtude da maior facilidade em reduzir o tamanho das partículas oriundas de materiais fibrosos.

O aumento na eficiência de alimentação e ruminação, em kg MS ou FDN, com a inclusão de glicerina na dieta demonstra que mesmo sendo esta isenta de FDN em sua composição, quando utilizada na suplementação de animais em pasto, esta é efetiva em manter as atividades de alimentação e ruminação. Esse fato é importante para redução nas variações no ambiente ruminal, principalmente em animais em que se busca elevada produção, nos quais geralmente se recorre a grandes quantidades de suplementos. Sendo assim níveis de 9,99% de glicerina na dieta podem ser utilizados para melhoria nas eficiências de alimentação e ruminação, de novilhas criadas em pasto.

A quantidade de MS/bolo aumentou ($P < 0,05$) a medida que se incluía a glicerina bruta, passando de 16,27 a 23,23 g nos níveis de 0 e 9,99%. Tanto para os valores de MS como para FDN, isso reflete o comportamento observado para o número de bolos ruminados (Tabela 4), os quais aumentaram a medida que incluía glicerina bruta, já que o consumo tanto de MS como de FDN não foi alterado.

Conclusões

A inclusão de glicerina bruta nas dietas reduz os tempos gastos nas atividades de pastejo e cocho, e eleva o tempo despendido na atividade de ócio. Além de promover melhoria na eficiência de alimentação e ruminação de novilhas em pastejo.

A adição de glicerina reduz a taxa de bocado e aumenta a massa por bocado de novilhas suplementadas no período de transição seca-águas.

Literatura Citada

- ADAMS, D.C. Effect of time of supplementation on performance, forage intake and grazing behavior of yearling beef grazing Russian roildrygrass in the fall. **Journal of Animal Science**, v.61, n.4, p.1037-1042, 1985.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S. et al. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.215-222, 2009.
- BENSON, J.A.; REYNOLDS, C.K.; AIKMAN, P.C. et al. Effects of abomasal vegetable oil infusion on splanchnic nutrient metabolism in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.85, n.7, p.1804-1814, 2002.
- BURGER, P.J. PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo de 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.
- CASALI, A.O. *Procedimentos metodológicos in situ na avaliação do teor de compostos indigestíveis em alimentos e fezes de bovinos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 47p. dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- CHACON, E.; STOBBS, T.H. Influence of progressive defoliation of a grass sward on the eating behavior of cattle. **Australian Journal of Agriculture Research**, v.7, n.3, p.709-727, 1976.
- DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis General**, v.281, p.225-231, 2005.
- DOUGHTERTY, C.T.; COLLINS, M. Forage utilization. In: BARNES, R.F.; MILLER, D.A.; NELSON, C.J. (Eds). **Forages: an introduction to grassland agriculture forages an introduction to glassland agriculture**. 6.ed. Ames: Iowa State University Press, p.391-414, 2003.
- DULPHY, J.P., REMOND, B., THERIEZ, M. 1980. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. (Eds). *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Lancaster: MTP. p.103-122.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DESPRES, L. et al. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.362-369, 1988.
- GALLI, J.R.; CANGIANO, C.A.; FERNÁNDEZ, H.H. Comportamiento ingestivo y consumo de bovinos en pastoreo. **Revista Argentina de Producción Animal**, v.16, n.2, p.119-142, 1996.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL, 1986. 197p.

- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*. v.81, p. 3226–3232, 2003.
- HODGSON, J. Ingestive behavior. In: LEAVER, J.D. (Ed.) **Herbage intake handbook**. Hurley: British Grassland Society, 1982. p.113.
- JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.34, p.273-281, 1979.
- KRYSL, L.J.; HESS, B.W. Influence of supplementation on behavior of grazing cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, p.2546- 2555, 1993.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.
- MIRANDA, L. F., QUEIROZ, A. C., VALADARES FILHO, S. C., CECON, P. R., PEREIRA, E. S., et al. Comportamento Ingestivo de Novilhas Leiteiras Alimentadas com Dietas à Base de Cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.3, p.614-620, 1999.
- MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450p.
- OSPINA, H. P.; MEDEIROS, F. S.; LANGWINSKI, D. Novos conceitos em suplementação mineral de bovinos a pasto. In: BARCELLOS, J. O. J.; Prates, E. R.; Ospina, H.; Mühlbach, P. R. **Suplementação mineral de bovinos em regiões subtropicais**. Porto Alegre, UFRGS, p.120, 2003.
- PAULINO, M.F., DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica?. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PEREIRA, L.M.R.; FISCHER, V.; MORENO, C. et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhas Jersey em pastejo recebendo diferentes suplementos. **Revista Brasileira Agrociência**, v.11, n.4, p.453-459, 2005.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R. R., PRADO, I. N., SILVA, F. F., ALMEIDA, V. V. S., JÚNIOR, H. S., QUEIROZ, A. C., et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhas Nelore recebendo níveis crescentes de suplementação em pastejo de capim-braquiária. *R. Bras. Zootec.*, v.39, n.9, p.2073-2080, 2010.
- SILVA, R.R. SILVA, F.F.; PRADO, I.N. et al. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos. *Archivos de Zootecnia*, v.55, n.211, p.293-296, 2006.

- SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; MAGALHÃES, A.F. et al. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. *Archivos de Zootecnia*, v.54, p.63-74, 2005.
- SNIFFEN, C.J., OCONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural of Food Chemistry**, v.55, p.7043-7051, 2007.
- UNIVERSIDADE FERDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – Sistema de análise estatística e genética. Versão 8.0. Viçosa, MG. 2000.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo.** In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). Anais do Simpósio da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006, v. 35, p. 291-322.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.
- WELCH, J.G. Rumination, particle size and passage from the rumen. *J. Anim. Sci.*, 54(4):885-895, 1982.

Comportamento ingestivo de novilhas sob pastejo recebendo glicerina bruta no suplemento no período das águas

Resumo – Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta sobre o comportamento ingestivo de novilhas mestiças suplementadas a pasto, no período das águas. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 301,5 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições por tratamento. Os animais foram mantidos em sistema de produção a pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em lotação rotativa. Os tratamentos testados foram 0,0, 3,33, 6,66 e 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho. A alimentação (minutos/kg de MS e FDN) não foi afetadas, enquanto a ruminação (minutos/kg de MS e FDN) foi reduzida com a inclusão de glicerina. As variáveis números de bolos por dia e mastigações por dia apresentaram efeito linear com os níveis de inclusão. O tempo gasto para cada bolo ruminado e o número de mastigações por bolo não foi influenciado. A ingestão de MS e FDN (g/refeição) apresentou efeito quadrático e a eficiência de alimentação expressa por kg de MS e FDN por hora não foi influenciada pela inclusão de glicerina na dieta. As eficiências de ruminação foi melhorada com a adição de glicerina. A inclusão de glicerina bruta nas dietas afeta alguns parâmetros do comportamento ingestivo de novilhas em pastagens.

Palavras-chave: eficiência de alimentação, eficiência de ruminação, ingestão, mastigação

Ingestive behavior of grazing heifers receiving supplement crude glycerin in the rainy

Abstract - The objective of this study was to evaluate the effect of inclusion of crude glycerin on the ingestive behavior of crossbred heifers on pasture supplemented in the rainy season. 36 crossbred heifers were used, with initial average weight of 301.5 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replicates per treatment. The animals were kept in pasture production system of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in rotational stocking. The treatments tested were 0.0, 3.33, 6.66 and 9.99% crude glycerin inclusion in the total dry matter in replacement of corn. The power (min / kg DM and NDF) was not affected, while ruminating (min / kg DM and NDF) was reduced with the addition of glycerin. The variable number of cakes per day and chews per day had a linear effect with the levels of inclusion. The time taken for each cake ruminated and the number of chews per bolus was not influenced. Intake of DM and NDF (g / meal) had a quadratic effect and efficiency of power expressed per kg DM and NDF per hour was not influenced by inclusion of glycerol in the diet. The efficiencies of rumination was improved with the addition of glycerin. The inclusion of crude glycerin in diets affects some parameters of the feeding behavior of heifers on pasture.

Keywords: power efficiency, efficiency of rumination, eating, chewing

Introdução

Os sistemas de produção de bovinos em pastagem tem com objetivo principal suprir as necessidades nutricionais dos animais, de forma homogênea durante todo o ano. Para isso faz-se necessário ofertar a forragem em quantidade e qualidade capazes de garantir ótima resposta produtiva por parte dos animais.

Embora as forrageiras apresentem potencial para garantir ganhos moderados no período das águas, a utilização de suplementação adicional poderá proporcionar ganhos satisfatórios. O milho, que é considerado o principal componente energético dos suplementos para ruminantes, onera substancialmente o custo da alimentação dos mesmos. Por isso, tem sido constante a busca por alimentos alternativos ao milho e também de alternativas de alimentação que reduzam o custo de produção. Face ao uso de grãos oleaginosos para a produção de etanol e biodiesel no Brasil, tem ocorrido excedente de um coproduto, em especial da produção de biodiesel, denominada glicerina bruta, a qual poderá ser utilizada em dietas de ruminantes.

Mensurar o comportamento de alimentação e ruminação diária do animal pode proporcionar mecanismo de auxílio para análises destes componentes que contribui em para o consumo diário de alimentos (Dado & Allen, 1994).

Segundo Silva et al. (2010) os resultados encontrados na literatura, referentes às alterações provocadas pela suplementação à pasto sobre o comportamento ingestivo dos ruminantes são controversos. Sendo assim, é necessário a realização de estudos que venham esclarecer efeitos da suplementação sobre o comportamento dos animais em pastejo e seus possíveis reflexos no desempenho animal (Brâncio et al., 2003).

Assim, objetivou-se, com este estudo avaliar o comportamento ingestivo de novilhas mestiças em pasto de *Brachiaria brizantha* sob suplementação com níveis de glicerina no concentrado no período das águas.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Princesa do Mateiro, Ribeirão do Largo, BA. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 347,04 kg e 13 meses de idade. O período experimental foi de 84 dias sendo 14 deles destinados a adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais. Os animais foram mantidos

em sistema de produção a pasto, em pastejo rotacionado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú em área de 14 ha, divididos em oito piquetes de mesma área.

Os tratamentos testados foram: G0 = 0,0% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G3,33 = 3,33% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G6,66 = 6,66% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G9,99 = 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) para serem isoprotéicas e isoenergéticas, fornecidas diariamente às 10 horas (Tabela 1), com relação volumoso:concentrado de 60:40%.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos com base na matéria natural

Ingredientes (%)	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0,0	3,33	6,66	9,99
Milho grão	90,7	78,8	66,5	55,0
Farelo de Soja	2,9	5,0	7,2	9,3
Glicerina	0,0	9,7	19,6	28,9
Uréia	2,9	2,9	2,9	3,0
Mineral ¹	1,5	1,5	1,6	1,6
Calcário	1,4	1,4	1,3	1,3
Fosfato	0,6	0,7	0,9	1,0

¹ Composição percentual: Cloreto de sódio (NaCl), 47,15; Fosfato bicálcico, 50; Sulfato de zinco, 1,5; Sulfato de cobre, 0,75; Sulfato de cobalto, 0,05; Iodato de potássio, 0,05; Sulfato de magnésio, 0,5

O pasto foi avaliado a cada 28 dias, para estimar a disponibilidade de MS (Figura 1), foram tomadas 12 amostras cortadas ao nível do solo com um quadrado de 0,25 m² conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Foram utilizados oito piquetes, diferidos no início de maio. 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, em um sentido pré-estabelecido de forma aleatória.

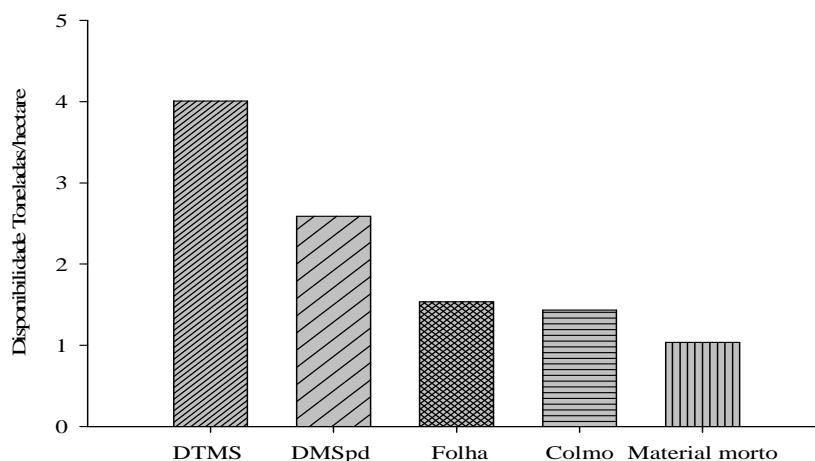


Figura 1 - Disponibilidade total de matéria seca (DTMS), matéria seca potencialmente digestível (MSpd), folha, colmo e material morto da *Brachiária brizantha*

Antes do corte, foi estimada visualmente a matéria seca da biomassa da amostra. Utilizando-se os valores das amostras cortadas e estimadas visualmente quando foi jogado 50 vezes o quadrado e posteriormente foi calculada a biomassa de forragem expressa em kg/ha pela equação proposta por Gardner (1986).

Foi utilizada a técnica do triplo emparelhamento (Moraes et al., 1990) para estudar o acúmulo de biomassa no tempo, com os quatro piquetes que permaneciam vedados por 28 dias funcionando como exclusores. O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando-se o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) pelo número de dias do período.

A estimativa da TAD de MS foi realizada através da equação proposta por Campbell (1966):

$$TAD_j = (G_i - F_{i-1})/n$$

em que: TAD_j = 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 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 estimativa da matéria seca potencialmente digestível (MSpd) do pasto, foi realizada conforme descrito por Paulino et al. (2006):

$$MSpd = 0,98 (100 - \%FDN) + (\%FDN - \%FDNi)$$

Para estimar a produção fecal utilizou-se o óxido crômico como indicador externo, fornecido diariamente às 9 horas em dose única de 10 gramas acondicionada em papelote durante 12 dias com sete dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para coleta das fezes.

As fezes foram colhidas uma vez ao dia, durante cinco dias, no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria a -10 °C. As amostras de fezes foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica para dosagem de cromo. A excreção fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico, sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecida e sua concentração nas fezes, , segundo a equação:

$$EF = (CrFornecido / CrFezes) \times 100$$

onde: *CrFornecido* – quantidade de cromo fornecida (g) e *CrFezes* – concentração do indicador nas fezes (%).

O consumo de MS de concentrado foi estimado com a utilização do indicador dióxido de titânio, o qual foi fornecido na quantidade de 10 g por animal, misturado ao concentrado, durante doze dias, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o óxido crômico, através da equação:

$$CMSS = (EF \times TiOFezes) \div TiOSuplemento$$

onde: *TiOFezes* e *TiOSuplemento* – referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

A determinação da concentração de titânio foi feita por meio de digestão ácida, com ácido sulfúrico, a 400°C, seguida da adição de água oxigenada 30%, transferência para balão volumétrico, completando o volume para 100 mL e filtragem para obtenção da solução. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro de absorção atômica, no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV.

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi utilizado o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido após incubação ruminal por 240 horas (Casali, 2006), de 0,5 g de amostras de alimentos, sobras e fezes, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT) gramatura 100 (100 g.m²), 5 x 5 cm. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

O consumo de MS de volumoso foi calculado da seguinte forma:

$$CMS (kg/dia) = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIV} + CMSS$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia), obtida utilizando-se a óxido crômico, CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg) e CIV = concentração do indicador no volumoso (kg/kg).

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 & 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 Hall (2003), em que: CNFcp = (100 – %FDNcp – %PB – %EE – %cinzas).

Tabela 2 – Composição química da *Brachiaria brizantha*, concentrados e das dietas totais

Ingrediente (%)	Brachiaria brizantha	Inclusão de glicerina (% MS)			
		0	3,33	6,66	9,99
Matéria seca	25,70	92,3	93,2	93	92,15
Proteína bruta	8,98	17,68	17,94	18,3	18,55
Extrato etéreo	2,27	2,53	5,36	8,62	11,08
Carboidratos totais	80,54	74,84	71,41	67,29	63,94
Carboidratos não fibrosos	22,09	63,82	62,51	60,50	57,74
FDNcp	62,92	11,02	8,9	6,79	6,2
FDA	33,45	4,72	4,63	4,57	3,65
Cinzas	9,37	4,95	5,29	5,79	6,43
NDT ¹	64,89	84,60	88,37	92,61	95,19
<i>Dieta total</i>					
Proteína bruta		12,17	12,25	12,23	12,5
Extrato etéreo		2,28	3,27	4,42	5,28
Carboidratos totais		79,51	78,52	77,36	76,34
Carboidratos não fibrosos		39,57	38,87	37,38	37,59
FDNcp		39,94	39,65	39,98	38,75
FDA		23,31	22,74	22,46	21,78
Cinzas		6,04	5,96	5,99	5,88
NDT ¹		72,94	74,35	75,73	77,20

¹ Estimado segundo NRC (2000)

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

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

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

As observações referentes ao comportamento animal foram realizadas de forma visual, durante dois períodos de 24 horas, a intervalos de 5 minutos.

As variáveis comportamentais observadas e registradas foram: ócio, ruminação, tempo gasto com pastejo e no cocho, sendo que os tempos de alimentação e ruminação ainda foram calculados em função do consumo de MS e FDN (min/kg MS ou FDN).

Foram realizadas a contagem do número de mastigações meréricas e a determinação do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, para cada animal, 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 (Burger et al., 2000). Para obtenção do número de bolos diários, procedeu-se à divisão do tempo total de ruminação pelo tempo médio gasto na ruminação de cada bolo, descrito anteriormente.

A discretização das séries temporais foi feita diretamente nas planilhas de coleta de dados, com a contagem dos períodos discretos de alimentação, ruminação e ócio. A duração média de cada um dos períodos discretos foi obtida pela divisão dos tempos diários de cada uma das atividades pelo número de períodos discretos, conforme descrito por Silva et al. (2006).

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 MS/hora e g FDN/hora, 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).

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.

Os dados foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (SAEG, 2000). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste t em nível de 5% de probabilidade, e de determinação (r^2), e com o fenômeno biológico estudado.

Resultados e Discussão

Os dados referentes aos consumos de MS e FDN, os tempos despendidos nas atividades comportamentais estão apresentados na Tabela 3. A inclusão de glicerina bruta na dieta não alterou ($P>0,05$) os consumos de MS e FDN, os quais apresentaram valores médios de 7,97 e 3,17 kg, respectivamente.

Tabela 3 – Consumo de MS e FDN, e tempos despendidos nas atividades de pastejo, ruminação, ócio e cocho de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r^2
	0,0	3,33	6,66	9,99			
	Consumo (kg/dia)						
MS	7,75	8,60	8,15	7,39	$\bar{y} = 7,97$	14,52	-
FDN	3,05	3,52	3,26	2,84	$\bar{y} = 3,17$	19,42	-
	Minutos/dia						
Pastejo	366,1	326,3	341,9	322,5	$\hat{Y} = 339,24$	10,7	-
Ócio	633,0	659,5	698,1	845,4	$\hat{Y} = 603,936 + 21,9163x$	9,7	0,86
Ruminação	420,3	415,7	382,4	255,2	$\hat{Y} = 451,058 - 17,2383x$	17,2	0,80
Cocho	35,0	30,0	24,4	20,2	$\hat{Y} = 34,9028 - 1,49420x$	36,5	0,99
	Minutos/kg MS						
Alimentação	52,2	42,4	45,4	47,50	$\bar{y} = 46,92$	17,0	-
Ruminação	52,6	49,9	43,1	33,14	$\hat{Y} = 54,7894 - 2,08655x$	23,4	0,95
	Minutos/kg FDN						
Alimentação	133,5	104,7	114,4	127,34	$\bar{y} = 120,02$	21,4	-
Ruminação	136,3	132,7	127,0	87,18	$\hat{Y} = 144,396 - 4,94372x$	26,5	0,78

No período das águas o pasto é constituído de elevada disponibilidade de folhas e colmos verdes, e baixa disponibilidade de material morto. Neste experimento da planta foi composta de folha (38,5%), colmo (35,5%) e material morto (25%), mostrando dessa forma maior disponibilidade de tecido digestível (Figura 1). A redução

na proporção dos componentes senescente e inflorescência na estrutura do pasto e do significativo aumento da quantidade de massa de lâminas foliares, na época das águas, pode aumentar a qualidade e reduzir a seletividade, tornando necessário menor tempo da atividade de pastejo. O tempo de pastejo observado neste trabalho, de 339,24 minutos, encontra-se próximo aos 380 minutos obtidos por Baggio et al. (2008) em elevada oferta de forragem (14 kg/kg PC dia), e abaixo dos 460 minutos quando reduziu a oferta de forragem (2 kg/kg PC dia) para novilhos em pastagens. O aumento do tempo de pastejo com a diminuição da oferta de forragem é uma resposta comumente observada na literatura (Pinto et al. 2007; Barbosa et al. 2007). Zanine et al. (2005) estudando hábito de pastejo de novilhas não observaram diferenças estatísticas para o tempo de pastejo, com valor de 408,0 minutos. Dados semelhantes ao deste trabalho foram obtidos por Silva et al. (2005), avaliando o comportamento ingestivo de novilhas $\frac{3}{4}$ Holandês x Zebu suplementadas com níveis crescentes de concentrado em pastos de *Brachiaria decumbens*, não encontraram diferença entre os tempos de pastejo, com média de 452,8 minutos.

O tempo destinado a ingestão de concentrado no cocho reduziu ($P < 0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta. Esse comportamento, deve-se provavelmente ao fato de que a glicerina bruta apresenta-se de forma muito viscosa, e que quando misturada a ração facilita a apreensão e a deglutição do suplemento, proporcionando menor tempo para ingerir a mesma quantidade de concentrado.

A atividade de ruminação foi reduzida ($P < 0,05$), passou 420,3 a 255,2 minutos com a inclusão de glicerina na dieta. Ocorreu redução de 17,23 minutos para cada unidade percentual de glicerina bruta acrescentada. Esse fato deve-se possivelmente à diminuição da FDN na ração com inclusão de glicerina. Segundo Van Soest (1991), a atividade de ruminação em animais adultos ocupa cerca de oito horas por dia com variações entre 4 e 9 horas. Esse comportamento é principalmente influenciado pela natureza da dieta e parece ser proporcional ao teor de parede celular dos alimentos volumosos, sendo a efetividade da fibra, fator primordial para estímulo da mastigação (Grant, 1995).

O aumento ($P < 0,05$) no tempo de ócio dos animais que recebiam níveis mais elevados de glicerina pode ser explicado pela natureza exclusiva de cada uma das atividades comportamentais, isto é, um animal não pode estar engajado em mais de uma

atividades ao mesmo tempo, pois gera-se uma competição entre as atividades ingestivas na alocação do tempo pelo animal, como descrito por Fischer et al. (1997, 1998).

Os tempos de alimentação (pastejo + cocho) em minutos por kg de MS e FDN não foram influenciadas ($P>0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta, apresentando valores médio de 46,9 e 120,02 minutos por kg de MS e FDN, respectivamente. Isso reflete o comportamento observado para o tempo de pastejo, o qual também não foi alterado, mostrando dessa forma que com a inclusão de glicerina os animais utilizavam o mesmo tempo para ingerir a quantidades iguas de MS ou FDN.

Os tempos de ruminação em minutos por kg de MS e FDN foram reduzidos ($P<0,05$) em 2,08 e 4,94 minutos para cada unidade percentual de glicerina adicionada na dieta. Verificando assim que níveis mais baixos de glicerina no concentrado provem maiores tempos de ruminação por kg de MS ou FDN, já que nessas rações os teores de FDN são mais elevados.

Segundo Hodgson (1985) a massa de bocado é a variável mais importante na determinação do consumo de animais em pastejo e a mais influenciada pela estrutura do dossel forrageiro. Como a disponibilidade de forragem no período das águas é mais elevada a massa de bocado não foi alterada ($P>0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta, com valor médio de 0,38 g MS por bocado (Tabela 4). Comportamento semelhante foi observado por Costa et al., (2011), que trabalharam com novilhas de corte em pastagem de milheto, e encontraram valor de 0,40 g MS por bocado.

Tabela 4 – Médias de massa de bocado em g MS/bocado (MasBOC), taxa de bocado n° bocados/seg (TxBOC), número de bocados por deglutido (NumBOC), tempo por deglutido (TempBOC) e número de bocados por dia (BOCDIA) de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r ²
	0,0	3,33	6,66	9,99			
TxBOC (n°/seg)	0,71	0,75	0,68	0,69	$\square = 0,70$	22,3	-
MasBOC (g MS)	0,39	0,35	0,41	0,38	$\square = 0,38$	23,5	-
NumBOC	28,77	27,29	27,85	15,33	$\hat{Y} = 27,9324 + 1,5848x - 0,2764x^2$	26,2	0,90
TempBOC	40,92	36,08	41,64	25,74	$\hat{Y} = 39,1469 + 1,9065x - 0,3073x^2$	28,3	0,68
BOCDIA	13885	15182	14363	12851	$\square = 14070$	24,5	-

O comportamento quadrático, e semelhantes do número de bocados (NumBOC) e do tempo de bocado (TempBOC), com pontos de máxima de 2,86 e 3,10% de inclusão de glicerina, respectivamente, proporcionou taxa de bocado semelhantes entre os tratamentos. Esse comportamento, provavelmente, teve efeito de mecanismo

compensatório para manter a ingestão de forragem relativamente constante, conforme relatado por Penning et al., (1991). Como resposta aos valores de massa do bocado, a taxa de bocados observada também não foi alterada, com valor médio de 0,70 bocados/segundo. Esse valor foi inferior ao de 0,91 bocados/segundo reportado por Silva et al. (2003) em trabalho com novilhos de corte em pastagens de clima temperado e ao de 0,50 a 1,16 bocados/segundo sugerido por Carvalho (1997) para herbívoros em geral.

O número de bocados por dia (BOCDIA) não foi alterado com a inclusão de glicerina na dieta, apresentando valor médio de 14.070 bocados por dia, esse comportamento reflete o ocorrido nos tempo de pastejo (Tabela 3) que também não foi alterado.

Os valores obtidos de BOCDIA nesta pesquisa estão abaixo dos citados por Carvalho et al. (2001), que descreve não ser difícil atingir em torno de 35.000 ações diárias, uma vez que os animais freqüentemente pastejam ao ritmo de um bocado a cada 1 a 2 segundos. O valor inferior obtido neste trabalho decorre do fato de que, a altura do pasto neste período não foi capaz de limitar a ingestão, tornado mais efetiva a capacidade dos animais de ingerir forragem apreendida (Prache & Peyraud, 2001). Dessa forma, os animais mantidos em pastos de maior altura necessitaram reduzir o BOCDIA visando manter níveis de consumo satisfatórios.

As variáveis números de bolos por dia e mastigações por dia apresentaram efeito linear ($P < 0,05$) com os níveis de inclusão (Tabela 5). O tempo gasto para cada bolo ruminado e o número de mastigações por bolo não foi influenciado ($P > 0,05$) pelo nível de glicerina.

Tabela 5 – Quantidade de bolos ruminados/dia (Bolos/dia), tempo gasto/bolo (Tempo/bolo), número de mastigações/bolo ruminado (MBR) e número de mastigações/dia de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Atividade	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r ²
	0,0	3,33	6,66	9,99			
Bolos/dia	562,15	485,98	435,51	308,98	$\hat{Y} = 577,544 - 26,6065x$	18,10	0,97
Tempo/bolo (seg)	47,44	51,94	49,27	52,56	$\square = 50,30$	13,4	-
Mastigações/bolo	46,29	51,81	49,95	52,40	$\square = 50,11$	14,0	-
Mastigações/dia	26145	25561	21842	16388	$\hat{Y} = 27877,6 - 1110,00x$	19,2	0,91

O número de bolos ruminados por dia reduziu ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta, variando de 562,15 a 308,98. Esse comportamento pode ser justificado possivelmente pela glicerina bruta não apresentar em sua composição nenhum teor de fibra, o que reduz a necessidade de formação de bolos para serem remastigados.

As variáveis número de mastigações por bolo e o tempo gasto por bolo ruminado não foram influenciados ($P>0,05$) com a inclusão de glicerina, os quais apresentaram valores médios de 50,11 mastigações e 50,30 segundos cada. Teixeira et al. (2004), estudando o comportamento ingestivo de novilhas leiteiras submetidas a dietas com diferentes níveis de casca de café (0; 10,77; 20,77 e 30,77), obtiveram média de 61,45 mastigações merísticas por bolo, superior à desta pesquisa, esta diferença deve-se possivelmente as diferenças nos teores de FDN das dietas experimentais. No entanto, o tempo médio de mastigação por bolo foi de 48 seg/bolo, semelhante aos tempos médios obtidos neste experimento.

Os números de mastigações merísticas por dia diminuíram ($P<0,05$), com o a inclusão de glicerina nas dietas, que decorreu, provavelmente, da diminuição do teor dietético de FDN, pois dietas com menor concentração de fibra diminuem o estímulo de ruminação e aceleram a taxa de passagem dos alimentos pelo trato digestivo.

O número de períodos de pastejo não foi afetado ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina, apresentando em média 12,78 períodos (Tabela 6).

Tabela 6 – Valores médios do número de períodos de pastejo (NPP), ruminação (NPR), ócio (NPO) e cocho (NPC), juntamente com o tempo de duração (minutos) dos períodos de pastejo (TPP), ruminação (TPR), ócio (TPO) e cocho de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r ²
	0,0	3,33	6,66	9,99			
NPP	13,94	14,06	10,28	12,83	$\square = 12,78$	12,2	-
NPO	28,17	27,61	24,44	22,94	$\hat{Y} = 28,6167 - 0,565566x$	9,4	0,91
NPR	15,66	16,05	14,31	10,91	$\hat{Y} = 16,7033 - 0,512846x$	11,3	0,81
NPC	5,22	3,67	3,44	2,94	$\hat{Y} = 4,87778 - 0,211879x$	32,2	0,87
TPP (min)	26,73	23,99	36,12	27,03	$\square = 28,47$	15,1	-
TPO (min)	23,62	26,58	28,02	39,35	$\hat{Y} = 22,0964 + 1,46059x$	22,1	0,89
TPR (min)	27,00	26,05	27,09	23,79	$\square = 25,98$	12,7	-
TPC (min)	6,71	8,22	7,18	6,71	$\square = 7,21$	21,8	-

Estes resultados corroboram os observados por Burger *et al.* (2000), que encontraram uma média de 14,80 períodos ao dia. Em decorrência do comportamento

do NPP, e como não houve diferença no tempo em que os animais permaneceram pastejando, o TPP não foi alterado ($P>0,05$), apresentando valor médio de 28,47 minutos por período.

Apesar do número de período de ócio ter reduzido ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina, o tempo gasto pelos animais em cada períodos foi aumentado ($P<0,05$), de 23,62 a 39,35 minutos por período, isso reflete a elevação ocorrida no tempo total despendido ao ócio pelos animais (Tabela 3).

Como ocorreu redução ($P<0,05$) no número de períodos de ruminação e no tempo total despendido na atividade de ruminação (Tabela 3), era esperado que o tempo por período de ruminação não fosse alterado com a inclusão de glicerina, o qual apresentou valor médio de 25,98 minutos por período. Esse comportamento foi semelhante ao obtido por Neto et al. (2007), que avaliaram o comportamento ingestivo de novilhas alimentadas com níveis crescentes de polpa cítrica, e não verificaram alteração no tempo gasto por período de ruminação, com valor médio de 29,43 minutos por período. A redução no número de períodos de ruminação com a inclusão da glicerina provavelmente é decorrente do menor teor de FDN das dietas.

O número de períodos de cocho apresentou efeito linear decrescente ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta, porém o tempo gasto em cada período não foi influenciado ($P>0,05$) com valor médio de 7,21 minutos por período, comprovando que a glicerina por apresentar-se de forma viscosa, como discutido anteriormente, facilita a apreensão da ração por parte do animais, uma vez que estes freqüentavam menos o cocho.

A ingestão de MS e FDN (g/refeição) apresentou efeito quadrático ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina bruta na dieta (Tabela 7), os quais apresentaram valores máximos de 584,56 g de MS e 236,21 g de FDN, nos pontos de máximo estimados de 5,87 e 5,63, respectivamente. Esse comportamento ocorreu, possivelmente, devido ao período de alimentação ser composto pela soma dos períodos de pastejo e cocho, os quais quando somados apresentaram efeito quadrático, uma vez que não houve diferença no consumo de MS e FDN, com a inclusão de glicerina.

A eficiência de alimentação expressa de kg de MS e FDN por hora não foi influenciada ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta, os quais apresentaram valor médio de 1,352 e 0,536 kg, respectivamente. Esse comportamento corroboram os dados obtidos por Bispo et al. (2010), os quais não verificaram diferenças entre as eficiências

de alimentação, em kg de MS e FDN, em vacas recebendo dietas com diferentes níveis palma forrageira.

Tabela 7 – Ingestão de MS e FDN (gramas/refeição), eficiência de alimentação e ruminação (kg MS e FDN/hora) e ruminação (kg de MS e FDN/bolo) de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	CV (%)	r ²
	0,0	3,33	6,66	9,99			
Ingestão							
g MS/refeição	414,3	506,7	624,4	479,2	$\hat{Y} = 399,935 + 62,895x - 5,3566x^2$	18,6	0,79
g FDN/refeição	162,9	207,5	249,1	183,9	$\hat{Y} = 157,712 + 27,893x - 2,4778x^2$	21,7	0,84
Eficiência de alimentação							
kg MS/hora	1,209	1,481	1,359	1,357	$\square = 1,352$	17,3	-
kg FDN/hora	0,474	0,604	0,541	0,523	$\square = 0,536$	20,1	-
Eficiência de ruminação							
kg MS/hora	1,187	1,239	1,290	19,57	$\hat{Y} = 1,104742 - 0,0780407x$	23,9	0,76
kg FDN/hora	0,490	0,508	0,515	0,783	$\hat{Y} = 0,4415 + 0,02657x$	28,2	0,72
Ruminação							
g de MS/bolo	15,2	17,0	18,4	29,8	$\hat{Y} = 13,3870 + 1,35875x$	25,5	0,82
g de FDN/bolo	6,0	7,0	7,4	11,5	$\hat{Y} = 5,46701 - 0,504344x$	30,1	0,84

As eficiências de ruminação em kg MS e FDN por hora aumentaram linearmente ($P < 0,05$). Segundo Dulphy et al. (1980), com a redução de FDN na dieta aumenta-se a eficiência de ruminação. Tal fato foi verificado no trabalho de Bürger et al. (2000), em que a eficiência de ruminação aumentou linearmente com a inclusão de concentrado nas dietas. Logo, com a inclusão de glicerina bruta há diminuição na fibra em detergente neutro da dieta, levando o animal a ser mais eficiente no uso da fibra por unidade de tempo.

Verificou-se aumento ($P < 0,05$) na ruminação expressa em g de MS e de FDN/bolo, com a inclusão de glicerina bruta. Os maiores valores foram observados para os níveis mais elevados de glicerina na dieta, como reflexo da redução no número de bolos (Tabela 5) e da semelhança nos consumos de MS e FDN entre os tratamentos, fazendo com que os animais tivessem que aumentar a quantidade de MS e FDN por bolo.

Conclusões

A inclusão de glicerina bruta nas dietas afeta o comportamento ingestivo de novilhas em pastagens. A eficiência ruminação é melhorada com a inclusão de glicerina, e a eficiência de alimentação não é alterada.

Literatura Citada

- BAGGIO, C., CARVALHO, P. C. F., SILVA, J. L. S., ROCHA, L. M., BREMM, C., SANTOS, T. D., MONTEIRO, A. L. G. Padrões de uso do tempo por novilhos em pastagem consorciada de azevém anual e aveia-preta. *R. Bras. Zootec.*, v.37, n.11, p.1912-1918, 2008.
- BAGGIO, C.; CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S. et al. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.215-222, 2009.
- BARBOSA, M.P.; CARVALHO, P.C.F.; CAUDURO, G.F. et al. Componentes do processo de pastejo de cordeiros em azevém (*Lolium multiflorum* Lam) sob diferentes intensidades e métodos. **Archivos de Zootecnia**, 2007.
- BISPO, S. V., FERREIRA, M. A., VÉRAS, A. S. C., MODESTO, E. C., GUIMARÃES, A. V., PESSOA, R. A. S. Comportamento ingestivo de vacas em lactação e de ovinos alimentados com dietas contendo palma forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2024-2031, 2010.
- BRÂNCIO, P.A.; EUCLIDES, V.P.B.; NASCIMENTO JR., D. et al. 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.
- BURGER, P.J. PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. et al. Comportamento ingestivo de 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.
- CARVALHO, P.C.F. A estrutura da pastagem e o comportamento ingestivo de ruminantes em pastejo In: SIMPÓSIO SOBRE AVALIAÇÃO DE PASTAGENS COM ANIMAIS, 2., 1997, Maringá. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 1997. p.25-52.
- CARVALHO, P.C.F.; RIBEIRO FILHO, H.M.N.; POLI, C.H.E.C. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 38., 2001, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.853-871, 2001.
- CASALI, A.O. *Procedimentos metodológicos in situ na avaliação do teor de compostos indigestíveis em alimentos e fezes de bovinos*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 47p. dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- COSTA, V. G., ROCHA, M. G., PÖTTER, L., ROSO, D., ROSA, A. T. N. Comportamento de pastejo e ingestão de forragem por novilhas de corte em pastagens de milheto e papua. *R. Bras. Zootec.*, v.40, n.2, p.251-259, 2011.
- DADO; R.G.; ALLEN, M.S. Variation in and relationships among feeding, chewing and drinking variables for lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.77, n.1, p.132-144, 1994.

- DULPHY, J.P., REMOND, B., THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y., THIVEND, P. (Eds). *Digestive physiology and metabolism in ruminants*. Lancaster: MTP. p.103-122. 1980.
- DULPHY, J.P.; REMOND, B.; THERIEZ, M. Ingestive behavior and related activities in ruminants. In: RUCKEBUSH, Y.,
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DESPRES, L. et al. Comportamento ingestivo de ovinos recebendo dieta a base de feno durante um período de seis meses. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, p.1032-1038, 1997.
- FISCHER, V.; DESWYSEN, A.G.; DESPRES, L. et al. Padrões nictemerais do comportamento ingestivo de ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.27, p.362-369, 1988.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL, 197p., 1986.
- GRANT, R.J.; ALBRIGTH, J.L. Feeding behaviour and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.12. p.2791-2803, 1995.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*. v.81, p. 3226–3232, 2003.
- HODGSON, J. Ingestive behavior. In: LEAVER, J.D. (Ed.) **Herbage intake handbook**. Hurley: British Grassland Society, p.113. 1982.
- HODGSON, J. The control of herbage intake in the grazing ruminant. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.44, p.339-346, 1985.
- JAMIESON, W.S.; HODGSON, J. The effect of variation in sward characteristics upon the ingestive behavior and herbage intake of calves and lambs under continuous stocking management. **Grass and Forage Science**, v.34, p.273-281, 1979.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.131-168, 1997.
- MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.
- NETO, J. M., CAMPOS, J. M. S., VALADARES FILHO, S. C., LANA, R. P., QUEIROZ, A. C., EUCLYDES, R. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras alimentadas com polpa cítrica em substituição ao feno de capim-tifton 85. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.3, p.618-625, 2007.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. Nutrient requirements of dairy cattle. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450p.
- PAULINO, M.F., DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica?. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, p.359-392. 2006.

- PENNING, P.D.; PARSONS, A.J.; ORR, R.J. Intake and behavior responses by sheep to changes in sward characteristics under continuous stocking. **Grass and Forage Science**, v.46, p.15- 28, 1991.
- PINTO, C.E.; CARVALHO, P.C.F.; FRIZZO, A. et al. Comportamento ingestivo de novilhos em uma pastagem nativa do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.2, p.319-327, 2007.
- PRACHE, S.; PEYRAUD, J. Foraging: behaviour and intake in temperate cultivated grassland. In: INTERNATIONAL GRASSLAND CONGRESS, 19., 2001, São Pedro. **Proceedings...** São Pedro, p.309-319, 2001.
- SILVA, A.C.F.; QUADROS, F.L.F.; TREVISAN, N.B. et al. Comportamento ingestivo e taxa de bocados de terneiros de corte em pastagem de estação fria sob diferentes níveis de biomassa de lâmina foliar verde. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 40., 2003, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 2003. (CD-ROM).
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R. R., PRADO, I. N., SILVA, F. F., ALMEIDA, V. V. S., JÚNIOR, H. S., QUEIROZ, A. C., et al. Comportamento ingestivo diurno de novilhos Nelore recebendo níveis crescentes de suplementação em pastejo de capim-braquiária. R. Bras. Zootec., v.39, n.9, p.2073-2080, 2010.
- SILVA, R.R. SILVA, F.F.; PRADO, I.N. et al. Comportamento ingestivo de bovinos. Aspectos metodológicos. *Archivos de Zootecnia*, v.55, n.211, p.293-296, 2006.
- SILVA, R.R.; CARVALHO G.G.P.; MAGALHÃES A.F.; SILVA F.F.; PRADO I.N.; FRANCO I.L. VELOSO C.M., CHAVES M.A., PANIZZA J.C.J. Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. **Archivos da Zootecnia** 54: 63-74. 2005.
- SNIFFEN, C.J., OCONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. *Journal of Animal Science*, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TEIXEIRA, R.M.A.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Comportamento ingestivo de novilhas leiteiras submetidas à dietas com diferentes níveis de casca de café. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 41., 2004, Campo Grande . **Anais...**Campo Grande: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2004. (CD-ROM).
- UNIVERSIDADE FERDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – Sistema de análise estatística e genética. Versão 8.0. Viçosa, MG. 2000.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo**. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). *Anais do Simpósio da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia*. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006, v. 35, p. 291-322.
- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for extraction fiber, neutral detergent fiber and nonstarch polysaccharides in relation to animal nutrition cows. **Journal of Dairy Science**, v.83, n.3, p.3583-3597, 1991.

- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.
- ZANINE, A.M.; SANTOS, E.M.; PARENTE, H.N.; FERREIRA, D.J.; CECON, P.R.; MACEDO JÚNIOR, G.L. Comportamento de pastejo de novilhas em pastagens do gênero *Brachiaria*. In: XXXXII REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. *Anais...* Goiânia, GO, 2005.

Glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens

Resumo – Objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta no consumo, digestibilidade dos nutrientes da dieta e desempenho de novilhas mestiças suplementadas em pasto. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, Holandês x Zebu, com peso inicial médio de 301,5 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições por tratamento. Os animais foram mantidos em sistema de produção em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em lotação rotativa, durante o período de transição seca-águas e águas. Os tratamentos testados foram 0,0, 3,33, 6,66 e 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho, fornecidos a um nível de 0,7% PC. Os consumos de MS e dos nutrientes das dietas experimentais não foram influenciados pela inclusão de glicerina bruta, com exceção dos consumos de EE e CNF. Os coeficientes de digestibilidade da MS e dos nutrientes das dietas experimentais não foram influenciados pela inclusão de glicerina bruta, exceto para o EE. A glicerina bruta não afetou o desempenho dos animais, os quais apresentaram valor médio de 649 g/dia. A espessura de gordura na carcaça apresentou efeito linear crescente com a adição de glicerina na dieta. A glicerina bruta pode ser incluída em 9,99% na matéria seca da dieta total sem alterar o consumo de matéria seca, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de novilhas em pasto.

Palavras-chave: biodiesel, consumo, digestibilidade, desempenho, gado de corte, ganho de peso, subprodutos, suplementos

Crude glycerin supplements for crossbred heifers on pasture

Abstract - The objective of this study was to evaluate the effect of inclusion of crude glycerin in the intake, digestibility of dietary nutrients and performance of crossbred heifers supplemented at pasture. 36 heifers were used crossbred Holstein x Zebu, with initial average weight of 301.5 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replicates per treatment. The animals were kept in pasture production system in *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in rotational stocking during the dry period of transition waters and waters. The treatments tested were 0.0, 3.33, 6.66 and 9.99% crude glycerin inclusion in the total dry matter in replacement of corn, provided a level of 0.7% PC. The intakes of DM and nutrients of the experimental diets were not influenced by the inclusion of crude glycerin, except for the consumption of EE and NFC. The digestibility of DM and nutrients of the experimental diets were not influenced by the inclusion of crude glycerin, except for the EE. The crude glycerin did not affect animal performance, which showed a mean value of 649 g / day. The thickness of fat in the carcass showed increased linearly with the addition of glycerin in the diet. The crude glycerin may be included in 9.99% of dry matter diet without changing the total dry matter intake, nutrient digestibility and performance of heifers on pasture.

Keywords: biodiesel, intake, digestibility, performance, beef cattle, weight gain, by-products, supplements

Introdução

A melhoria da eficiência produtiva de bovinos criados em pasto esta estreitamente ligada às condições de alimentação, sendo que a suplementação constitui uma alternativa prática no intuito de suprir os nutrientes exigidas pelos animais, os quais na maioria das vezes não estão sendo fornecidos em qualidade e quantidade suficiente pelo pasto, para obtenção de ganhos satisfatórios.

A utilização de estratégias alimentares como a suplementação do pasto, bem como a melhor utilização do potencial genético dos animais, através de cruzamentos e o abate de machos e fêmeas para a produção de carne, são soluções que garantem a oferta dos animais e a rentabilidade dos sistemas de produção.

Os efeitos da suplementação com milho e grão de soja sobre o consumo e digestibilidade da forragem mostram-se vantajosos, especialmente quando os animais são alimentados com níveis acima de 0,5% PC (Kunkle et al., 2000).

Devido ao elevado custo do milho, fontes de alimentos alternativos, como a glicerina bruta, tornaram-se um grande foco para a indústria pecuária. Pois para a manutenção da rentabilidade os pecuaristas estão buscando formas para reduzir custos de produção, já que para qualquer sistema de produção animal o custo com alimentação é sempre elevado. Portanto, o uso de alimentos alternativos pode ser um caminho para aumentar a rentabilidade.

Soma-se a isso a maior disponibilidade de glicerina bruta resultante do aumento da produção de Biodiesel que pode resultar em fonte de energia alimentar de custo reduzido, quando comparado com as tradicionais fontes energéticas. Além disso, a glicerina tem o potencial para substituir parcialmente ingredientes à base de amido na dieta, como o milho, porque o glicerol, principal constituinte da glicerina bruta, é convertido em propionato no rúmen e atua como um precursor para a síntese hepática de glicose (Johns, 1953).

Embora estudos recentes tenham incluído a glicerina bruta em dietas de bovinos confinados (Pyatt et al, 2007; Versemann et al, 2008; Parsons et al, 2009), os seus efeitos sobre o desempenho animal não foram bem definidos.

Assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da inclusão de glicerina bruta sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes da dieta e o desempenho de novilhas mestiças suplementadas a pasto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda Princesa do Mateiro, Ribeirão do Largo, BA. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 301,5 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições por tratamento.

O período experimental compreendeu os meses de dezembro a abril, num total de 154 dias, sendo 14 deles destinados a adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais. Os animais foram mantidos em sistema de produção em pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, em lotação rotativa, em 14 hectare, divididos em oito piquetes de mesma área.

Os tratamentos testados foram: G0 = 0,0% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G3,33 = 3,33% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G6,66 = 6,66% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G9,99 = 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) na tentativa de serem isoprotéicas e isoenergéticas, para atingir ganhos de 0,700 kg, fornecidas diariamente às 10 horas (Tabela 1), na relação volumoso:concentrado de 60:40%.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos com base na matéria natural

Ingrediente (%)	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0,0	3,33	6,66	9,99
Milho grão	90,7	78,8	66,5	55,0
Farelo de soja	2,9	5,0	7,2	9,3
Glicerina	0,0	9,7	19,6	28,9
Uréia	2,9	2,9	2,9	3,0
Mineral ¹	1,5	1,5	1,6	1,6
Calcário	1,4	1,4	1,3	1,3
Fosfato	0,6	0,7	0,9	1,0

¹ Composição percentual: Cloreto de sódio (NaCl), 47,15; Fosfato bicálcico, 50; Sulfato de zinco, 1,5; Sulfato de cobre, 0,75; Sulfato de cobalto, 0,05; Iodato de potássio, 0,05; Sulfato de magnésio, 0,5.

As características físico-químicas da glicerina bruta utilizada no presente trabalho são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2. Composição físico-química da glicerina bruta

Item (%MN)	Teor
Glicerol	43,9
Metanol	6,0
Ácidos graxos totais	33,6
Água	9,0
Proteína bruta	0,2
Matéria Mineral	7,3
Densidade, g/cm ³	0,95

O pasto foi avaliado a cada 28 dias, para estimar a disponibilidade de MS, retirando 12 amostras colhidas ao nível do solo em uma área delimitada por um quadrado de 0,25 m² conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Para reduzir a influência da variação de biomassa entre piquetes, as novilhas permaneceram em cada piquete por sete dias e, após esse período, foram transferidas para outro, de acordo com o deslocamento pré-estabelecido de forma aleatória.

As estimativas de biomassa residual de matéria seca (BRD) foram realizadas nos quatro piquetes, conforme o método de dupla amostragem (Wilm et al., 1994). Antes do corte, foi estimada visualmente a matéria seca da biomassa a ser amostrada. Utilizando-se os valores das amostras colhidas e estimadas visualmente quando foi lançado 50 vezes o quadrado e posteriormente foi calculada a biomassa de forragem expressa em kg/ha pela equação proposta por Gardner (1986).

Foi utilizada a técnica do triplo emparelhamento (Moraes et al., 1990) para estudar o acúmulo de biomassa no tempo, considerando quatro piquetes que permaneciam sem pastejo por 28 dias funcionando como exclusivos. O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando-se o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) pelo número de dias do período.

A estimativa da TAD de MS foi realizada através da equação proposta por Campbell (1966):

$$TAD_j = (G_i - F_{i-1})/n$$

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

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

$$TL = (UAt)/\text{área}$$

em que: TL = taxa de lotação, em UA/ha; UAt = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha.

A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$OF = \{(BRD + TAD)/PC_{total}\} * 100$$

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.

A estimativa da matéria seca potencialmente digestível (MSpd) do pasto, foi realizada conforme descrito por Paulino et al. (2006):

$$MSpd = 0,98 (100 - \%FDN) + (\%FDN - \%FDNi)$$

As estimativas da produção fecal, consumo e digestibilidade foram realizadas em dois momentos durante o ensaio experimental, o primeiro entre o 37° e 41° dia e o segundo entre o 107° e 111° dia do período experimental.

Para estimar a produção fecal utilizou-se o óxido crômico como indicador externo, fornecido diariamente às 9 horas em dose única de 10 gramas acondicionada em papelote durante 12 dias com sete dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para coleta das fezes.

As fezes foram colhidas uma vez ao dia, durante cinco dias, no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria a -10 °C. As amostras de fezes foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica para dosagem de cromo. A excreção fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico, sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecida e sua concentração nas fezes, segundo a equação:

$$EF = (CrFornecido / CrFezes) \times 100$$

onde: *CrFornecido* = quantidade de cromo fornecida (g) e *CrFezes* = concentração do indicador nas fezes (%).

O consumo de MS de concentrado foi estimado com a utilização do indicador dióxido de titânio, o qual foi fornecido na quantidade de 10 g por animal, misturado ao concentrado, durante doze dias, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), seguindo o mesmo esquema de coletas de fezes descrito para o óxido crômico, através da equação:

$$CMSS = (EF \times TiOFezes) \div TiOSuplemento$$

onde: TiO_{Fezes} e $TiO_{\text{Suplemento}}$ = referem-se à concentração de dióxido de titânio nas fezes e no suplemento, respectivamente.

A determinação da concentração de titânio foi feita por meio de digestão ácida, com ácido sulfúrico, a 400 °C, seguida da adição de água oxigenada 30%, transferência para balão volumétrico, completando o volume para 100 mL e filtragem para obtenção da solução. A leitura foi efetuada em espectrofotômetro de absorção atômica, no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV.

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso foi utilizado o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido após incubação ruminal por 240 horas (Casali, 2006), de 0,5 g de amostras de alimentos, sobras e fezes, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT) gramatura 100 (100 g.m²), 5 x 5 cm. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

O consumo de MS foi calculado da seguinte forma:

$$CMStotal (kg/dia) = \frac{[(EF \times CIF) - IS]}{CIV} + CMSS$$

em que: EF = excreção fecal (kg/dia), obtida utilizando-se a óxido crômico, CIF = concentração do indicador nas fezes (kg/kg), CIV = concentração do indicador no volumoso (kg/kg), IS = quantidade do indicador presente no concentrado e CMSS = consumo de MS do concentrado.

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 & Queiroz (2002). O teor de matéria orgânica (MO) foi estimado deduzindo-se o teor de cinzas do valor de matéria seca (Tabela 3).

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 Hall (2003), em que: $CNFcp = (100 - \%FDNcp - \%PB - \%EE - \%cinzas)$.

Tabela 3 – Composição química da *Brachiaria brizantha*, suplementos e das dietas totais

Ingrediente (%)	Brachiaria brizantha	Inclusão de glicerina (% MS)			
		0	3,33	6,66	9,99
Matéria seca (%)	27,94	92,3	93,2	93	92,15
Proteína bruta, (%)	7,78	17,68	17,94	18,3	18,55
Extrato etéreo (%)	2,15	2,53	5,36	8,62	11,08
Carboidratos totais (%)	80,54	74,84	71,41	67,29	63,94
Carboidratos não fibrosos (%)	22,09	63,82	62,51	60,50	57,74
FDNcp, (%)	62,92	11,02	8,9	6,79	6,2
FDA, (%)	33,45	4,72	4,63	4,57	3,65
Cinzas, (%)	9,37	4,95	5,29	5,79	6,43
NDT (%) ¹	64,89	84,60	88,37	92,61	95,19
ED (Mcal/dia)	2,84	3,79	3,95	4,13	4,24
EM (Mca/dia)	2,41	3,37	3,54	3,73	3,85
<i>Dieta total</i>					
Proteína bruta (%)		12,17	12,25	12,23	12,5
Extrato etéreo (%)		2,28	3,27	4,42	5,28
Carboidratos totais (%)		79,51	78,52	77,36	76,34
Carboidratos não fibrosos (%)		39,57	38,87	37,38	37,59
FDNcp (%)		39,94	39,65	39,98	38,75
FDA (%)		23,31	22,74	22,46	21,78
Cinzas (%)		6,04	5,96	5,99	5,88
NDT (%) ¹		72,94	74,35	75,73	77,20
ED (Mcal/dia)		3,22	3,28	3,34	3,40
EM (Mca/dia)		2,79	2,85	2,91	2,97

¹ Estimado segundo NRC (2000)

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

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

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

Os animais foram pesados no início e no final do experimento e também, a cada 28 dias, para avaliação do ganho médio diário de peso corporal (GMDPC) e ajuste do fornecimento do suplemento. O desempenho animal foi determinado pela diferença entre o peso corporal inicial (PCI) e o peso corporal final (PCF) dividido pelo período experimental em dias. Logo após abate, as carcaças foram identificadas e pesadas para avaliação do peso. O peso ao abate foi obtido após jejum de sólidos de 16 horas e o abate (insensibilização, sangria, esfolagem e evisceração) ocorreu conforme o fluxo normal do frigorífico, sendo as carcaças identificadas, lavadas, pesadas e resfriadas a -2 °C por

24 horas. Também no lado direito das carcaças, realizou-se um corte transversal entre a 12ª e 13ª costelas, expondo o músculo *Longissimus*.

A espessura de gordura subcutânea foi obtida com auxílio de régua milimétrica, no mesmo local do músculo seccionado, a partir da média de três medidas.

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

Resultados e Discussão

As variações na disponibilidade de matéria seca e dos componentes morfológicos do pasto durante o período experimental estão apresentados na Figura 1.

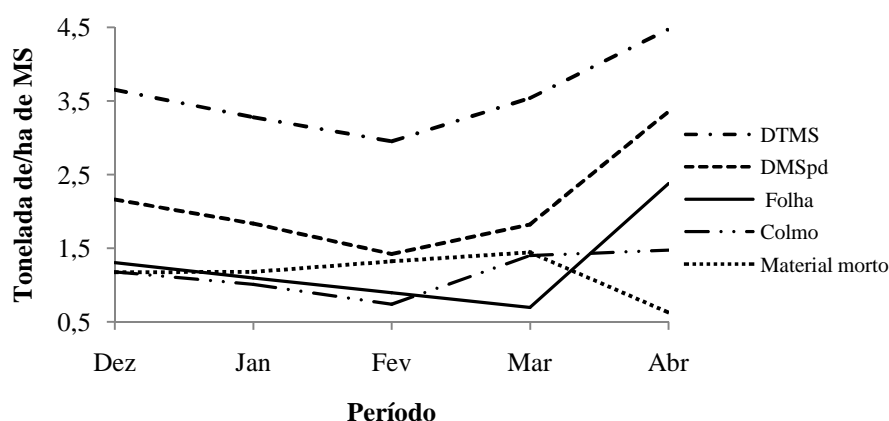


Figura 1 - Disponibilidade total de matéria seca (DTMS), matéria seca potencialmente digestível (DMSpd), folha, colmo e material morto da *Brachiária brizantha* nos períodos experimentais.

A disponibilidade total de matéria seca (DTMS) e de matéria seca potencialmente digestível (DMSpd) apresentaram redução no período entre fevereiro e março, com valores de 2.953,6 e 1.632,3 kg/ha respectivamente. Esse fato coincide com a escassez de chuvas durante este período, o que resulta em menor taxa de crescimento da planta, principalmente folha. A DTMS encontra-se superior aos valores considerados críticos de 2.000 kg/ha, recomendada por Minson (1990) e o NRC (2001), como limite mínimo para não restringir consumo em pasto. A DTMS média, durante o período

experimental foi de 3.579,6 kg/ha, isso possibilitou a maximização do consumo de MS durante todo o experimento.

Segundo Paulino et al. (2004), a evolução natural de conceitos é a condução do manejo de pastagem com base na oferta de MSpD, posto que envolve a estrutura e qualidade do pasto, independentemente da época do ano. No presente estudo, a DMSpd, devido à maior quantidade de folhas e colmo, foi em média 59,2%, representando considerável estoque de energia potencialmente digestível (latente) para os animais.

A disponibilidade média de matéria seca verde (MSV), representada por folhas e colmos verdes, neste experimento foi de 66,5%, superior ao total de material morto (senescente) que foi de 33,5%. Isso representa uma quantidade média de MSV de 2.341,2 kg/ha, valor acima dos 1.108,3 kg/ha sugerido por Euclides et al. (1992), como limitante a seleção e desempenho animal.

Os valores referentes a biomassa residual diária (BRD), taxa de acúmulo diário (TAD), oferta de forragem (OF) e a taxa de lotação (TL) da *Brachiarias brizantha* durante o período experimental estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4 – A biomassa residual diária (BRD), taxa de acúmulo diário (TAD), oferta de forragem (OF) e a taxa de lotação (TL) da *Brachiarias brizantha* nos períodos experimentais

Item	Período					Média
	13/12/09	10/01/10	07/02/10	07/03/10	04/04/10	
BRD (kg/ha dia de MS)	61,18	75,66	100,00	117,37	147,06	100,25
TAD (kg/ha dia de MS)	44,86	-3,79	-28,52	37,26	54,23	20,81
OF (kg MS/100 kg PC dia)	13,24	8,48	8,14	17,25	21,74	13,77
TL (UA/ha)	1,78	1,88	1,95	1,99	2,06	1,93

Apesar de ter ocorrido variação nas TAD e BRD, essas não foram capazes de proporcionar baixa OF, que apresentou valor médio de 13,77 kg de MS/100 kg PC dia. Esse valor de OF, encontra-se, próximo ao recomendado por Hodgson (1990), que sugere 10 a 12 kg de MS/100 kg PC dia, considerando esta ser uma oferta na qual o consumo de matéria seca de pasto é máximo.

A TL apresentou elevação nos períodos experimentais, fato justificado pelo aumento no peso dos animais, sendo que a taxa de lotação média foi de 1,93 UA/ha.

A composição químico-bromatológica da *Brachiararia brizantha* apresentou variação, possivelmente em virtude do experimento ter sido conduzido na fase de transição da época de seca para a das águas (Tabela 5).

Tabela 5 – Composição química das amostras de *Brachiarias brizantha* obtidas por pastejo simulado nos períodos experimentais

Item	Período					Média
	13/12/09	10/01/10	07/02/10	07/03/10	04/04/10	
MS	26,34	25,22	36,74	24,60	26,80	27,94
CINZA ¹	9,25	8,64	8,93	10,12	9,89	9,37
MO ¹	90,75	91,36	91,07	89,88	90,11	90,63
FDN _{cp} ¹	58,69	59,41	60,54	53,66	59,92	58,44
FDA ¹	32,19	33,17	36,85	29,59	35,45	33,45
PB ¹	8,03	7,04	5,89	8,06	9,89	7,78
PIDIN ¹	1,39	1,07	0,82	1,05	1,57	1,18
PIDA ¹	0,52	0,50	0,52	0,75	0,67	0,59
CIDIN ¹	3,37	3,36	3,69	2,93	3,13	3,30
EE ¹	1,90	2,37	1,97	2,51	2,02	2,15
CHOT ¹	80,99	82,00	83,16	76,14	80,39	80,54
CNF ¹	22,30	22,59	22,62	22,48	20,47	22,09

¹ % da MS

Os teores protéicos apresentaram em média 7,8%, estando acima do valor mínimo de 7,0%, relatado por Minson (1990), para que se tenha uma fermentação ruminal que garanta manutenção do animal.

Os consumos de MS e dos nutrientes das dietas experimentais não foram influenciados ($P>0,05$) pela inclusão de glicerina bruta, com exceção dos consumos de EE e CNF ($P<0,05$) (Tabela 6).

Tabela 6 – Consumos médios diários de nutrientes por novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de inclusão de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (% MS)				Equação de Regressão	CV (%)	r ²
	0,0	3,33	6,66	9,99			
MS _{supl} (kg/dia)	2,75	2,75	2,75	2,75	$\square = 2,75$	14,37	-
MS _{supl} (%PC)	0,73	0,75	0,74	0,76	$\square = 0,76$	10,42	-
MS _{pasto} (kg/dia)	5,07	5,28	5,51	4,95	$\square = 5,20$	13,24	-
MS _{pasto} (%PC)	1,36	1,45	1,52	1,49	$\square = 1,45$	9,56	-
MS _{total} (kg/dia)	7,62	8,03	8,26	7,70	$\square = 7,90$	10,41	-
MS _{total} (%PC)	2,09	2,20	2,26	2,25	$\square = 2,20$	11,95	-
MO (kg/dia)	7,00	7,35	7,54	7,02	$\square = 7,23$	9,59	-
PB (kg/dia)	0,92	0,98	1,01	0,97	$\square = 0,97$	8,94	-
EE (kg/dia)	0,17	0,26	0,36	0,41	$\hat{Y} = 0,1796 + 0,0242x$	8,48	0,86
FDN (kg/dia)	3,04	3,17	3,27	2,94	$\square = 3,10$	12,34	-
FDN (%PC)	0,95	0,96	0,96	0,95	$\square = 0,96$	10,23	-
CNF(kg/dia)	2,84	2,82	2,69	2,49	$\hat{Y} = 2,8931 - 0,035728x$	8,85	0,89
NDT (kg/dia)	4,79	5,02	5,48	5,14	$\square = 5,11$	8,31	-
CED (Mcal/dia)	21,16	22,16	24,22	22,73	$\square = 22,57$	8,31	-
CEM (Mcal/dia)	17,35	18,17	19,86	18,64	$\square = 18,51$	8,31	-

O consumo de matéria seca determina a quantidade de nutrientes disponíveis para o crescimento animal, sendo que os alimentos volumosos, como pasto, participam grandemente da ingestão de matéria seca pelo animal. Como não foi encontrada diferença ($P>0,05$) no consumo de MS do pasto (5,20 kg) e do concentrado (2,7 kg) entre os tratamentos, verifica-se que a inclusão de glicerina no concentrado não provocou nenhum efeito associativo no consumo de forragem.

O consumo de MS total, em kg/dia e %PC, não foi influenciado ($P>0,05$) pela inclusão da glicerina bruta, apresentando valor médio de 7,90 kg e 2,20 %PC, o que está de acordo com Schröder & Südekum (2007), os quais indicam que a glicerina bruta pode ser incluída em até 10% da matéria seca em substituição de fontes de amido rapidamente fermentável, sem afetar negativamente o ambiente ruminal.

Dados semelhantes aos encontrados neste trabalho foram os obtidos por Elizalde et al. (1998) e Detmann et al. (2001), que também não encontraram efeitos sobre o consumo total de matéria seca, utilizando suplementação constituída de fontes energéticas para animais alimentados em pasto.

Segundo Valadares Filho et al. (2010), para bovinos, com ganho médio de 750 g/dia e peso corporal de 350 kg, é necessário um consumo de 0,914 kg/dia de proteína bruta. Como pode-se observar na Tabela 6, independentemente do nível de glicerina utilizado, os animais apresentaram o consumo de proteína próximo ao recomendado, o que pode ser explicado pela ingestão semelhante de matéria seca observada nos tratamentos, visto que as dietas foram isonitrogenadas.

A ingestão de extrato etéreo foi maior ($P<0,05$) em animais submetidos a dietas com níveis mais elevados de glicerina bruta, devido ao alto teor de ácidos graxos presentes neste co-produto (33,63%), especificamente. Existe na literatura variação nos valores de ácidos graxos na glicerina que vão de 0,29% (Kerr et al., 2007) a 46,5% (Lage, 2009), o que pode ser explicado por diferenças nos processos de separação do glicerol e biodiesel. Apesar da maior ingestão de extrato etéreo (0,41kg) pelos animais que receberam níveis mais elevados de glicerina, essa não foi capaz de influenciar o consumo de matéria seca, pois representou 5,28% da dieta, abaixo do limite máximo recomendado de 6,0% (Palmquist & Jenkins, 1980), o qual é capaz de inibir o crescimento de microorganismos ruminais e recobrir a fibra dos alimentos, reduzindo assim a digestão e consumo de matéria seca.

O consumo de carboidratos não fibrosos decresceu linearmente ($P < 0,05$) com a inclusão de glicerina bruta na dieta, isso pode ser justificado devido à substituição do milho pela glicerina, o que provocou redução no teor de carboidratos não fibrosos da dieta, o qual reduziu de 39,57 a 37,59% (Tabela 3).

O teor de FDN tem sido relacionado negativamente com o consumo de matéria seca. Os consumos de FDN não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina nas dietas, apresentando valor médio de 3,10 kg/dia ou 0,96% PC. O consumo de FDN deve estar entre o intervalo de 0,8 e 1,2% PC, segundo Mertens (1994), já que fora desse intervalo pode ocorrer limitação do consumo, em decorrência do efeito de enchimento ruminal. Porém Silva et al. (2009), em compilação de uma série de trabalhos nacionais publicados na área de suplementação de bovinos em pasto, observou que esse limite pode ser ultrapassado quando a dieta apresentar baixa densidade energética, com baixo nível de suplementação ($< 0,5\%$ PC). Sendo assim a ingestão de FDN observado neste trabalho, não foi capaz de afetar o consumo voluntário pela limitação física do rúmen.

Os consumos de energia não foram alterados ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta, os quais apresentaram valores médios de 5,11 kg, 22,57 Mcal e 18,51Mcal, para NDT, ED e EM respectivamente, esse comportamento provavelmente ocorreu devido a glicerina bruta apresenta valor energético semelhante ao do milho (3.500-4.000 kcal/kg), o que proporcionou dieta com quantidades semelhantes de energia. O consumo de NDT (5,11 kg) ficou muito próximo ao preconizado por Valadares Filho et al. (2010) de 4,6 kg/dia para animais criados a pasto.

Os coeficientes de digestibilidade da MS e dos nutrientes das dietas experimentais não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina bruta (Tabela 7). A adição de glicerina ao concentrado em substituição ao milho não alterou a digestibilidade de todos os componentes da dieta entre os tratamentos. Soma-se a esse fato a inexistência de diferença entre o consumo da maioria dos nutrientes, pode-se inferir que a glicerina e o milho são capazes de manter a mesma digestibilidade do pasto devido às mesmas condições ruminiais dos animais.

Tabela 7 – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca (CDMS), matéria orgânica (CDMO), fibra em detergente neutro (CDFDN), proteína bruta (CDPB), extrato etéreo (CDEE), carboidratos não fibrosos (CDCNF) e carboidratos totais (CDCT) com suas respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2)

Item (%)	Inclusão de glicerina (% MS)				Equação de Regressão	r^2	CV (%)
	0,0	3,33	6,66	9,99			
CDMS	61,52	61,51	61,57	60,64	$\square = 61,31$	-	3,55
CDMO	64,71	64,01	64,48	63,31	$\square = 64,12$	-	3,18
CDFDN	56,81	58,77	58,24	54,90	$\square = 57,18$	-	5,91
CDPB	57,49	57,62	58,10	59,26	$\square = 58,29$	-	4,36
CDEE	66,55	70,31	74,28	78,25	$\square = 66,4880 + 1,1729x$	-	7,52
CDCNF	77,21	70,64	73,22	72,46	$\square = 73,38$	-	2,15
CDCT	66,62	62,75	65,00	63,03	$\square = 64,35$	-	3,04

A digestibilidade aparente total da matéria seca e da matéria orgânica não sofreu efeito ($P > 0,05$) da inclusão de glicerina, apresentando valores médios de 61,3% e 64,1%, respectivamente. Estes resultados, eram esperados, uma vez que o consumo de matéria seca e orgânica não foi influenciado pela inclusão de glicerina.

O aumento ($P < 0,05$) na digestibilidade do EE com a inclusão de glicerina bruta, ocorreu provavelmente em detrimento da elevação do consumo de EE, mostrando assim que a inclusão de níveis moderados (5,28%) de lipídeos na dieta, não afeta a taxa de utilização pelos microorganismos do rúmen.

A maior quantidade de lipídeo presente nas dietas dos animais que recebiam níveis mais elevados de glicerina bruta poderia afetar digestibilidade da FDN, já que o excesso de EE inibi o crescimento de bactérias, especialmente as celulolíticas, e protozoários (Tamminga & Doreau, 1991), além de causar o recobrimento físico da fibra, fazendo com que os microorganismos tenham dificuldade em aderir à parede celular (Jenkins & McGuire, 2006). Porém, isso provavelmente não ocorreu, já que como dito anteriormente, o nível de consumo de EE (5,28%) esta abaixo do limite máximo estimado de 6%. Assim, a semelhança na digestibilidade da FDN torna-se importante, uma vez que evidencia a ausência de efeito deletério sobre a utilização da fração fibrosa, independente do nível de inclusão utilizado neste trabalho.

Dados semelhantes aos obtidos neste experimento foram encontrado por Hess et al. (2008), que não verificaram diferenças na digestibilidade da FDN quando adicionaram 15% de glicerina bruta. Considerando que a FDN representa aproximadamente 70% da matéria seca total de forragens tropicais, esta pode ser considerada uma fonte energética de menor custo para os sistemas de produção de

bovinos nos trópicos (Detmann et al., 2004), devendo portanto ser mantido níveis adequados de digestibilidade para que não ocorra comprometimento do desempenho animal.

A digestibilidade da FDN obtida nesta pesquisa de 57,1%, encontra-se, próxima à observada por Sales et al. (2008), alimentando novilhos com diferentes níveis de energia em suplementos múltiplos que obteve valor médio de 57,8%.

Com a inclusão de glicerina nos concentrados foi adicionado pequena quantidade de farelo de soja para manter o teor de proteína das dietas (Tabela 1), o que provavelmente não afetou a digestibilidade da proteína, que apresentou valor médio de 58,3%.

As digestibilidades aparentes dos CNF e CT não foram influenciadas ($P>0,05$) pela inclusão da glicerina bruta, apresentando valores médio de 73,4% e 64,3%, respectivamente. Esse fato pode ser justificado devido a ingestão semelhante de proteína bruta (0,97 kg), já que segundo Russell et al. (1992) fonte nitrogenada é necessária para o crescimento de microrganismos que degradam carboidratos não-fibrosos, uma vez que estes apresentam exigências adicionais em termos de aminoácidos e peptídeos.

Os valores referentes ao desempenho dos animais estão apresentado na Tabela 8.

Tabela 8 - Valores médios de peso corporal inicial (PCI), peso corporal final (PCF), ganho médio diário (GMD) e espessura de gordura (EG) da carcaça de novilhas recebendo suplementos com níveis crescentes de inclusão de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (% MS)				Equação de Regressão	r^2	CV (%)
	0,0	3,33	6,66	9,99			
PCI (kg)	303,14	302,25	297,78	303,00	$\square = 301,54$	-	14,63
PCF (kg)	399,29	392,63	395,11	382,43	$\square = 392,36$	-	11,69
GMD (kg)	0,687	0,646	0,695	0,567	$\square = 0,649$	-	18,71
CA (kg/kg)	11,09	12,43	11,88	13,58	$\square = 12,25$	-	20,53
EG (cm)	3,55	3,58	3,97	4,92	$\hat{Y} = 3,3377 + 0,1348x$	0,83	38,92
AOL (cm ²)	62,22	56,88	59,55	55,66	$\square = 58,58$	-	10,56

A glicerina bruta não afetou o desempenho e a conversão alimentar dos animais ($P>0,05$), os quais apresentaram valores médios de 649 g/dia e 12,25 kg de MS/kg ganho, respectivamente. Estes resultados provavelmente estão relacionados ao consumo de MS total, o qual também não foi influenciado pela inclusão de glicerina bruta (Tabela 6), já que, este é considerado o ponto determinante de aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de manutenção e de ganho de peso dos

animais (Sniffen et al., 1993). Segundo Noller et al. (1996), o consumo de matéria seca produz mais impacto na produção animal que variações na composição química ou na disponibilidade dos nutrientes.

O consumo de MS total semelhante entre os tratamentos não alterou a ingestão de PB e NDT, os quais, como discutido anteriormente, foram capazes de suprir as exigências protéicas e energéticas recomendadas por Valadares Filho et al. (2010), fazendo com que os animais apresentassem o mesmo desempenho.

Os valores de GMD obtidos neste trabalho estão próximos aos 586, 635 e 600 g/dia, obtidos por Moraes et al. (2006), Sales et al. (2008) e Nascimento et al. (2010), respectivamente, utilizando suplementação energética em animais criados a pasto.

Segundo Sainz (1996) a mensuração da área de olho de lombo (AOL) é uma maneira confiável em prever o crescimento muscular, sendo que possui alta correlação com o peso de abate. Como neste trabalho não houve diferença no desempenho dos animais, os quais apresentaram pesos de abate semelhantes, a inclusão de glicerina não afetou a AOL ($P > 0,05$), apresentando valor médio de 58,58 cm². Esse valor foi superior aos 50,83 cm², obtidos por Kazama et al. (2008), utilizando diferentes fontes energéticas na terminação de novilhas mestiças NelorexAngus em confinamento.

A espessura de gordura subcutânea (EG) da carcaça é responsável por formar uma barreira protetora na carne capaz de evitar perda de peso por resfriamento, melhorando assim a qualidade do produto final, já que carcaças com EG maiores evitam carne mais dura e com reduzida suculência, consideradas de baixo valor comercial.

A EG apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) com a adição de glicerina na dieta ($P < 0,05$), o que comprova a possibilidade de alteração da qualidade da carne em função da dieta utilizada. Essa alteração, pode ser explicada, possivelmente pelo fato da glicerina bruta ser constituída principalmente de glicerol (43,9%), e que por ser um substrato gliconeogênico, é capaz de melhorar o aporte energético para o animal, o que eleva sua eficiência em depositar tecido adiposo, conseqüentemente EG.

Os sistemas de terminação de bovinos em pasto são considerados sistemas nos quais não atingem espessura de gordura considerada ideal pelas redes frigoríficas. Menezes et al. (2010) comparando diferentes sistemas de terminação de novilhos, observaram que animais terminados em pastagem temperada e em confinamento apresentaram 4,38 e 4,31 mm de espessura de gordura, respectivamente, valores superiores aos 3,20 mm, obtidos em animais terminados em pastagens tropicais. O

valor encontrado para o nível de 9,99% de glicerina, foi de 4,92 mm, sendo assim, observa-se que é possível atingir níveis elevados de cobertura de gordura na carcaça em animais terminados em pastagens tropicais, com a inclusão de glicerina bruta na dieta. Podendo desta forma ser utilizada como uma ferramenta que consiga melhores preços na comercialização de carcaças mais acabadas.

Conclusões

A inclusão de 9,99% de glicerina bruta na matéria seca da dieta total não altera o consumo de matéria seca, digestibilidade dos nutrientes e desempenho de novilhas em pasto.

Literatura Citada

- 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.
- CASALI, A.O. **Procedimentos metodológicos in situ na avaliação do teor de compostos indigestíveis em alimentos e fezes de bovinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- DETMANN, E.; ZERVOUDAKIS, J.T. ; CABRAL, L.S. et al, Validação de equações preditivas da fração indigestível em detergente neutro em gramíneas tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, V.33, p.1866 – 1875 2004.
- DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T. et al. Suplementação de Novilhos Mestiços durante a Época das Águas: Parâmetros Ingestivos e Digestivos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1340-1349, 2001.
- ELIZALDE, J.C.; CREMIN, J.D.; FAULKNER, D.B. et al. Performance and digestion by steers grazing tall fescue and supplement with energy and protein. **Journal Animal Science**, v.76, n.4, p.1691-1701, 1998.
- EUCLIDES, V.P.B.; MACEDO, M.C.M.; OLIVEIRA, M.P. Avaliação de diferentes métodos de amostragem para se estimar o valor nutritivo de forragens sob pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.21, p.691-702, 1992.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL, 1986. 197p.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. *Journal of Animal Science*. v.81, p. 3226–3232, 2003.
- HESS, B.W.; LAKE, S.L., GUNTER, S.A. Using glycerin as a supplement for forage-fed ruminants. **Journal of Animal Science**, v.86, p.392, (E-Suppl.2), 2008.
- HODGSON, J. **Grazing management science into practice**. Essex: Loughman Group UK Ltda., 1990. 203p.
- JENKINS, T.C.; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, p.1302-1310, 2006.
- JOHNS, A. T. 1953. Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. *N. Z. J. Sci. Technol.* 35:262–269. PYATT, A.; DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.85, p.412, (E-Suppl.), 2007.
- 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.
- KERR, B.J.; HONEYMAN, M.; LAMMERS, P. **Feeding bioenergy coproducts to swine: crude glycerol**. Ames: Iowa State University, 2007. Disponível em: <<http://www.ipic.iastate.edu/publications/IPIC11b.pdf> 2007>. Acesso em: 10 de jul. 2011.

- KUNKLE, W.E.; JOHNS, J.T.; POORE, M.H.; et al. Designing supplementation programs for beef cattle fed forage-based diets. **Proceedings of the American Society of Animal Science**, 2000.
- LAGE, J. F. **Glicerina bruta oriunda da agroindústria do biodiesel na alimentação de cordeiros em terminação**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2009. 47p. dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2009.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.
- MENEZES, L. F. G., RESTLE, J., BRONDANI, I. L., SILVEIRA, M. F., FREITAS, L. S., PIZZUTI, L. A. D. Características da carcaça e da carne de novilhos superjovens da raça Devon terminados em diferentes sistemas de alimentação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.3, p.667-676, 2010
- MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Lincoln: American Society of Agronomy, 1994. p.450-493.
- MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.
- MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.
- MORAES, E.H.B.K.; PAULINO, M.F.; ZERVOUDAKIS, J.T.; et al. Associação de diferentes fontes energéticas e protéicas em suplementos múltiplos na recria de novilhos mestiços sob pastejo no período da seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.3, p.914-920, 2006.
- NASCIMENTO, M. L., PAULINO, M. F., DETMANN, E., LEÃO, M. I., VALADARES FILHO, S. C., HENRIQUES, L. T. Fontes de energia em suplementos múltiplos para novilhos em pastejo durante o período das águas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.4, p.861-872, 2010.
- NOLLER, C.H.; NASCIMENTO JR., D.; QUEIROZ, D.S. Exigências nutricionais de animais em pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1996, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Fealq, 1996. p.319-52.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450p.
- 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, p.653-657, 2009.

- PAULINO, M.F., DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica?. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PAULINO, M.F.; FIGUEIREDO, D.M.; MORAES, E.H.B.K. et al. Suplementação de bovinos em pastagens: Uma visão sistêmica. In: IV Simpósio de produção de gado de corte, IV, Viçosa, MG, **Anais...** Viçosa: UFV, 2004. p.93-144.
- PYATT, A.; DOANE, P.H.; CECAVA, M.J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. **Journal of Animal Science**, v.85, p.412, (E-Suppl.), 2007.
- RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.
- SAINZ, R.D. Qualidade de carcaças e de carnes de ovinos e caprinos. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 33, 1996, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1996. p.3-14.
- SALES, M. F. L., PAULINO, M. F., PORTO, M. O., VALADARES FILHO, S. C., ACEDO, T. S., COUTO, V. R. M. Níveis de energia em suplementos múltiplos para terminação de novilhos em pastagem de capim-braquiária no período de transição águas-seca. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.4, p.724-733, 2008.
- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.O.H. **Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets of ruminants**. Kiel: University of Kiel, 2007. Available at: <<http://regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>>. Accessed on: 10 jul. 2011.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S.; ROE, M.B.; SKIDMORE, A.L.; BLACK, J.R. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3160-3178, 1993.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, F. F., SÁ, J. F., SCHIO, A. R., ÍTAVO, L. C. V., SILVA, R. R., MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, p.371-389, (supl. especial) 2009.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S.; ROE, M.B.; SKIDMORE, A.L.; BLACK, J.R. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3160-3178, 1993.
- SNIFFEN, C.J., O'CONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: JOUANY, J.P. (Ed.) **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1991. p.151-164.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análise estatística e genética**. Versão 8.0. Viçosa, MG. 2000.

- VALADARES FILHO, S.C.; MARCONDES, M. I.; CHIZZOTTI, M. L.; PAULINO, P.V.R. **Exigências nutricionais de zebuínos puros e cruzados BR-Corte**. 2.ed. Viçosa: UFV, DZO, 2010. 193p.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo**. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). Anais do Simpósio da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006, v. 35, p. 291-322.
- VERSEMANN, B. A., B. R. WIEGAND, M. S. KERLEY, J. H. PORTER, K. S. ROBERTS, AND H. L. EVANS. Dietary inclusion of crude glycerol changes beef steer growth performance and intramuscular fat deposition. **Journal of Animal Science**, v..86, p.478, 2008.
- WEISS, W.P. Energy prediction equations for ruminant feeds. In: CORNELL NUTRITION CONFERENCE FOR FEED MANUFACTURERS, 61, 1999, *Proceedings...* Ithaca: Cornell University, p.176-185, 1999.
- WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1994.

Composição química e composição em ácidos graxos da carne de novilhas alimentadas com glicerina bruta na suplementação em pastagem

Resumo - Objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da suplementação com glicerina bruta sobre a composição química e a composição em ácidos graxos da carne de novilhas criadas em pasto. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 226,7 kg e 11 meses de idade, suplementadas durante 154 dias. Os animais foram mantidos em sistema de produção em pasto. Os tratamentos testados foram 0,0, 3,33, 6,66 e 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho. As concentrações de umidade, cinzas e proteína do músculo *Longissimus dorsi* não apresentaram diferença ($P>0,05$) com a inclusão da glicerina. O teor de gordura total da carne foi aumentado com a adição de glicerina na dieta ($P<0,05$). A deposição na carne dos ácidos graxos margárico (17:00), 8-heptadecenóico (17:01), vacênico (18:1n-7t) e CLA (18:2-c9-t11) aumentou ($P<0,05$), enquanto a de pentadecenóico (15:01) diminuiu ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta. Os demais ácidos graxos não foram alterados pela adição da glicerina. Os teores totais de ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos n-6, ácidos graxos n-3, razão AGPI:AGS e n-6:n-3 não foram influenciados ($P>0,05$).

Palavras-chave: ácido linoléico conjugado, ácidos graxos insaturados, ácidos graxos saturados, composição lipídica.

Chemical composition and fatty acid composition of beef heifers fed crude glycerin supplementation on grazing

Abstract - The objective of this study was to evaluate the effect of crude glycerin supplementation on the chemical composition and fatty acid composition of beef heifers raised on pasture. 36 crossbred heifers were used, with initial average weight of 226.7 kg and 11 months, supplemented during 154 days. The animals were kept in pasture production system. The treatments tested were 0.0, 3.33, 6.66 and 9.99% crude glycerin inclusion in the total dry matter in replacement of corn. The concentrations of moisture, ash and protein the Longissimus dorsi did not differ ($P > 0.05$) with the addition of glycerin. The total fat content of meat was increased with the addition of glycerin in the diet ($P < 0.05$). The deposition of fatty acids in meat Daisy (17:00), 8-heptadecenóico (17:01), vacênico (18:1 n-7t) and CLA (18:2 c9-t11-) increased ($P < 0.05$), while the pentadecenóico (15:01) decreased ($P < 0.05$) with the inclusion of glycerol in the diet. The other fatty acids were not altered by the addition of glycerin. The total content of saturated fatty acids (SFA), unsaturated (UFA), monounsaturated (MUFA), polyunsaturated (PUFA), n-6 fatty acids, fatty acids n-3 PUFA ratio: SFA and n-6: n-3 were not affected ($P > 0.05$).

Keywords: conjugated linoleic acid, unsaturated fatty acids, saturated fatty acids, lipid composition.

Introdução

Atualmente, em razão das exigências do mercado consumidor, se faz necessário fornecimento de carne com qualidade constante. Nesse sentido, segundo Luchiari Filho (2000), para atender essa necessidade, a carne deve apresentar elevada proporção de músculos e quantidade mínima de gordura para que se garanta a suculência e o sabor ótimo da mesma. Essas gorduras, compostas por ácidos graxos, têm recebido atenção devido às implicações na saúde humana e nas características de qualidade da carne, pois os lipídeos e ácidos graxos saturados, quando consumidos em quantidades elevadas, aumentam a possibilidade de aparecimento de doenças cardiovasculares (Katan & Mensink, 1993), o que de forma contrária ocorre com os ácidos graxos poliinsaturado, ou seja, oferecem proteção ao sistema cardiovascular (Tapiero et al., 2002).

Avaliando sistemas de criação, French et al. (2000) demonstraram que animais criados em pasto apresentam carne com composição lipídica mais benéfica à saúde humana que animais terminados em confinamento.

O sistema de produção de carne no Brasil está baseado no uso de pastagens, e essas apresentam produção de forma estacional, o que, conseqüentemente, acarreta desequilíbrio dietético de nutrientes para os animais, mais especificamente com baixo fornecimento de energia digestível. Para que se possa contornar esse problema, o uso da suplementação aparece como uma alternativa capaz combater o desequilíbrio, fornecendo nutrientes em quantidade necessária para suprir as exigências dos animais, produzindo carcaças de melhor qualidade. E, para que essa estratégia se torne economicamente viável, é necessária inclusão de alimentos alternativos, mais baratos que os comumente utilizados como farelo de soja e milho.

A crescente preocupação mundial com o meio ambiente, juntamente com a busca por fontes de energia renováveis, coloca o biodiesel no centro das atenções e interesses. O biodiesel é produzido por meio de transesterificação, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal.

Com a expansão das indústrias de biocombustíveis há elevada produção de glicerina bruta, que é um coproduto que se apresenta como uma valiosa fonte de energia nas dietas de ruminantes. Apesar dessa fonte apresentar um grande potencial de uso, algumas questões ainda não são totalmente esclarecidas, como a sua manipulação, níveis de inclusão, valor nutricional e seu efeito na qualidade da carne de ruminantes.

Sendo assim, objetivou-se, com este trabalho, avaliar o efeito da suplementação com glicerina bruta sobre a composição química e em ácidos graxos da carne de novilhas criadas em pasto.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Princesa do Mateiro, Ribeirão do Largo, BA. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças Holandês x Zebu, com peso inicial médio de 226,7 kg e 11 meses de idade. O período experimental foi de 154 dias, sendo 14 deles destinados a adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais. Os animais foram mantidos em sistema de produção em pasto, em pastejo rotacionado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em área de 14 ha, divididos em oito piquetes de mesma área.

Os tratamentos testados foram: G0 = 0,0% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total, em substituição ao milho; G3,33 = 3,33% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total, em substituição ao milho; G6,66 = 6,66% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total, em substituição ao milho; G9,99 = 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total, em substituição ao milho.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) para serem isoprotéicas e isoenergéticas, fornecidas, diariamente, às 10 horas (Tabela 1), com relação volumoso:concentrado de 60:40%.

Foi adotado o método de lotação rotativa com mesma carga animal, usando oito piquetes. Os animais foram rotacionados semanalmente entre os piquetes, visando a eliminação de possíveis efeitos de ambiente sobre os tratamentos.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos com base na matéria natural

Ingrediente (%)	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0,0	3,33	6,66	9,99
Milho grão	90,7	78,8	66,5	55,0
Farelo de Soja	2,9	5,0	7,2	9,3
Glicerina	0,0	9,7	19,6	28,9
Uréia	2,9	2,9	2,9	3,0
Mineral ¹	1,5	1,5	1,6	1,6
Calcário	1,4	1,4	1,3	1,3
Fosfato	0,6	0,7	0,9	1,0

¹ Composição percentual: Cloreto de sódio (NaCl), 47,15; Fosfato bicálcico, 50; Sulfato de zinco, 1,5; Sulfato de cobre, 0,75; Sulfato de cobalto, 0,05; Iodato de potássio, 0,05; Sulfato de magnésio, 0,5

A composição bromatológica da forragem e dos suplementos utilizados foi determinada conforme metodologias descritas por Silva & Queiroz (2002). Os carboidratos totais (CT) foram obtidos por intermédio da equação: $100 - (\%PB + \%EE + \%Cinzas)$ (Sniffen et al., 1992), enquanto os carboidratos não-fibrosos (CNF), pela diferença entre CHOT e FDN. Os resultados das análises bromatológicas da forragem, dos suplementos e da dieta total encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2 – Composição química da *Brachiaria brizantha*, suplementos e das dietas totais

Ingrediente (%)	Brachiaria brizantha	Inclusão de glicerina (% MS)			
		0	3,33	6,66	9,99
Matéria seca (%)	27,94	92,3	93,2	93	92,15
Proteína bruta, (%)	7,78	17,68	17,94	18,3	18,55
Extrato etéreo (%)	2,15	2,53	5,36	8,62	11,08
FDN _{cp} , (%)	62,92	11,02	8,9	6,79	6,2
FDA, (%)	33,45	4,72	4,63	4,57	3,65
Cinzas, (%)	9,37	4,95	5,29	5,79	6,43
NDT (%) ¹	64,89	84,60	88,37	92,61	95,19
<i>Dieta total</i>					
Proteína bruta (%)		12,17	12,25	12,23	12,5
Extrato etéreo (%)		2,28	3,27	4,42	5,28
FDN _{cp} (%)		39,94	39,65	39,98	38,75
FDA (%)		23,31	22,74	22,46	21,78
Cinzas (%)		6,04	5,96	5,99	5,88
NDT (%) ¹		72,94	74,35	75,73	77,20

¹ Estimado segundo NRC (2000)

Os animais foram pesados no início e no final do experimento e a cada 28 dias, para avaliação do ganho médio diário de peso corporal (GMDPC) e ajuste do fornecimento do suplemento. As pesagens foram precedidas de jejum alimentar de 12 horas.

Ao final do período experimental (240 dias), quando as novilhas apresentaram peso corporal de 392,36 kg, foram submetidas a jejum de sólidos de 24 horas e, posteriormente, abatidas. Logo após o abate, as carcaças foram identificadas e pesadas para avaliação do peso e rendimento de carcaça quente. Posteriormente, as mesmas foram resfriadas por de 24 horas, a 2 °C, novamente pesadas para determinação do peso do rendimento de carcaça fria. Após o resfriamento, uma seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 11^a e 13^a costelas de cada meia-carcaça esquerda, foi retirada e

encaminhada ao Laboratório de Métodos de Separações Químicas do Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia.

Para análise química, estas amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, foi retirada a gordura de cobertura das mesmas e o músculo foi moído para determinação dos teores de umidade, cinzas e proteína bruta, segundo metodologia da AOAC (1980).

A extração para análise lipídica dos concentrados, forragem e da glicerina (Tabela 3) seguiu a metodologia proposta por Folch, Lees e Stanley (1957).

Tabela 3 – Composição dos ácidos graxos (%) da *Brachiaria brizantha*, da glicerina bruta e das dietas experimentais

Ác. Graxo	Inclusão de Glicerina (%MS)				<i>Brachiaria brizantha</i>	Glicerina
	0	3,33	6,66	9,99		
14:00	0,80	0,41	0,40	0,33	0,70	0,81
14:01	0,00	0,02	0,03	0,05	0,00	0,18
15:00	0,00	0,08	0,05	0,04	0,22	0,03
16:00	15,88	17,81	17,04	17,50	23,01	20,18
16:01	0,50	0,69	0,71	0,83	1,3	1,48
17:00	0,13	0,17	0,14	0,16	0,23	0,27
17:01	0,04	0,04	0,16	0,22	0,03	0,01
18:00	4,59	4,25	4,20	4,74	1,95	5,12
18:1n-9c	29,95	30,42	28,88	27,44	2,87	22,29
18:1n-7t	0,94	1,47	1,90	2,09	0,40	0,96
18:2n-6	44,78	42,13	44,01	43,83	14,33	45,69
18:3n-6	0,65	0,55	0,51	0,60	0,18	0,32
18:3n-3	1,01	1,35	1,28	1,43	53,52	1,73
20:0	0,00	0,04	0,09	0,13	0,00	0,44
20:1	0,11	0,13	0,11	0,16	0,74	0,08
22:1n-9	0,44	0,33	0,28	0,32	0,52	0,17
20:4n-6	0,10	0,08	0,15	0,06	0,08	0,00
20:3n-6	0,00	0,004	0,007	0,011	0,00	0,04
24:00	0,000	0,005	0,010	0,014	0,00	0,05
AGS	21,49	22,80	21,97	22,95	27,15	27,07
AGMI	31,97	33,07	32,03	31,06	5,87	25,00
AGPI	46,53	44,11	45,97	45,94	68,1	47,77
n-6	45,53	42,76	44,68	44,44	14,5	46,00
n-3	1,01	1,35	1,28	1,43	53,52	1,73
n-6/n-3	45,29	31,88	35,61	31,44	0,27	26,60
AGPI/AGS	2,16	1,94	2,12	2,02	2,51	1,77

Para determinação da composição em ácidos graxos, fez-se inicialmente a extração da fração lipídica da carne segundo Bligh & Dyer (1959). A transesterificação dos triacilgliceróis (TAG) para obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi

realizada conforme o método 5509 da ISO (1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por meio do cromatógrafo a gás Thermo Finigan Trace, com detector de ionização de chama (DIC). Foram programadas cinco rampas de temperatura, iniciando a 160 °C e finalizando a 240 °C. As temperaturas do injetor e detector foram de 250 °C e 280 °C, respectivamente. O fluxo do gás de arraste 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 pico 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 retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA) e após verificação do comprimento equivalente de cadeia.

Os resultados foram interpretados estatisticamente por meio de análises de variância e regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (UFV, 2000).

Resultados e Discussão

As concentrações de umidade, cinzas e proteína da carne não apresentaram diferença ($P > 0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta (Tabela 4). Os valores médios encontrados de umidade (71,36%), cinzas (1,15%) e proteína (21,17%) estão muito próximos aos encontrados na literatura, uma vez que essas características apresentam baixas variações no músculo *Longissimus dorsi* de bovinos, mesmo em diferentes condições de terminação, alimento, raça e idade (Mills et al., 1992; Silva et al., 2001; Marques et al., 2006).

Tabela 4 - Composição química do músculo *longissimus dorsi* de novilhas mestiças recebendo diferentes níveis de inclusão de glicerina no suplemento em pastagem de *Brachiaria brizantha*

Item (%)	Inclusão de glicerina (%MS)				Equação de regressão	r ²	CV (%)
	0,0	3,33	6,66	9,99			
Umidade	71,06	71,50	71,88	71,01	□ = 71,36	-	1,32
Cinzas	1,13	1,16	1,17	1,14	□ = 1,15	-	5,37
Proteína bruta	20,99	21,83	21,88	20,79	□ = 21,17	-	4,65
Lipídeos	2,10	2,39	2,57	2,95	Ŷ = 2,09618 + 0,0821585x	0,98	18,57

O teor de lipídeo da carne foi aumentado com a adição de glicerina na dieta ($P < 0,05$), o que comprova a possibilidade de alteração da qualidade da carne em função

da dieta utilizada. Esse aumento no teor de lipídios intramuscular é decorrente de maior grau de acabamento das carcaças proporcionado pela inclusão da glicerina bruta, já que esta possuiu em sua composição 43,9% de glicerol, que no conteúdo ruminal resulta na formação de propionato, o qual é precursor da glicose. Com isso, o aumento na proporção de propionato, foi capaz elevar a deposição de gordura intramuscular, já que esta necessita de glicose como fonte de carbono para que possa ser depositada.

Segundo Owens et al. (1993), a deposição da gordura intramuscular é em função do crescimento animal e este é sempre a última a ser depositada. Sendo assim, a maior ou menor deposição de gordura intramuscular estará relacionada com o grau de acabamento da carcaça e esta é dependente da espessura de gordura de cobertura.

Valor muito baixo de gordura intramuscular provoca redução da maciez e da suculência da carne, o que pode provocar rejeição por parte dos consumidores. Campion et al. (1975) consideram que o teor mínimo de gordura na carne, capaz de proporcionar maciez e suculência, está entre 2,9-3,0%. A inclusão de glicerina na dieta foi capaz de atingir esses teores, apresentando valores de 2,95% de gordura, no nível mais elevado de inclusão (9,99%), superior aos 2,10% obtidos na dieta controle.

A deposição, na carne, dos ácidos graxos margárico (17:00), 8-heptadecenóico (17:01), vacênico (18:1*n-7t*) e CLA (18:2-*c9-t11*) aumentou ($P<0,05$), enquanto a do pentadecenóico (15:01) diminuiu ($P<0,05$) com a inclusão de glicerina na dieta. Os demais ácidos graxos não foram alterados pela adição de glicerina (Tabela 5).

Entre os componentes lipídicos, os ácidos graxos saturados são os que oferecem maiores riscos à saúde humana. Dentre estes os encontrados na carne bovina, que exigem maior atenção, são, geralmente, os ácidos palmítico (16:0), mirístico (14:0) e láurico (12:0), por serem considerados hipercolesterêmicos, elevando os níveis do colesterol LDL (colesterol ruim) na corrente sanguínea. No presente trabalho esses três ácidos não foram influenciados pela inclusão de glicerina bruta nas dietas. Dentre os três ácidos, o C16:0 é encontrado em maior quantidade no músculo, com valor médio de 26,84%, semelhantes ao 27,01% e 29,62% obtidos por Macedo et al. (2007) e Fernandes et al. (2009b), respectivamente utilizando novilhas. Porém, as atuações dos ácidos graxos saturados diferem entre si, pois o ácido esteárico (18:00), um dos ácidos graxos saturados encontrado em maior proporção nas amostras analisadas (17,25%), apresenta efeito neutro sobre o colesterol plasmático em humanos (Bonanome & Grundy, 1988). O 18:00, além de ser considerado neutro, possui características

relacionadas à textura e sabor. O 18:0, produto final da biohidrogenação ruminal, não foi influenciado pela inclusão de glicerina, com valor médio de 17,25%, o que pode ser atribuído ao fornecimento semelhante de ácido oléico (18:1n9) nas dietas (Tabela 3), já que as bactérias ruminais hidrogenam o ácido oléico em ácido esteárico (Harfoot & Hazlewood, 1997).

Tabela 5 – Composição em ácidos graxos do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças alimentadas diferentes níveis de inclusão de glicerina na suplementação, em pastagem de *Brachiaria brizantha* com as respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2)

Item	Inclusão de glicerina (% MS)				Equação de regressão	r^2	CV (%)
	0,0	3,33	6,66	9,99			
10:00	0,04	0,07	0,07	0,06	$\square = 0,06$	-	52,3
12:00	0,08	0,10	0,11	0,11	$\square = 0,10$	-	31,1
14:00	3,08	3,60	3,75	3,64	$\square = 3,52$	-	25,0
14:01	0,47	0,56	0,74	0,69	$\square = 0,62$	-	28,6
15:00	0,31	0,34	0,38	0,47	$\square = 0,38$	-	35,4
15:01	0,19	0,21	0,17	0,15	$\hat{Y} = 0,206824 - 0,00528321x$	0,68	24,2
16:00	26,52	27,26	27,88	25,71	$\square = 26,84$	-	10,5
16:01	2,79	2,90	3,04	2,93	$\square = 2,92$	-	21,3
17:00	0,77	0,90	0,88	1,11	$\hat{Y} = 0,764294 + 0,0301133x$	0,81	15,8
17:01	0,72	0,77	0,82	1,01	$\hat{Y} = 0,691308 + 0,0278458x$	0,86	21,7
18:00	17,40	17,18	15,96	18,45	$\square = 17,25$	-	13,8
18:1n-7t	1,52	1,91	1,75	2,85	$\hat{Y} = 1,44265 + 0,114067x$	0,71	22,8
18:1n-9c	38,26	37,19	37,66	38,60	$\square = 37,92$	-	9,6
18:2n-6	3,18	3,15	3,33	3,11	$\square = 3,19$	-	24,1
18:2-c9-t11	0,37	0,43	0,55	0,80	$\hat{Y} = 0,330360 + 0,0416150x$	0,91	32,3
18:2-t10-c12	0,07	0,08	0,05	0,06	$\square = 0,06$	-	68,3
18:3n-3	0,48	0,43	0,47	0,36	$\square = 0,44$	-	39,0
20:3n-6	0,31	0,26	0,27	0,23	$\square = 0,27$	-	35,2
20:3n-3	1,27	0,99	1,06	1,02	$\square = 1,09$	-	42,8
20:4n-6	0,18	0,07	0,07	0,06	$\square = 0,10$	-	34,0
20:5n-3	0,27	0,24	0,21	0,27	$\square = 0,25$	-	46,1
22:5n-3	0,49	0,38	0,44	0,37	$\square = 0,42$	-	46,5
22:6n-3	0,11	0,09	0,05	0,06	$\square = 0,08$	-	43,9

Na maioria dos mamíferos, a presença de ácidos graxos de cadeia ímpar é pequena, resumindo-se aos 15:0 e 17:0. Nos animais ruminantes, estes são formados pela síntese *de novo*, a partir do ácido propiônico, produzido no processo de fermentação ruminal. O ácido pentadecênico (15:01) reduziu, enquanto os ácidos margárico (17:00) e 8-heptadecênico (17:01) aumentaram, com a inclusão da glicerina na dieta. Essas variações podem ser atribuídas, já que segundo Trabue et al. (2007),

80% do glicerol é metabolizado no rúmen após 24 horas, e é fermentado principalmente a propionato, resulta no decréscimo da relação acetato:propionato no rúmen, aumentando a produção de propionato no rúmen com inclusão de glicerina na dieta.

Com relação ao ácido palmitoléico (16:1), este não diferiu entre os tratamentos, apresentando concentração média de 2,92%. Os efeitos do 16:1 *c*9, no entanto, ainda não foram identificados com precisão pela comunidade científica, mas, aparentemente, não possui atuação no metabolismo hepático das lipoproteínas de baixa densidade (LDL).

Houve aumento do ácido vacênico (18:1*n*-7*t*) com os níveis testados. Isso deve-se, possivelmente, ao aumento da participação da glicerina na dieta, a qual possui elevada concentração desse ácido graxo, o que aumentou sua ingestão. Isso pode ser justificado, já que a etapa final da biohidrogenação completa é dada por mais uma redução do ácido vacênico, produzindo o ácido esteárico (18:0) e, segundo Kadzere & Jingura, (1993), essa redução é geralmente a etapa limitante, havendo, assim, freqüente acúmulo de ácidos graxos *trans* no rúmen, como ocorreu nesta pesquisa.

O ácido vacênico-*trans* (18:1*n*-11*t*) é um importante precursor para a formação do ácido linoléico conjugado (CLA) nos tecidos. Por ser um produto intermediário no processo da biohidrogenação do ácido linoléico (18:2 *n*-6) no rúmen, após ser absorvido, este ácido graxo pode ser transformado em CLA (18:2 *c*9, *t*11) nos tecidos dos ruminantes, por meio da enzima delta-9-dessaturase (Griinari et al., 2000).

A concentração de CLA no músculo aumentou ($P < 0,05$) com a inclusão da glicerina na dieta, a qual apresentou elevação de 0,37% para 0,80%, aumento de 116%. Isso ocorreu devido a inclusão de glicerina, que proporciona, aumento dietético nos teores dos ácidos graxos poliinsaturados, principalmente linoléico, que não teve completa biohidrogenação ruminal, o que provocou maior absorção desse nos tecidos, e que pela ação das enzimas dessaturase foi transformado em CLA. Além disso, outro fator que pode ter contribuído para valores elevados de CLA foi o fornecimento de, aproximadamente, 40% de concentrado na dieta, o que, possivelmente, deprimiu a proporção de microorganismos fibrolíticos no rúmen, não permitindo total biohidrogenação das moléculas de ácidos linoléico da dieta. Os valores obtidos de CLA (0,80%) com o nível mais alto de glicerina, neste trabalho, foram superiores aos obtidos em pesquisas utilizando fêmeas (0,40%: Kazama et al. (2008); 0,56%: Fernandes et al. (2009b); 0,31%: Macedo et al. (2007)) e machos (0,30%: Abrahão et al. (2008); 0,50%:

Rossato et al. (2010); 0,25%: de Metz et al. (2009); 0,43%: Rossato et al. (2009); 0,46%: Fernandes et al. (2009a)).

Como discutido anteriormente, a glicerina pode ser utilizada para elevar os teores de CLA, já que estes geralmente apresentam baixos valores na carne de bovinos, e que, embora presentes em pequena quantidade, possuem propriedades benéficas à saúde humana, como anticarcinogênica, antidiabética e redução do desenvolvimento de arterosclerose (Rainer e Heiss, 2004).

O ácido oléico (18:1*n*-9*c*) reconhecido por seu efeito hipocolesterolêmico, foi o ácido graxo monoinsaturado predominante no músculo *Longissimus dorsi*, apresentando valor médio de 37,92% do total de lipídios, valor semelhante aos 41,24% encontrados em novilhas mestiças por Macedo et al. (2007).

Os ácidos graxos poliinsaturados classificados como essenciais, linoléico (18:2*n*-6) e alfa linolênico (18:3*n*-3), devem ser ingeridos na alimentação, pois as células dos mamíferos não têm a capacidade de sintetizá-los (Moreira et al., 2003). As concentrações dos ácidos linoléico (3,19%) e linolênico (0,44%) não foram alteradas pela adição de glicerina, estando estes valores próximos aos obtidos por Macedo et al. (2007) com fêmeas mestiças, de 3,33% e 0,53%, respectivamente.

Não foram observadas diferenças significativas ($P > 0,05$) para os ácidos aracdônico (20:4*n*-6), eicosapentaenóico - EPA (20:5*n*-3), docosapentaenóico - DPA (22:5*n*-3) e docosahexaenóico - DHA (22:6*n*-3), apresentando valores médios de 0,10, 0,25, 0,42 e 0,08, respectivamente. Por meio de uma série de reações orgânicas, sob a regulação de um intrincado complexo enzimático, ação de enzimas alongases e dessaturases presentes no retículo endoplásmico das células, os ácidos graxos de cadeia longa são sintetizados. O ácido linoléico, que pertence à série ômega-6, dá origem, entre outros, ao ácido araquidônico. O ácido linolênico, que pertence e dá origem à série ômega-3, permite a formação de três importantes ácidos graxos de cadeia longa: o ácido eicosapentaenóico - EPA (20:5*n*-3), o ácido docosapentaenóico - DPA (22:5*n*-3) e o ácido docosahexaenóico - DHA (22:6*n*-3).

Os teores totais de ácidos graxos saturados (AGS), insaturados (AGI), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos *n*-6, ácidos graxos *n*-3, relação AGPI:AGS e *n*-6:*n*-3 não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de glicerina na dieta (Tabela 7).

Tabela 7 – Proporção (%) de ácidos graxos saturados (AGS), monoinsaturados (AGMI), poliinsaturados (AGPI), ácidos graxos n-6, ácidos graxos n-3, relação AGPI:AGS e n-6:n-3 do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas mestiças recebendo diferentes níveis de inclusão de glicerina na suplementação em pastagem de *Brachiaria brizantha* com as respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (r^2)

Item	Inclusão de Glicerina (% MS)				Equação de Regressão	CV (%)
	0,0	3,33	6,66	9,99		
AGS	48,21	49,46	49,36	49,54	$\square = 49,14$	8,22
AGMI	43,86	43,65	43,78	46,24	$\square = 44,38$	15,35
AGPI	6,07	5,47	5,62	6,33	$\square = 5,87$	32,31
AGPI:AGS	0,14	0,12	0,13	0,13	$\square = 0,13$	29,34
n-6	3,67	3,48	3,63	3,40	$\square = 3,54$	33,16
n-3	2,61	2,08	2,03	2,07	$\square = 2,20$	31,48
n-6/n-3	1,54	1,72	1,96	1,67	$\square = 1,72$	29,79

Os lipídios dos ruminantes, de maneira geral, são caracterizados por apresentarem altas proporções de AGS e baixa razão entre AGPI:AGS (French et al., 2000), o que está de acordo com esta pesquisa, que apresentou valores de AGS (49,14%) e relação AGPI:AGS (0,13). Estes dados são superiores aos obtidos por Silva et al. (2003), que foi de 44,89% e 0,09, respectivamente, para AGS e relação AGPI:AGS do músculo de novilhas mestiças. Os altos valores de AGS devem-se principalmente, à contribuição dos 16:00 (28,84%) e 18:00 (17,25%), os quais, somados (46,09%), representam 93,7% do total de AGS.

A razão AGPI:AGS encontrada neste trabalho foi 0,13 e está abaixo do valor recomendado pelo Department of Health (1994), que é de 0,45. Esta razão AGPI:AGS, abaixo da recomendada, ocorreu devido aos altos teores do C18:00, como citado anteriormente, já que este é o principal produto formado da biohidrogenação ruminal completa dos AGPI.

Os AGMI não foram influenciados pela inclusão de glicerina apresentando valores de 44,38% dos lipídios totais, dos quais 37,92% eram ácido oléico (18:1n-9c), representando 85,4% do total de AGMI. Os valores de AGMI, obtidos neste experimento, estão próximos aos 43,12% encontrados por Kazama et al. (2008), os quais testaram diferentes fontes energéticas na dieta de novilhas mestiças em confinamento.

Os AGPI foram compostos quase que exclusivamente por ácidos graxos da família n-6 e n-3. 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). Porém, 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 à deficiência de derivados $n-3$ (Ewin, 1997).

Segundo Hu (2001), os ácidos graxos $n-6$ e $n-3$ desempenham um importante papel na redução dos riscos de doenças coronarianas. A inclusão de glicerina na dieta não afetou as concentrações dos ácidos graxos $n-6$ e $n-3$, os quais apresentaram valores de 3,54% e 2,24%, respectivamente. Esse fato deve-se à semelhança encontrada nas concentrações de todos os ácidos $n-3$ e $n-6$ presentes na carne, que, quando somados, não apresentaram diferenças. Valores semelhantes também foram encontrados por Rossato et al. (2009), de 4,63% de $n-6$ e 2,71% de $n-3$, na carne de animais terminados em pasto.

A relação $n-6/n-3$ não foi influenciada ($P>0,05$) pela inclusão da glicerina, com valor médio de 1,72, valor semelhante aos citados na literatura obtidos por animais terminados em pasto. A razão $n-6/n-3$ é mais influenciada pelo efeito da dieta, verificando-se que, em animais terminados em pasto, a razão varia de 1,4 a 2,0 e em animais terminados com concentrado, de 6,0 a 10 (Garcia et al., 2008), pois as gramíneas são ricas em $18:3n-3$ e os grãos em $18:2n-6$ (Boufaied et al., 2003). Na dieta humana, o consumo de alimentos com quantidade adequada de ácidos graxos poliinsaturados é muito importante, pois reduz os níveis séricos de colesterol. Entretanto, dietas com elevadas quantidades de ácidos graxos da série $n-6$ ou razão $n-6/n-3$ elevada, acima de 4, (Department of health, 1994) podem aumentar a produção de tromboxanos e leucotrienos que, em excesso, são relacionados a doenças como trombooses, arritmias, artrite, asma e psoríase (Tapiero et al., 2002).

Conclusão

A inclusão de glicerina na dieta eleva o teor de lipídeos totais do músculo *Longissimus dorsi* de novilhas e promove alterações desejáveis na composição química em ácidos graxos, eleva os teores de ácidos graxos linoléico conjugado ($18:2\ c9\ t11$) e proporciona carne com razão $n-6/n-3$ considerada saudável.

Literatura Citada

- ABRAHÃO, J. J. S., MARQUES, J. A., MACEDO, L. M., PRADO, J. M., VISANTAINER, J. V., PRADO, I. V. Composição química e perfil de ácidos graxos do músculo Longissimus de bovinos de diferentes grupos genéticos terminados em confinamento. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v. 30, n. 4, p. 443-449, 2008.
- AOAC. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington: AOAC, 1980, 1015p.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, v.37, p.911-917, 1959.
- BONANOME, A.; GRUNDY, S.M. Effect of dietary steric acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. **N. England Journal Medicine**, v.318, n.12, p.1244-1249, 1998.
- BOUFAIED, H.; CHOUINARD, P.Y.; TREMBLAY, G.F. et al. Fatty acids in forages. I Factors affecting concentrations. **Canadian Journal of Animal Science**, v.83, p.501-511, 2003.
- CAMPION, D.R.; CROUSE, J.D.; DIKEMAN, M.E. Predictive value of USDA beef quality grade factors for cooked meat palatability. **Journal of Food Science**, v.40, p.1225-1228, 1975.
- DEPARTAMENT OF HEALTH . **Nutritional Aspects of Cardiovascular Disease** - Report on Health and Social Subjects. HMSO. London, n 46. 1994.
- EWIN, J. (1997). **O lado sadio das gorduras**. Rio de Janeiro: Campus. p.162.
- FERNANDES, A. R. M., SAMPAIO, A. A. M., HENRIQUE, W., OLIVEIRA, E. A. A., OLIVEIRA, R. V., LEONEL, F. R. Composição em ácidos graxos e qualidade da carne de tourinhos Nelore e Canchim alimentados com dietas à base de cana-de-açúcar e dois níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p.328-337, 2009a.
- FERNANDES, A. R. M., SAMPAIO, A. A. M., HENRIQUE, W., TULLIO, R. R., OLIVEIRA, E. A., SILVA, T. M. Composição química e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos de diferentes condições sexuais recebendo silagem de milho e concentrado ou cana-de-açúcar e concentrado contendo grãos de girasso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.4, p.705-712, 2009b.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F. et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v.78, p.2849-2855, 2000.
- GARCIA, P.T.; PENSEL, N.A.; SANCHO, A.M. et al. Beef lipids in relation to animal breed and nutrition in Argentina. **Meat Science**, v.79, p.500-508, 2008.
- GARG, M. L., CLANDININ, M. T. α -Linolenic acid and metabolism of cholesterol and long-chain fatty acids. **Nutrition**, v.8, n.3, p. 208-210. 1992.

- GRIINARI, J.M.; CORL, B.A.; LACY, S.H.; et al. Conjugated Linoleic Acid is synthesized endogenously in lactating dairy cows by $\Delta 9$ desaturase. **Journal Nutrition**, v.130, p.2285-2291, 2000.
- HARFOOT, C.G.; HAZLEWOOD, G.P. Lipid metabolism in the rumen. In: HOBSON, P.N.; STEWART, C.S. (Ed.) **The rumen microbial ecosystem**. 2.ed. London: Chapman & Hall, 1997. p.382-426.
- HU, F. B. The balance between n-6 and n-3 fatty acids and the risk of coronary heart disease. **Nutrition**, v. 17, p.741-742. 2001.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Method ISO 5509. Geneva: ISO, 6p., 1978.
- KADZERE, C.T.; JINGURA, R. Digestibility and nitrogen balance in goats given different levels of crushed whole soybeans. **Small Ruminant Research**, v.10, p.175-180, 1993.
- KATAN, M.B.; MENSINK, R.P. Dietary fat quality and serum lipoproteins: an update. **Scandinavian Journal of Nutrition**, v.37, p.52-54, 1993.
- 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.
- LUCHIARI FILHO, A. **Pecuária da carne bovina**. 1ª ed. São Paulo, 2000. 134pNRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2001. 450p.
- MACEDO, L. M. A., PRADO, I. M., DUCATTI, T., PRADO, J. M., MATSUSHITA, M., PRADO, I. N. Desempenho, características de carcaça e composição química de diferentes cortes comerciais de novilhas mestiças não-gestantes ou gestantes terminadas em confinamento. **Acta Scientiarum Animal Sciences**. v. 29, n. 4, p. 425-432, 2007.
- MARQUES, J. A.; PRADO, I. N.; MOLETTA, J. L. et al. 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.
- METZ, P. A. M., MENEZES, L. F. G., SANTOS, A. P., BRONDANI, I. L., RESTLE, J., LANNA, D. P. D.Perfil de ácidos graxos na carne de novilhos de diferentes idades e grupos genéticos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.523-531, 2009
- MILLS, E. W.; COMERFORD, J. W.; HOLLENDER, R.; et al. Meat composition and palatability of Holstein and Beef Steers as influenced by forage type and protein source. **Journal Science**, v.70, p.2446-2451. 1992.
- MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. et al. 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**. Vol.46, n. 4: p. 609-616, 2003.
- NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p. 2000.

- 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.
- RAINER, L., HEISS, C.J. Conjugated linoleic acid: Health implications and effects on body composition. **Journal American Dietetic Association**. 6, 963–968. 2004.
- ROSSATO, L. V., BRESSAN, M. C., RODRIGUES, E. C., CAROLINO, M. I. A. C. M., BESSA, R. J. B., ALVES, S. P. P. Composição lipídica de carne bovina de grupos genéticos taurinos e zebuínos terminados em confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.9, p.1841-1846, 2009.
- ROSSATO, L. V., BRESSAN, M. C., RODRIGUES, E. C., GAMA, L. T., BESSA, R. J. B., ALVES, S. P. A. Parâmetros físico-químicos e perfil de ácidos graxos da carne de bovinos Angus e Nelore terminados em pastagem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.5, p.1127-1134, 2010.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R. C.; PRADO, I. N.; MATSUSHITA, M. et al. Effects of substitution of corn by pulp citrous pellets on muscle fatty acid composition of finished heifers. **Anais...Associação Brasileira de Química**. v.50, n.4, p.175-181. 2001.
- SILVA, R. G., PRADO, I. N., MATSUSHITA, A., VISENTAINER, J. V., MOREIRA, F. A., SOUZA, N. E. Diets and genetic groups effects on the muscle composition and fatty acid profiles of heifers fattened in feedlot. **Acta Scientiarum. Technology**, v. 25, no. 1, p. 71-76, 2003.
- SNIFFEN, C.J., OCONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- TAPIERO, H.; NGUYEN-BA, G.; COUVREUR, P. et al. Polyunsaturated fatty acids (PUFA) and eicosanoids in human health and pathologies. Review. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v.56, p.215-222, 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – Sistema de análise estatística e genética. Versão 8.0. Viçosa, MG. 2000.

Correlação entre o consumo e a deposição de ácidos graxos em novilhas alimentadas com glicerina bruta em pastagem de *Brachiaria brizantha*

Resumo - Objetivou-se, com este trabalho, investigar as correlações entre o consumo e a deposição de ácidos graxos na carcaça de novilhas criadas em pasto, recebendo dieta contendo glicerina bruta. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 226,7 kg e 11 meses de idade, suplementadas durante 154 dias. Os animais foram mantidos em sistema de produção em pasto. Os tratamentos testados foram 0,0, 3,33, 6,66 e 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho. O consumo do ácido oléico (18:1n9) correlacionou-se com a deposição dos ácidos 12:0, 14:1, 15:0 e 17:0 de forma moderada positiva e negativamente com ácido 15:1. A deposição do ácido graxo 18:1n7t correlacionou-se moderadamente com praticamente todos os ácidos presentes na dieta exceto 14:0, 16:0, 16:1, 17:0 e AGS. De forma diferente o 18:2n6 correlacionou-se apenas com 16:0, 16:1, AGS e a AGPI/AGS. O 18:2c9t11 (CLA) apresentou correlação moderada com quase todos os ácidos graxos presente na dieta. Sendo que a correlação foi negativa para os ácidos 14:0, 15:0, 18:3n3, 20:1, 20:1n9, AGPI, AGPI/AGS e n3. Existe correlação entre o consumo e a deposição de ácidos graxos no músculo, demonstrando assim que é possível manipular as concentrações dos ácidos graxos na carne a partir do conhecimento prévio da correlações estabelecidas entre as variáveis de interesse.

Palavras-chave: ácido linoléico conjugado, ácidos graxos insaturados, ácidos graxos saturados, composição lipídica.

Correlation between consumption and deposition of fatty acids in heifers fed crude glycerin on *Brachiaria brizantha*

Abstract - The objective of this work was to investigate the correlations between consumption and deposition of fatty acids in the carcass of calves raised on pasture, fed with crude glycerin. 36 crossbred heifers were used, with initial average weight of 226.7 kg and 11 months, supplemented during 154 days. The animals were kept in pasture production system. The treatments tested were 0.0, 3.33, 6.66 and 9.99% crude glycerin inclusion in the total dry matter in replacement of corn. The consumption of oleic acid (18:1 n9) correlated with the deposition of acids 12:0, 14:1, 15:0 and 17:0 moderately positively and negatively with acid 15:1. The deposition of the fatty acid 18:1 n7t moderately correlated with almost all the acids in the diet except 14:0, 16:0, 16:1, 17:0 and SFA. Differently than the 18:2 n6 was correlated only with 16:0, 16:1, SFA and PUFA / SFA. The c9t11 18:2 (CLA) showed moderate correlation with almost all fatty acids in the diet. Since the correlation was negative for acids 14:0, 15:0, 18:3 n3, 20:1, 20:1 n9, PUFA, PUFA / SFA and n3. There is a correlation between consumption and deposition of fatty acids in muscle, thus demonstrating that it is possible to manipulate the concentrations of fatty acids in meat from the prior knowledge of the correlations established between the variables of interest.

Keywords: conjugated linoleic acid, unsaturated fatty acids, saturated fatty acids, lipid composition.

Introdução

Nos dias atuais o perfil dos consumidores têm modificado, principalmente quando se trata de aspectos ligados à saúde. Diante dessa iminente preocupação diversos pesquisadores em todo o mundo despertaram interesse em modificar o perfil lipídico da carne dos ruminantes (Raes et al.,2004; Tricon et al., 2005; Wood et al. 2008; Bass et al., 2007; Madruga et al., 2008)

Estudos mostram que dietas contendo maior proporção de ácidos graxos poli-insaturados (AGPI) versus ácidos graxos saturados (AGS), levam à redução do colesterol sérico, que está relacionado à incidência de aterosclerose (Nunes, 1995). Nos ruminantes, a composição dos AG da carne é influenciada em maior extensão, por fatores dietéticos. Assim, inúmeras pesquisas demonstram a importância da dieta como fator determinante para caracterizar possíveis variações na carcaça e na composição tecidual e química dos cortes comerciais. Neste contexto, os fatores que podem determinar maior ou menor variação são: diferentes proporções de concentrados e volumosos, assim como sistema exclusivo em pastejo ou em confinamento, diferentes fontes de volumosos, diferentes fontes de concentrado entre outros.

Dessa forma, conhecer mais acuradamente as relações estabelecidas entre os ácidos graxos da dieta e a deposição desses ácidos no músculo de ruminantes, constituirá mais uma estratégia que ajudará modular o perfil lipídico desses animais, reconhecendo todas as interações possíveis entre as diversas variáveis envolvidas no processo.

Diante da possibilidade de modificação do perfil lipídico com a utilização de diferentes alimentos na dieta de ruminantes, é necessário estudos que identifiquem a ocorrência de correlações existentes entre o consumo e a deposição desses ácidos graxos no músculo.

Nesse sentido, objetivou-se investigar correlações entre o consumo e a deposição de ácidos graxos na carcaça de novilhas criadas em pasto, recebendo glicerina bruta na dieta.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Princesa do Mateiro, Ribeirão do Largo, BA. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças Holandês x Zebu, com peso inicial médio de 226,7 kg e 11 meses de idade. O período experimental foi de 154 dias, sendo

14 deles destinados a adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais. Os animais foram mantidos em sistema de produção em pasto, em pastejo com lotação rotacionado de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em área de 14 ha, divididos em oito piquetes de mesma área.

Os tratamentos testados foram: G0 = 0,0% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total, em substituição ao milho; G3,33 = 3,33% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total, em substituição ao milho; G6,66 = 6,66% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total, em substituição ao milho; G9,99 = 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total, em substituição ao milho.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) para serem isoprotéicas e isoenergéticas, fornecidas, diariamente, às 10 horas (Tabela 1), com relação volumoso:concentrado de 60:40%.

Foi adotado o método de lotação rotativa com mesma carga animal, usando oito piquetes. Os animais foram rotacionados semanalmente entre os piquetes, visando a eliminação de possíveis efeitos de ambiente sobre os tratamentos.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos com base na matéria natural

Ingrediente (%)	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0,0	3,33	6,66	9,99
Milho grão	90,7	78,8	66,5	55,0
Farelo de Soja	2,9	5,0	7,2	9,3
Glicerina	0,0	9,7	19,6	28,9
Uréia	2,9	2,9	2,9	3,0
Mineral ¹	1,5	1,5	1,6	1,6
Calcário	1,4	1,4	1,3	1,3
Fosfato	0,6	0,7	0,9	1,0

¹ Composição percentual: Cloreto de sódio (NaCl), 47,15; Fosfato bicálcico, 50; Sulfato de zinco, 1,5; Sulfato de cobre, 0,75; Sulfato de cobalto, 0,05; Iodato de potássio, 0,05; Sulfato de magnésio, 0,5

Os animais foram pesados no início e no final do experimento e foram realizadas, também, pesagens intermediárias, a cada 28 dias, para avaliação do ganho médio diário de peso corporal (GMDPC) e ajuste do fornecimento do suplemento. As pesagens foram precedidas de jejum alimentar de 12 horas. Os animais foram abatidos quando atingiram o peso de abate preestabelecido neste experimento.

Ao final do período experimental (240 dias), quando as novilhas apresentaram peso corporal de 392,36 kg, foram submetidas a jejum de sólidos de 24 horas e, posteriormente, abatidas. Logo após o abate, as carcaças foram identificadas, posteriormente, as mesmas foram resfriadas por de 24 horas, a 2 °C. Após o

resfriamento, uma seção do músculo *Longissimus dorsi*, entre a 11^a e 13^a costelas de cada meia-carcaça esquerda, foi retirada e encaminhada ao Laboratório de Métodos de Separações Químicas do Departamento de Estudos Básicos e Instrumentais da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Para análise química, estas amostras foram descongeladas em temperatura ambiente, foi retirada a gordura de cobertura das mesmas e o músculo foi moído para determinação dos teores de umidade, cinzas e proteína bruta, segundo metodologia da AOAC (1980).

A extração para análise lipídica das forragens e da glicerina (Tabela 2) seguiu a metodologia proposta por Folch, Lees e Stanley (1957).

Tabela 2 – Composição dos ácidos graxos (%) da *Brachiaria brizantha*, da Glicerina bruta e das dietas experimentais

Ác. Graxo	Inclusão de Glicerina (%MS)				<i>Brachiaria brizantha</i>	Glicerina
	0	3,33	6,66	9,99		
14:00	0,80	0,41	0,40	0,33	0,70	0,81
14:01	0,00	0,02	0,03	0,05	0,00	0,18
15:00	0,00	0,08	0,05	0,04	0,22	0,03
16:00	15,88	17,81	17,04	17,50	23,01	20,18
16:01	0,50	0,69	0,71	0,83	1,3	1,48
17:00	0,13	0,17	0,14	0,16	0,23	0,27
17:01	0,04	0,04	0,16	0,22	0,03	0,01
18:00	4,59	4,25	4,20	4,74	1,95	5,12
18:1n-9c	29,95	30,42	28,88	27,44	2,87	22,29
18:1n-7t	0,94	1,47	1,90	2,09	0,4	0,96
18:2n-6	44,78	42,13	44,01	43,83	14,33	45,69
18:3n-6	0,65	0,55	0,51	0,60	0,18	0,32
18:3n-3	1,01	1,35	1,28	1,43	53,52	1,73
20:0	0,00	0,04	0,09	0,13	0,00	0,44
20:1	0,11	0,13	0,11	0,16	0,74	0,08
22:1n-9	0,44	0,33	0,28	0,32	0,52	0,17
20:4n-6	0,10	0,08	0,15	0,06	0,08	0
20:3n-6	0,00	0,004	0,007	0,011	0,00	0,04
24:00	0,000	0,005	0,010	0,014	0,00	0,05
AGS	21,40	22,77	21,93	22,91	26,11	26,90
AGMI	31,98	33,10	32,07	31,11	5,86	25,17
AGPI	46,54	44,11	45,96	45,93	68,11	47,78
n-6	44,88	42,21	44,17	43,90	14,41	45,73
n-3	1,01	1,35	1,28	1,43	53,52	1,73
n-6/n-3	44,44	31,27	34,51	30,70	0,27	26,43
AGPI/AGS	2,17	1,93	2,09	2,00	2,51	1,76

Para determinação do perfil de ácidos graxos do músculo (Tabela 3), fez-se inicialmente a extração da fração lipídica da carne segundo Bligh & Dyer (1959).

Tabela 3 - Consumo de ácidos graxos (g dia) de novilhas mestiças alimentadas diferentes níveis de inclusão de glicerina

Ác. Graxo	Inclusão de Glicerina (% MS)			
	0	3,33	6,66	9,99
14:00	0,020	0,023	0,037	0,039
14:01	0,000	0,001	0,003	0,006
15:00	0,000	0,005	0,005	0,005
16:00	0,401	1,006	1,569	2,091
16:01	0,013	0,039	0,065	0,099
17:00	0,003	0,010	0,013	0,019
17:01	0,001	0,002	0,014	0,026
18:00	0,116	0,240	0,387	0,566
18:1n-9c	0,757	1,718	2,660	3,278
18:1n-7t	0,024	0,083	0,175	0,250
18:2n-6	1,131	2,380	4,053	5,238
18:3n-6	0,016	0,031	0,047	0,072
18:3n-3	0,026	0,076	0,118	0,171
20:0	0,000	0,002	0,008	0,015
20:1	0,003	0,008	0,010	0,019
22:1n-9	0,011	0,019	0,026	0,038
20:4n-6	0,003	0,005	0,014	0,008
20:3n-6	0,000	0,00	0,001	0,001
24:00	0,000	0,000	0,001	0,002
AGS	0,54	1,29	2,02	2,74
AGMI	0,81	1,87	2,95	3,72
AGPI	1,18	2,49	4,23	5,49
n-6	1,15	2,42	4,12	5,32
n-3	0,03	0,08	0,12	0,17
n-6/n-3	44,23	31,79	34,87	31,11
AGPI/AGS	2,18	1,94	2,10	2,01

A transesterificação dos triacilgliceróis (TAGs) do músculo, forragem e glicerina, para obtenção dos ésteres metílicos de ácidos graxos foi realizada conforme o método 5509 da ISO (1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram analisados por meio do cromatógrafo a gás Thermo Finigan Trace, com detector de ionização de chama (DIC). Foram programadas 4 rampas de temperatura, iniciando a 200 °C e finalizando a 240 °C. As temperaturas do injetor e detector foram de 250 °C e 280 °C, respectivamente. O fluxo do gás de arraste 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 foram realizadas após a normalização das áreas. Os picos foram

identificados por comparação dos tempos de retenção de padrões de ésteres metílicos de ácidos graxos Sigma (EUA) e após verificação do comprimento equivalente de cadeia.

O consumo de ácidos graxos (Tabela 4) foi determinado multiplicando-se o consumo de matéria seca de cada animal pelo seu respectivo perfil lipídico.

Tabela 4 – Composição em ácidos graxos do músculo Longissimus dorsi de novilhas mestiças alimentadas diferentes níveis de inclusão de glicerina na suplementação, em pastagem de *Brachiaria brizantha* com as respectivas equações de regressão e coeficientes de determinação (r²)

Item	Inclusão de glicerina (% MS)				Equação de regressão	r ²	CV (%)
	0,0	3,33	6,66	9,99			
10:00	0,04	0,07	0,07	0,06	$\square = 0,06$	-	52,3
12:00	0,08	0,10	0,11	0,11	$\square = 0,10$	-	31,1
14:00	3,08	3,60	3,75	3,64	$\square = 3,52$	-	25,0
14:01	0,47	0,56	0,74	0,69	$\square = 0,62$	-	28,6
15:00	0,31	0,34	0,38	0,47	$\square = 0,38$	-	35,4
15:01	0,19	0,21	0,17	0,15	$\hat{Y} = 0,206824 - 0,00528321x$	0,68	24,2
16:00	26,52	27,26	27,88	25,71	$\square = 26,84$	-	10,5
16:01	2,79	2,90	3,04	2,93	$\square = 2,92$	-	21,3
17:00	0,77	0,90	0,88	1,11	$\hat{Y} = 0,764294 + 0,0301133x$	0,81	15,8
17:01	0,72	0,77	0,82	1,01	$\hat{Y} = 0,691308 + 0,0278458x$	0,86	21,7
18:00	17,40	17,18	15,96	18,45	$\square = 17,25$	-	13,8
18:1n-7t	1,52	1,91	1,75	2,85	$\hat{Y} = 1,44265 + 0,114067x$	0,71	22,8
18:1n-9c	38,26	37,19	37,66	38,60	$\square = 37,92$	-	9,6
18:2n-6	3,18	3,15	3,33	3,11	$\square = 3,19$	-	24,1
18:2-c9-t11	0,37	0,43	0,55	0,80	$\hat{Y} = 0,330360 + 0,0416150x$	0,91	32,3
18:2-t10-c12	0,07	0,08	0,05	0,06	$\square = 0,06$	-	68,3
18:3n-3	0,48	0,43	0,47	0,36	$\square = 0,44$	-	39,0
20:3n-6	0,31	0,26	0,27	0,23	$\square = 0,27$	-	35,2
20:3n-3	1,27	0,99	1,06	1,02	$\square = 1,09$	-	42,8
20:4n-6	0,18	0,07	0,07	0,06	$\square = 0,10$	-	34,0
20:5n-3	0,27	0,24	0,21	0,27	$\square = 0,25$	-	46,1
22:5n-3	0,49	0,38	0,44	0,37	$\square = 0,42$	-	46,5
22:6n-3	0,11	0,09	0,05	0,06	$\square = 0,08$	-	43,9
AGS	48,21	49,46	49,36	49,54	$\square = 49,14$	-	8,22
AGMI	43,86	43,65	43,78	46,24	$\square = 44,38$	-	15,3
AGPI	6,07	5,47	5,62	6,33	$\square = 5,87$	-	32,3
AGPI:AGS	0,14	0,12	0,13	0,13	$\square = 0,13$	-	29,3
n-6	3,67	3,48	3,63	3,40	$\square = 3,54$	-	33,1
n-3	2,61	2,08	2,03	2,07	$\square = 2,20$	-	31,4
n-6/n-3	1,54	1,72	1,96	1,67	$\square = 1,72$	-	29,7

Foram estimadas correlações linear de Pearson para determinar a associação entre a composição dos ácidos graxos consumidos com a composição dos ácidos graxos encontrados no músculo.

Resultados e Discussão

Os coeficientes de correlação indicam o grau de associação e a direção do relacionamento entre duas variáveis aleatórias, sendo assim, foi possível observar neste trabalho que os ácidos graxos provenientes da dieta correlacionaram-se com os ácidos depositados no músculo. Nos ruminantes, a composição dos ácidos graxos da carne é influenciada em maior extensão, por fatores dietéticos. De acordo com French, (2000) há indícios de que o tipo de dieta fornecida ao animal altera o perfil de lipídeos da carcaça dos animais, o que permitiria manipular a composição da fração gordurosa.

A deposição do ácido graxo 12:0 no músculo foi correlacionado com o consumo dos ácidos 18:1n9, 18:2n6, 18:3n3, 20:1, 22:1n9, AGMI, AGPI, n6 e n3 (Tabela 5).

Tabela 5 - Correlações lineares entre o consumo e a deposição de lipídeos no músculo de novilhas mestiças suplementadas a pasto

Ácidos graxos da consumidos	Ácidos Graxos no músculo							
	12:0	14:0	14:1	15:0	15:1	17:0	17:1	18:0
14:0	-	-	-0,35*	-0,36*	-	-0,60***	-0,46***	-0,50***
14:1	-	-	-	0,38*	-0,32*	0,67***	0,54***	-
15:0	-	-	-0,32*	-0,39*	0,41**	-0,58***	-0,56***	-
17:0	-	-	-	-	0,30*	-	-	-
17:1	-	-	0,35*	0,42*	-0,49***	0,57***	0,54***	-
18:0	-	-	0,31*	0,42*	-0,36*	0,68***	0,59***	-
18:1n9C	0,32*	-	0,34*	0,32*	-0,29*	0,52***	0,47***	-
18:1n7T	-	0,38*	0,40**	-0,40*	-	0,60***	0,53***	-
18:2n6	0,29*	-	0,37**	0,38*	-0,37**	0,59***	0,54***	-
18:3n6	-	-	--	0,35*	-0,38*	0,54***	0,52***	-
18:3n3	-0,30*	-	-0,36*	-0,37*	0,30*	-0,60***	-0,52***	-
20:0	-	-	0,36*	0,42*	-0,44***	0,62***	0,55***	-
20:1	-0,31*	-	-0,37*	-0,34**	0,27**	-0,56***	-0,48***	-
22:1n9	-0,28*	-	-0,37*	-0,31**	-	-0,50***	-0,39***	-
20:3n6	-	-	0,36*	0,42**	-0,44***	0,62***	0,55***	-
20:4n6	-	-	-	-	-	-0,37**	-	-0,35*
24:0	-	-	0,36*	0,42*	-0,44***	0,62***	0,55***	-
AGMI	0,32*	-	0,35*	0,34*	-0,31*	0,54***	0,49***	-
AGPI	-0,30*	-	-0,33*	-0,34*	-	-0,59***	-0,46***	-
AGPI/AGS	-	-	-	-	-	-0,38**	-0,23**	-
n6	0,29*	-	0,37**	0,38**	-0,37**	0,59***	0,54***	-
n3	-0,30*	-	-0,36*	-0,37**	0,30*	-0,60***	-0,52***	-
n6:n3	-	-	0,33*	0,42**	-0,44***	0,63***	0,60***	-

*Significativo (P<0,05); **Significativo (P<0,01); ***Significativo (P<0,0001).

Os resultados encontrados indicaram haver correlação moderada e negativa do ácido láurico (12:0) com o ácido linolênico (18:3n-3), elaídico (20:1) e erúcido (22:1n-9).

Os ácidos graxos saturados, a exemplo do láurico (12:0), mirístico (14:0) e palmítico (16:0) são os responsáveis direto pela elevação do índices colesterolêmico (Griinari et al., 1995), justificando assim a correlação inversa com a maioria dos ácidos graxos insaturados (Tabela 6), que nutricionalmente agem melhorando o colesterol ruim. É sabido que as gorduras de cadeia saturada promovem um efeito hipercolesterolêmico, em especial da lipoproteína de baixa densidade (LDL – colesterol), no entanto o efeito hipercolesterolêmico das gorduras saturadas é obedecido basicamente pelos ácidos saturados, o contrário é observado pelos ácidos graxos insaturados em especial o ácido oléico (C18:1) (Farfan, 1996).

O consumo do ácido graxo vacênico (18:1n7t) apresentou correlação positiva (0,38) com a deposição do mirístico (14:00), ácido graxo que influencia diretamente o aumento de colesterol em humanos. Já os ácidos pentadecanóico (15:0), margárico (17:0) e 8-heptadecenóico (17:1) correlacionou-se com praticamente todos os ácidos graxos identificados na dieta, com exceção magárico e aracdônico (20:4n6), e a relação AGPI/AGS para o pentadecanóico.

O ácido oléico (18:1n9C), em ruminantes, representa o ácido graxo que aparece em maior proporção no tecidos desses animais, no presente trabalho verificou-se valor médio de 37,92% do total de lipídios (Tabela 4). Neste trabalho o consumo desse ácido graxo correlacionou-se com a deposição dos ácidos 12:0, 14:1, 15:0 e 17:0 de forma moderada positiva e negativamente com ácido 15:1 (Tabela 5). O conhecimento das relações estabelecidas entre o consumo e deposição desse ácido graxo é de suma importância, haja vista que ácidos graxos monoinsaturados, como o ácido oléico, têm poder redutor de colesterol e lipoproteína de baixa densidade (LDL) (Macêdo et al., 2008), o que torna a carne com maiores concentrações desse ácido graxo saudável. Ainda assim, pelos resultados observados há que se considerar que devido a natureza dinâmica do processo digestivo de ruminantes a presença desse ácido graxo correlacionou-se com a deposição do ácido láurico que apresenta função oposta ao ácido oléico. Demonstrando assim, que embora a possibilidade de manipulação do perfil de ácidos graxos seja possível, não significa que seja uma estratégia de fácil adoção, uma

vez que a composição de ácidos graxos nos tecidos de ruminantes sofre grande influência da ação da biohidrogenação ruminal (Jenkins, 1993; Palmquist, 1993), dos ácidos graxos da dieta, razão da menor presença de ácidos graxos insaturados na carne destes. Todavia, quando a ingestão de ácido graxo insaturados é muito grande, a capacidade dos microorganismos do rúmen em biohidrogenar pode ser excedida, ocorrendo uma maior absorção intestinal de ácidos graxos insaturados (Medeiros, 2002).

A deposição do ácido esteárico (18:0) foi correlacionado apenas com o consumo dos ácidos 14:00 e 20:4n6. Este comportamento não era esperado, uma vez que no rúmen ocorre o processo de biohidrogenação, no qual os ácidos poliinsaturados são convertidos em ácidos saturados, sendo assim esperava-se uma maior correlação com os ácidos graxos poliinsaturados da dieta. As atuações dos ácidos graxos saturados diferem entre si, pois o ácido 18:00, um dos ácidos graxos saturados encontrado em maior proporção nas amostras analisadas (17,25%), apresenta efeito neutro sobre o colesterol plasmático em humanos (Bonanome e Grundy, 1988). Como o 18:0, que é o produto final da biohidrogenação completa no rúmen, não foi influenciado pela inclusão de glicerina (Tabela 3), o que, possivelmente, pode ser atribuído a deposição semelhante do ácido oléico (18:1n9).

A deposição do ácido graxo 18:1n7t correlacionou-se moderadamente com praticamente todos os ácidos presentes na dieta exceto 14:0, 16:0, 16:1, 17:0 e AGS (Tabela 6). De forma diferente o 18:2n6 correlacionou-se apenas com 16:0, 16:1, AGS e a AGPI/AGS.

A deposição do ácido graxo 18:3n3 não se correlacionou com os ácidos graxos 16:0, 16:1, 17:0, 17:1, 18:1n9C, 18:1n7T, 18:2n6, 18:3n6, 20:00, 20:4n6, 20:3n6, 24:00 e AGS. Este resultado era esperado, uma vez que o ácido graxo linolênico (18:3n3) por serem classificados como essencial, deve ser ingerido na alimentação, uma vez que as células dos mamíferos não têm a capacidade de sintetizá-lo necessitando assim, obtê-lo via dieta (Moreira et al., 2003).

Os ácidos graxos da família n-6 e n-3 não são sintetizados pelo organismo humano, devendo ser obtidos a partir da dieta. Eles são considerados essenciais, pois a partir deles são sintetizados ácidos graxos poli-insaturados de cadeia longa como o araquidônico (AA), EPA e DHA, os quais desempenham importantes funções de proteção cardiovascular.

Tabela 6 - Correlações lineares entre o consumo e a deposição de lipídeos no músculo de novilhas mestiças suplementadas a pasto

Ácidos graxos da consumidos	Ácidos Graxos no músculo						
	18:1n7t	18:2n6	18:3n3	18:2c9t11	18:2t10c12	20:3n6	20:3n3
14:0	-	-	0,31*	-0,58***	-	0,43***	0,41**
14:1	0,65***	-	-0,31*	0,64***	-	-	-
15:0	-0,46**	-	0,38**	-0,66***	0,31*	0,39**	0,31*
16:0	-	-0,39**	-	-	-	-0,52***	-0,62***
16:1	-	-0,38**	-	-	-	-0,52***	-0,61***
17:0	-	-	-	-	-	-0,46***	-0,57***
17:1	0,47***	-	-	0,68***	-	-	-
18:0	0,60***	-	-0,38**	0,68***	-	-0,38**	-0,29*
18:1n9c	0,42**	-	-	0,50***	-	-	-
18:1n7t	0,49***	-	-	0,64***	-	-0,28*	-
18:2n6	0,47***	-	-	0,61***	-0,28*	-0,32*	-
18:3n6	0,54***	-	-	0,55***	-	-	-
18:3n3	-0,49***	-	0,36**	-0,60***	-	0,40**	0,36*
20:0	0,53***	-	-	0,68***	-	-	-
20:1	-0,43***	-	0,36*	-0,55***	-	0,43***	0,40**
22:1n9	-0,36*	-	0,31*	-0,50***	-	0,46***	0,46***
20:4n6	-0,49***	-	-	-	-	-	-
20:3n6	0,53***	-	-	0,68***	-	-	-
24:0	0,53***	-	-	0,68***	-	-	-
AGS	-	-0,42**	-	-	-	-0,57***	-0,66***
AGMI	0,44***	-	-0,28*	0,53***	-	-	-
AGPI	-0,48***	-	0,38**	-0,54***	-	0,48***	0,46***
AGPI/AGS	-0,30*	0,41**	0,36*	-0,33***	-	0,62***	0,69***
n6	0,47***	-	-0,33*	0,61***	-0,28*	-0,31*	-
n3	-0,49***	-	0,36**	-0,60***	-	0,40**	0,36*
n6:n3	0,50***	-	-0,35*	0,65***	-	-0,29*	-

*Significativo (P<0,05); **Significativo (P<0,01); ***Significativo (P<0,0001).

O 18:2c9t11 (CLA) apresentou correlação moderada com quase todos os ácidos graxos presente na dieta. Sendo que a correlação foi negativa para os ácidos 14:0, 15:0, 18:3n3, 20:1, 20:1n9, AGPI, AGPI/AGS e n3. A concentração de CLA no músculo aumentou (P<0,05) com a inclusão da glicerina na dieta (Tabela 4), a qual apresentou elevação de 0,37% para 0,80%, aumento de 116%. Isso ocorreu devido a inclusão de glicerina, proporcionar, aumento dietético nos teores dos ácidos graxos poliinsaturados, principalmente linoléico, que não teve completa biohidrogenação ruminal, o que provocou maior deposição desse nos tecidos, e que pela ação das enzimas dessaturase foi transformado em CLA.

Considerando que o ácido linolênico (18:3n3) é um dos precursores da deposição do ácido linoléico conjugado (CLA) no músculo, esperava-se que, apresentasse correlação positiva, resultado este não verificado nesta pesquisa (-0,60**). Como a concentração deste ácido graxo, varia dependendo da dieta que os animais estão

consumindo (Pariza et al., 2001), possivelmente esta seja a provável explicação para este resultado.

O consumo diário de CLA no homem ocidental é estimado em apenas 1 g, embora esteja sendo recomendada a ingestão de 3,5 g de CLA/dia para um homem adulto de 70 kg. Assim, a suplementação de CLA na dieta do ser humano faz-se necessária para alcançar essa recomendação (IP et al., 1994). O aumento na concentração de CLA nos alimentos provenientes de ruminantes (leite e carne) pode ser benéfico para a saúde pública promovendo aumento no consumo destes alimentos.

Por outro lado o 18:2t10c12 depositado, que é outro CLA, correlacionou-se de forma fraca e negativa com o consumo do 18:2n6 e n6 e de forma positiva com o consumo do 15:0. O isômero C18:2c9,t11 aparece em maior concentração nos produtos originários dos ruminantes, podendo atingir até 90% do montante de CLA presente, e o C18:2 t10,c12, apresenta-se em pequenas quantidades, representando apenas 3 a 5% do CLA total.

A deposição dos ácidos 20:3n6 e 20:3n3 apresentaram correlações semelhantes entre os ácidos consumidos, exceto para os 18:1n7t e 18:2n6 que se correlacionaram apenas com o 20:3n6.

A deposição do ácido araquidônico (20:4n6) somente se correlacionou com o consumo dos ácidos a partir de 18 carbonos, com exceção do 20:4n6 que não apresentou associação (Tabela 7).

Os ácidos graxos de cadeia longa, como o araquidônico, são sintetizados no músculo, a partir do ácido linoléico (18:2n6), por meio da ação de enzimas alongases e dessaturases presentes no retículo endoplasmático das células. Entretanto, diferentemente do esperado, o ácido graxo linoléico correlacionou-se de forma moderada e negativa com a deposição do ácido graxo araquidônico no músculo.

Semelhantemente como ocorre com os ácidos da série ômega 6, os ácidos graxos eicosapentaenóico - EPA (20:5n-3) e o ácido docosahexaenóico - DHA (22:6n-3), são formados a partir do ácido graxo linolênico (18:3n3), o que justifica as correlações encontradas entre o consumo desse ácido graxo com a deposição do EPA e o DHA.

A deposição do ácido graxo 22:6n3 não correlacionou-se com os ácidos 14:1, 16:0, 16:1, 17:0, 17:1, 18:3n6, 20:0, 20:4n6, 20:3n6, 24:0, AGS e AGPI/AGS.

A deposição do n6 foi correlacionada somente com o consumo dos ácidos 16:0, 16:1, 17:0, AGPI e n6. Diferentemente do n6, o n3 correlacionou-se com grande parte dos ácidos identificados na dieta.

Tabela 7 - Correlações lineares entre o consumo e a deposição de lipídeos no músculo de novilhas mestiças suplementadas a pasto

Ácidos graxos da consumidos	Ácidos Graxos no músculo							
	20:4n6	20:5n3	22:5n3	22:6n3	AGMI	AGPI/AGS	n6	n3
14:00	-	-	0,37**	0,30*	-	0,29*	-	0,41**
14:1	-	-	-	-	0,31*	-	-	-
15:0	-	-	0,32*	0,35*	-0,32*	-	-	0,33**
16:0	-	-0,43***	-	-	-	-0,49***	-0,41**	-0,52***
16:1	-	-	-0,41**	-	-	-0,47***	-0,39**	-0,50***
17:0	-	-	-0,40**	-	-	-0,45***	-0,37**	-0,46***
17:1	-	-	-	-	-	-	-	-
18:0	-0,32*	-	-0,34*	-0,31*	-	-	-	-
18:1n9C	-0,45***	-	-	-0,32*	-	-	-	-
18:1n7T	-0,35*	-	-	-0,31*	-	-	-	-
18:2n6	-0,39**	-	-0,29*	-0,35*	0,31*	-	-	-0,31*
18:3n6	-0,31*	-	-	-	-	-	-	-
18:3n3	0,38**	0,37*	-	0,36*	-	-	-	-0,29*
20:0	-0,31*	-	-	-	-	-	-	-
20:1	0,37**	0,39**	-	0,38*	-	-	-	0,38**
22:1n9	0,32*	-	0,39**	0,35*	-	0,30*	-	0,42**
20:4n6	-	-	-	-	-	-	-	-
20:3n6	-0,31*	-	-	-	-	-	-	-
24:0	-0,31*	-	-	-	-	-	-	-
AGS	-	-0,29*	-0,48***	-	-	0,35*	-	0,47***
AGMI	-0,44***	-	-	-0,32*	-	-	-	-
AGPI	0,36*	-	0,44***	0,35*	-	-0,52***	-0,43***	-0,56***
AGPI/AGS	-	0,32*	0,54***	-	-	0,35*	-	0,47***
n6	-0,39**	-	-0,28*	-0,35*	-	0,53	0,44***	0,61***
n3	0,38**	0,37**	-	0,36*	-	-	-	-0,29*
n6:n3	-0,34*	-	-	-0,29*	0,30*	-	-	0,38**

*Significativo (P<0,05); **Significativo (P<0,01); ***Significativo (P<0,0001).

Os ácidos graxos das famílias ômega-6 e ômega-3 têm ações diferentes no organismo humano enquanto os produtos metabólicos dos ácidos graxos ômega-6 promovem inflamação e tumores, os ácidos graxos ômega-3 atuam no sentido contrário. É importante manter um equilíbrio dietético entre os dois tipos de ácidos graxos, uma vez que funcionam em conjunto, promovendo a saúde e equilíbrio orgânico. Uma dieta saudável deveria apresentar, segundo Daley et al. (2006), aproximadamente, de uma a quatro vezes mais ômega-6 que ômega-3.

Conclusão

A manipulação da dieta exerce influência sobre o perfil de ácidos graxos do músculo de novilhas suplementadas a pasto.

Literatura Citada

- AOAC. **Official methods of analysis**. 13. ed. Washington: AOAC, 1980, 1015p.
- BAS, P., BERTHELOT, V., POTTIER, E., & NORMAND, J. Effect of linseed on fatty acid composition of muscles and adipose tissues of lambs with emphasis on trans fatty acids. *Meat Science*, 77, 678–688, 2007.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian Journal of Biochemistry and Physiology*, v.37, p.911-917, 1959.
- BONANOME, A., & GRUNDY, S. M. (1988). Effects of dietary stearic acid on plasma cholesterol and lipoprotein levels. *New England Journal Medicine*, 318, 1244–1248.
- DALEY, C.A.; ABBOTT, A.; BASURTO, M. et al. **Omega**. Omega-3/Omega-6 fatty acid content fed grass fed beef. 2006. Disponível em <http://www.csuchico.edu/agr/grsfdbef/health-benefits/ben-o3-o6.html> Acesso em 06/08/2011.
- FOLCH, J.; Lees, M.; Stanley, G. H. S. *J. Biol. Chem.* 226, 497. **1957**.
- FRENCH, P.; STANTON, C.; LAWLESS, F.; et al. Fatty acid composition, including conjugated linoleic acid, of intramuscular fat from steers offered grazed grass, grass silage, or concentrate-based diets. **Journal of Animal Science**, v. 78, p. 2849-2855, 2000.
- FARFAN, J.A. Alimentos que influenciam os níveis de colesterol no organismo. In: Seminário Colesterol: Análise, Ocorrência, Redução Em Alimentos E Implicações Na Saúde, [s.n.]. Campinas. Anais... Campinas: ITAL, 1996. p.35-44.
- GRIINARI, J.M. et al. Low milk fat in New York Holstein herds. *Procedures Nutrition Conference*, p.96-105, 1995.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. Method ISO 5509. Geneve: ISO, 6p., 1978
- IP, C.; SINGH, M.; THOMPSON, H. J.; SCIMECA, J. A. Conjugated linoleic acid suppresses mammary carcinogenesis and proliferative activity of the mammary gland in the rat. **Cancer Research**, Baltimore, v. 54: p. 1212–1215, 1994.
- JENKINS, T.C. Lipid Metabolism in the Rumen. *Journal do Dairy Science*, v.76, p. 3851-3863, 1993.
- MACEDO, V. P.; GARCIA, C. A.; SILVEIRA A. C.; MONTEIRO, A. L. G.; MACEDO, F. A. F.; SPERS, R. C. Composições tecidual e química do lombo de

cordeiros alimentados com rações contendo semente de girassol em comedouros privativos. Revista Brasileira de Zootecnia, v.37, n.10, p.1860-1868, 2008.

MEDEIROS, S. R. Curso sobre valor nutritivo dos alimentos e análise bromatológica para ruminantes. Módulo 4- Gordura. 2002. 10 p. /Apostila/.

MOREIRA, F. B.; SOUZA, N. E.; MATSUSHITA, M. et al. 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. Vol.46, n. 4: p. 609-616, 2003.

NRC - NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7 rev. ed. National Academy Press, Washington, DC.: 242p. 2000.

PARIZA MW, PARK Y, COOK ME. The biologically active isomers of conjugated linoleic acid. Prog Lipid Res. 2001; 40(4):283-98.

RAES, K.; DE SMET, S. ; DEMEYER, D. Effect of dietary fatty acids on incorporation of long chain polyunsaturated fatty acids and conjugated linoleic acid in lamb, beef and pork meat: a review. Animal Feed Science and Technology, Amsterdam, v.113, n.1-4, p.199-221, 2004.

TRICON, S., BURDGE, G.C., WILLIAMS, C.M., CALDER, P.C., YAQOUB, P., 2005. The effects of conjugated linoleic acid on human health-related outcomes. Proc. Nutr. Soc. 64, 171–182.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – Sistema de análise estatística e genética. Versão 8.0. Viçosa, MG. 2000.

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, Kidlington, v. 78, n. 4, p. 343-358, 2008.

Viabilidade econômica do uso da glicerina bruta em suplementos para novilhas mestiças em pastagens.

Resumo – Objetivou-se avaliar as respostas econômicas de novilhas mestiças recebendo glicerina bruta no suplemento em pastagens de *Brachiaria brizantha*. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 301,5 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições por tratamento. Os animais foram mantidos em sistema de produção a pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em lotação rotativa. Os tratamentos testados foram 0,0, 3,33, 6,66 e 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho. A produção de carne não foi alterada com a inclusão de glicerina na dieta. A inclusão de glicerina provocou redução de até 14,93% no preço do concentrado. Houve aumento significativo no saldo total que passou de 3,76 para 91,89 Reais/ha com a inclusão de glicerina. A inclusão de glicerina bruta no suplemento foi capaz de elevar o valor presente líquido e a taxa interna de retorno, mostrando ser uma alternativa para baratear o custo de produção de animais suplementados a pasto.

Palavras-chave: biodiesel, gado de corte, ganho de peso, subprodutos, suplementos

Economic feasibility of using crude glycerin supplements for crossbred heifers on pasture.

Abstract - The objective was to evaluate the economic responses of crossbred heifers receiving crude glycerin supplementation on *Brachiaria brizantha*. 36 crossbred heifers were used, with initial average weight of 301.5 kg, distributed in a completely randomized design with four treatments and nine replicates per treatment. The animals were kept in pasture production system of *Brachiaria brizantha* cv. Marandu in rotational stocking. The treatments tested were 0.0, 3.33, 6.66 and 9.99% crude glycerin inclusion in the total dry matter in replacement of corn. Meat production was not modified by the inclusion of glycerol in the diet. The inclusion of glycerol caused a reduction of up to 14.93% in the price of the concentrate. A significant increase in the total balance which increased from 3.76 to 91.89 reais / ha with the addition of glycerin. The inclusion of crude glycerin in the supplement was able to raise the net present value and internal rate of return, proving to be an alternative to lower the production cost of supplemented animals on pasture.

Keywords: biodiesel, beef cattle, weight gain, by-products, supplements

Introdução

A criação de bovinos, exclusivamente em pastagens, em algumas situações pode apresentar resultados desfavoráveis, já que esta não contém todos os nutrientes essenciais, na proporção adequada de forma a atender às exigências dos animais em pastejo. Portanto, o suplemento deve ser considerado como complemento da dieta, para suprir os nutrientes deficientes na forragem disponível (Reis et al., 1997).

Melhorar a eficiência e otimizar o lucro é um contínuo objeto de estudo na produção de bovinos. No caso da criação de bovinos em pasto, o uso de suplementos, em alguns casos pode não ser viável economicamente, uma vez que o custo com alimentação eleva-se bastante em algumas épocas do ano devido as oscilações dos preços dos ingredientes, como o milho, o que motiva busca incessante por alimentos alternativos. Assim, é de competência dos nutricionistas apresentaram estratégias alimentares para redução dos custos de produção.

Por isso, tem sido constante a busca por alimentos alternativos ao milho e também de alternativas de alimentação que reduzam o custo de produção. Face ao uso de grãos oleaginosos para a produção de etanol e biodiesel no Brasil, tem ocorrido excedente de um coproduto, em especial da produção de biodiesel, denominado glicerina bruta. Tem-se constatado que para cada 90 m³ de biodiesel produzido pela reação de transesterificação, são gerados 10 m³ de glicerina bruta (Gonçalves, 2006).

Avaliação econômica dos resultados experimentais torna-se extremamente importante, já que assim os produtores e especialista terão mais informações a disposição para avaliar quais as melhores formas de utilização nos suplementos para bovinos, o que torna possível o uso prudente e econômico.

Dentre os procedimentos utilizados para a avaliação econômica da atividade agropecuária, o custo de produção é um dos principais critérios, e pode ser definido pela soma dos valores de todos os recursos que são utilizados no processo produtivo de uma atividade (Frank, 1978). A análise econômica é a comparação da receita obtida com os custos da atividade produtiva, e inclui, em alguns casos, os riscos, o que permite a verificação da remuneração dos recursos empregados no processo produtivo (Reis, 2002).

Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as respostas econômicas da inclusão de glicerina bruta na dieta de novilhas mestiças suplementadas em pastagens de *Brachiaria brizantha*.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na fazenda Princesa do Mateiro, Ribeirão do Largo, BA. Foram utilizadas 36 novilhas mestiças, com peso inicial médio de 301,5 kg, distribuídas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos e nove repetições por tratamento.

O período experimental compreendeu os meses de dezembro a abril, num total de 154 dias, sendo 14 deles destinados a adaptação dos animais ao manejo e as dietas experimentais. Os animais foram mantidos em sistema de produção a pasto de *Brachiaria brizantha* cv. Marandú, em lotação rotativa, em área de 14 hectare, divididos em oito piquetes de mesma área.

Os tratamentos testados foram: G0 = 0,0% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G3,33 = 3,33% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G6,66 = 6,66% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho; G9,99 = 9,99% de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total em substituição ao milho.

As dietas foram formuladas segundo o NRC (2000) para serem isoprotéicas e isoenergéticas, fornecidas diariamente às 10 horas (Tabela 1), com relação volumoso:concentrado de 60:40%.

Tabela 1 - Composição percentual dos suplementos com base na matéria natural

Ingrediente (%)	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0,0	3,33	6,66	9,99
Milho grão	90,7	78,8	66,5	55,0
Farelo de soja	2,9	5,0	7,2	9,3
Glicerina	0,0	9,7	19,6	28,9
Uréia	2,9	2,9	2,9	3,0
Mineral ¹	1,5	1,5	1,6	1,6
Calcário	1,4	1,4	1,3	1,3
Fosfato	0,6	0,7	0,9	1,0

¹ Composição percentual: Cloreto de sódio (NaCl), 47,15; Fosfato bicálcico, 50; Sulfato de zinco, 1,5; Sulfato de cobre, 0,75; Sulfato de cobalto, 0,05; Iodato de potássio, 0,05; Sulfato de magnésio, 0,5.

O pasto foi avaliado a cada 28 dias, para estimar a disponibilidade de MS, foram tomadas 12 amostras cortadas ao nível do solo com um quadrado de 0,25 m² conforme metodologia descrita por McMeniman (1997). Foram utilizados oito piquetes, diferidos no início de maio. 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, em um sentido pré-estabelecido de forma aleatória.

As estimativas de biomassa residual de matéria seca (BRD) foram realizadas nos quatro piquetes, conforme o método de dupla amostragem (Wilm et al., 1994). Foi utilizada a técnica do triplo emparelhamento (Moraes et al., 1990) para estudar o acúmulo de biomassa no tempo, com os quatro piquetes que permaneciam vedados por 28 dias funcionando como excludores. O acúmulo de MS, nos diferentes períodos experimentais, foi calculado multiplicando-se o valor da taxa de acúmulo diário (TAD) pelo número de dias do período.

A estimativa da TAD de MS foi realizada através da equação proposta por Campbell (1966). A taxa de lotação (TL) foi calculada considerando a unidade animal (UA) como sendo 450 kg de PV.

A oferta de forragem (OF) foi calculada de acordo com a seguinte fórmula:

$$OF = \{(BRD + TAD)/PV_{total}\} * 100$$

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

A estimativa da matéria seca potencialmente digestível (MSpd) do pasto, foi realizada conforme descrito por Paulino et al. (2006).

As estimativas da produção fecal, consumo e digestibilidade foram realizadas em dois momentos durante o ensaio experimental, o primeiro entre o 37° e 41° dia e o segundo entre o 107° e 111° dia do período experimental.

Para estimar a produção fecal utilizou-se o óxido crômico como indicador externo, fornecido diariamente às 9 horas em dose única de 10 gramas acondicionada em papelote durante 12 dias com sete dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e cinco dias para coleta das fezes.

As fezes foram colhidas uma vez ao dia, durante cinco dias, no momento da administração do indicador, diretamente da ampola retal, e armazenadas em câmara fria a -10 °C. As amostras de fezes foram analisadas por espectrofotometria de absorção atômica para dosagem de cromo. A excreção fecal foi estimada utilizando-se o óxido crômico, sendo calculada com base na razão entre a quantidade do indicador fornecida e sua concentração nas fezes.

O consumo de MS de concentrado foi estimado com a utilização do indicador dióxido de titânio, o qual foi fornecido na quantidade de 10 g por animal, misturado ao concentrado, durante doze dias, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006).

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi utilizado o indicador interno FDN indigestível (FDNi), obtido após incubação ruminal por 240 horas (Casali, 2006), de 0,5 g de amostras de alimentos, sobras e fezes, utilizando sacos confeccionados com tecido não tecido (TNT) gramatura 100 (100 g.m²), 5 x 5 cm. O material remanescente da incubação foi submetido à extração com detergente neutro, para determinação da FDNi.

As análises dos teores de matéria seca (MS), cinzas, proteína bruta (PB) e extrato etéreo (EE) nas amostras de alimento foram realizadas segundo Silva & Queiroz (2002) (Tabela 2).

Tabela 2 – Composição química da *Brachiaria brizantha* e das dietas totais, disponibilidade de forragem e consumo de alimentos

Item	Brachiaria brizantha	Inclusão de glicerina (% MS)			
		0,0	3,33	6,66	9,99
Composição química					
Matéria seca (%)	27,94	92,30	93,20	93,00	92,15
Proteína bruta, (%)	7,78	17,68	17,94	18,30	18,55
Extrato etéreo (%)	2,15	2,53	3,30	3,67	4,13
Carboidratos totais (%)	80,54	74,85	67,31	59,54	56,81
Carboidratos não fibrosos (%)	22,09	65,77	59,21	52,75	49,84
FDNcp, (%)	62,92	11,02	8,90	6,79	6,20
FDA, (%)	33,45	4,72	4,63	4,57	3,65
Cinzas, (%)	9,37	4,95	5,29	5,79	6,43
NDT (%) ¹	64,89	84,61	85,75	86,32	86,36
Disponibilidade de forragem					
Disponibilidade total de MS (kg/ha)	3579,67				
Disponibilidade MSpD (kg/ha)	2118,50				
Biomassa residual (kg MS/ha dia)	100,25				
Taxa de acúmulo diário(kg MS/ha dia)	44,86				
Oferta de forragem (kg MS/100 kg PC dia)	13,24				
Taxa de lotação (UA/ha)	1,93				
Consumo de alimentos					
Consumo de suplemento (kg dia)		2,75	2,75	2,75	2,75
Consumo de pastagem (kg dia)		5,07	5,28	5,51	4,95
Consumo de matéria do total (kg dia)		7,62	8,03	8,26	7,70
Consumo de matéria do total (% , PC)		2,09	2,20	2,26	2,25

¹NRC;

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 Hall (2003), 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. Os teores de nutrientes digestíveis totais estimados (NDTest) dos alimentos e dietas totais, foram calculados conforme equações descritas pelo NRC (2001).

Os animais foram pesados no início e no final do experimento e, sendo realizadas, também, pesagens intermediárias, a cada 28 dias, para avaliação do ganho médio diário de peso corporal (GMDPC) e ajuste do fornecimento do suplemento. O desempenho animal foi determinado pela diferença entre o peso corporal inicial (PCI) e o peso corporal final (PCF) dividido pelo período experimental em dias.

Os indicadores da viabilidade econômica foram calculados de acordo com Silva et al. (2010), sendo eles: peso corporal inicial (em kg); peso corporal final (em kg); idade inicial dos animais; área de pastagens por tratamento; ganho médio diário (g); consumo de concentrado; preço dos concentrados; número de animais; peso médio no período (média entre peso corporal final e peso corporal inicial, em kg); peso médio, em UA/cabeça (peso médio no período dividido por 450 kg, que equivale a 1,00 UA); taxa de lotação, em UA/ha (peso médio em UA/cabeça multiplicado pelo número de animais e dividido pela área de pastagem, em hectares); ganho médio diário (média ponderada da fase de suplementação, 140 dias); produção em kg PC/ha 140 dias (peso corporal final, em kg, menos o peso corporal inicial, multiplicado pelo número de animais e dividido pela área da pastagem, em hectares); rendimento de carcaça (obtido junto ao frigorífico JBS – Itapetinga para animais de mesmo padrão genético); produção de carne (kg PC/ha/ano multiplicado pelo rendimento de carcaça); produção de carne (@/hectare 140 dias); consumo de concentrado (consumo de concentrado por animal/dia multiplicado pelos nove animais de cada grupo e pelos 140 dias do período de suplementação dividido pelos 3,5 hectares de pastagem); custo do concentrado (consumo, em kg/ha 140 dias, multiplicado pelo preço, kg); custo com concentrado (custo do concentrado, em R\$/ha 140 dias, dividido pela produção de carne, em @/ha ano); mão-de-obra; medicamentos, manutenção de cercas, manutenção de pastos e

impostos (em R\$ por @, obtidos no ANUALPEC, 2010); custo total por @ produzida (custo com concentrado + custo com suplemento mineral + mão-de-obra + medicamentos + manutenção de cercas + manutenção de pastos + impostos, em R\$/@); preço médio da carne (média histórica de preços da @ de boi gordo (ANUALPEC (2010))); renda bruta (preço médio da carne vendida, em R\$/@, multiplicado pela produção, @/ha 140 dias); renda bruta por animal/140 dias (renda bruta, em R\$, por hectare/140 dias multiplicada pelo resultado da divisão da área utilizada pelos animais que a ocuparam); renda bruta por tratamento/140 dias (renda bruta, em R\$/ha 140 dias, multiplicada pela área total); custo total da produção de carne (em R\$/@ produzida multiplicado pela produção por hectare/140 dias); saldo por hectare/140 dias (renda bruta/ha 140 dias menos o custo total por hectare/140 dias, em R\$); preço de aquisição da @ do boi magro (valor médio no período, conforme o ANUALPEC (2010)); compra do boi magro, em R\$, por hectare/140 dias (preço da @ do boi magro multiplicado pela quantidade de @ iniciais de cada animal multiplicado pelo número de animais e dividido pela área de pastagem em cada grupo); capital investido por hectare/ 140 dias (somatório do custo total, em R\$/ha 140 dias + compra do boi magro, em R\$/ha 140 dias).

As variáveis econômicas de lucro operacional e índice de lucratividade, foram adaptadas Martin et al. (1998), em que lucro operacional denota o valor monetário obtido com a venda dos animais que fica disponível após o produtor descontar o custo com alimentação. O índice de lucratividade indica a taxa disponível de receita após o pagamento do custo com alimentação. Para calcular-se a relação entre a margem de lucro e a receita bruta considerou-se: $IL = (LO/RB) \times 100$, posto que: IL = índice de lucratividade (%), LO = lucro operacional (R\$) e RB = receita bruta (R\$).

Utilizaram-se, para efeito de estudo da análise econômica, dois indicadores econômicos: o VPL (valor presente líquido) e a TIR (taxa interna de retorno).

A expressão para cálculo do VPL é a seguinte:

$$VPL = \sum_{t=0}^{n=i} VF/(1 + R)^t$$

em que VPL = valor presente líquido; VF = valor do fluxo líquido (diferença entre entradas e saídas); n = número de fluxos; r = taxa de desconto; t = período de análise (i = 1, 2, 3...). No cálculo do valor presente líquido, aplicaram-se três taxas de

desconto sobre o fluxo líquido mensal de cada sistema de produção. As taxas adotadas foram 4, 8 e 12% ao ano.

Para a taxa interna de retorno, segundo os critérios de aceitação, quanto maior o resultado obtido no projeto, maior a atratividade para sua implantação. Assim, a taxa interna de retorno é o valor de r que iguala a zero a expressão:

$$VPL = VF_0 + \frac{VF_1}{(1+R)^1} + \frac{VF_2}{(1+R)^2} + \frac{VF_3}{(1+R)^3} + \dots + \frac{VF_n}{(1+R)^n}$$

em que VF = fluxos de caixa líquido (0, 1, 2, 3,...,n); r = taxa de desconto.

Os dados de consumo e o ganho médio diário foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas (2001). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “t” no nível de 5%, e de determinação (R^2), e com o fenômeno biológico estudado.

Resultados e Discussão

Como não foi encontrada diferença ($P>0,05$) no consumo de MS do pasto (5,20 kg) e do concentrado (2,7 kg) entre os tratamentos (Tabela 2), verifica-se que a inclusão de glicerina no concentrado não provocou nenhum efeito associativo no consumo de forragem. O consumo de MS total em kg/dia e %PC não foi influenciado ($P>0,05$) pela inclusão da glicerina bruta, apresentando valor médio de 7,90 kg e 2,20 %PC.

A glicerina bruta não afetou o desempenho dos animais ($P>0,05$), os quais apresentaram valor médio de 649 g/dia (Tabela 3). Este resultado está relacionado ao consumo de MS, o qual também não foi influenciado pela inclusão de glicerina bruta, que é considerado o ponto determinante de aporte de nutrientes necessários para o atendimento das exigências de manutenção e de ganho de peso dos animais (Sniffen et al., 1993).

O uso de suplementos na criação de bovinos em pasto exige uma análise efetiva das variáveis que possam tornar o sistema ineficiente, entre eles o preço pago pela arroba e o valor dos constituintes dos suplementos. O milho, que é considerado o principal componente energético das rações utilizadas para bovinos, onera substancialmente o gasto da alimentação dos mesmos, por estar entre os constituintes de

maior custo. Como os resultados de consumo e ganho de peso não foram alterados, com a inclusão de glicerina, essa se torna uma alternativa interessante para reduzir os custos de produção, por possuir custo 60-70% inferior ao do milho.

Tabela 3 - Indicadores zootécnicos e de tamanho utilizados na estruturação dos modelos que caracterizaram os tratamentos testados

Item	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0	3,33	6,66	9,99
0 - Idade inicial (meses)	13	13	13	13
1 - Peso corporal inicial (kg)	303,14	302,25	297,78	303,00
2 - Peso corporal final em kg	399,29	392,63	395,11	382,43
3 - Peso médio no período, kg $((1+2)/(2))$	351,22	347,44	346,45	342,72
4 - Peso médio (UA/cabeça) $(3/(450))$	0,78	0,77	0,77	0,76
5 - Área de pastagem (ha)	3,50	3,50	3,50	3,50
6 - Taxa de lotação (UA/ha) $(4*7/5)$	2,01	1,99	1,98	1,96
7 - Número de animais	9,00	9,00	9,00	9,00
8 - Ganho médio diário (140 dias), kg ¹	0,687	0,646	0,695	0,567
9 - Produção, kg de PC/ha período $((2-1)*7/5*13)*3$	247,32	247,32	247,32	247,32
10 - Rendimento de carcaça (%)	50,40	50,40	50,40	50,40
11 - Produção de carne, kg/ha período $(9*10/(100))4$	124,65	124,65	124,65	124,65
12 - Produção de carne, @/ha período $(11/(15kg))*5$	8,31	8,31	8,31	8,31

¹□ = 0,649

A viabilidade econômica da suplementação de bovinos em pasto foi comprovada por diversos trabalhos (Euclides et al. 2001; Tomich et al. 2002; Peres et al. 2005), os quais verificaram melhor resultado econômico nos tratamentos com suplementação do pasto quando comparada com tratamento sem suplementação.

A taxa de lotação não foi alterada pela inclusão de glicerina, o qual apresentou valor médio elevado de 1,98 UA/ha, e também foi mantida a mesma oferta de forragem, entre os tratamentos, de 13,24 kg MS/100 kg PC dia (Tabela 2), o que foi capaz de manter ganhos satisfatórios. Os valores referentes a taxa de lotação, obtidas nesta pesquisa, somente foi possível devido ao uso de suplementos, produzindo resultados mais competitivos. O que está de acordo com Figueiredo et al. (2007), os quais citam que baixas taxas de lotação refletem sistemas de baixa produção de peso corporal, o que obriga o produtor a sobreviver na marginalidade da cadeia produtiva com poucas condições de oferecer produtos com preços competitivos, quase sempre perdendo terras e mercado para agricultores e pecuaristas mais eficientes com sistemas ou culturas mais rentáveis.

Além da alta taxa de lotação observado, outro fator positivo que é obtido com a utilização de suplementos, é a redução no tempo de permanência dos animais na propriedade, o que, irá provocar maior giro de capital investido, aumentando assim a lucratividade do sistema.

A prática de suplementação visa também à maior produção por unidade de superfície (kg/ha), uma vez que aumenta a produção por animal incrementando a eficiência de utilização da forragem em seus picos de produção. A produção de carne (124,65 kg/ha ou 8,31@/ha) não foi alterada pela inclusão de glicerina na dieta, refletindo assim o padrão de resposta observado para o GMD. Estes resultados, foram superiores aos obtidos por Ítavo et al. (2007), de 86,34 kg/ha e 5,76 @/ha, para a terminação de novilhos em pastagens diferidas na mesma taxa de lotação observada nesta pesquisa.

Na Tabela 4, encontra-se, os valores referentes aos custos operacionais. Como não houve diferença nos tratamentos no que se refere a taxa de produção, os valores referentes aos custos com mão-de-obra, medicamentos, manutenção e impostos não foram alterados entre os tratamentos. Soma-se a isso, o fato, de que os animais apresentaram o mesmo consumo de concentrado (2,75kg/dia) e produção de carne (8,31@/ha), a redução obtida, no custo total, com a inclusão de glicerina, de R\$ 79,55 a R\$ 68,94, deve-se, a redução no custo do kg do concentrado, o qual apresentou redução de 14,93% com a inclusão máxima de glicerina.

Tabela 4 - Custos operacionais utilizados na composição dos custos totais de produção

Item	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0	3,33	6,66	9,99
0 - Produção de carne (@/ha período)	8,31	8,31	8,31	8,31
1 - Consumo de concentrado (kg/animal dia) ¹	2,75	2,75	2,75	2,75
2 - Consumo de concentrado (kg/ha período)	990,00	990,00	990,00	990,00
3 - Preço estimado do concentrado (R\$/kg)	0,60	0,57	0,54	0,51
4 - Custo com concentrado (R\$/período/ha ano) (2*3)	590,49	560,28	530,07	502,36
5 - Custo com concentrado (R\$/@) (4/0)	71,06	67,42	63,79	60,45
6 - Mão-de-obra (R\$/@)	3,22	3,22	3,22	3,22
7 - Medicamentos (R\$/@)	0,87	0,87	0,87	0,87
8 - Manutenção de cercas (R\$/@)	0,96	0,96	0,96	0,96
9 - Manutenção de pastos (R\$/@)	3,10	3,10	3,10	3,10
10 - Impostos (R\$/@)	0,39	0,39	0,39	0,39
11- Custo total (R\$/@) (6+7+...+10)	79,60	75,96	72,33	68,99

¹□ = 2,75

Levando em consideração que não houve diferença na produção de carne, a renda bruta obtida não foi alterada, apresentando valor médio de R\$ 664,80/ha (Tabela 5). E com a redução de 13% no custo total por ha, houve um aumento significativo no saldo total. Essa resposta era esperada uma vez que a glicerina bruta foi adquirida ao preço de R\$ 0,20, muito abaixo dos R\$ 0,58, gastos por kg do milho. Isso comprova a importância de estudos que avaliem o uso fontes energéticas alternativas, no intuito de baratear os custos de produção e, conseqüentemente aumento da lucratividade.

Tabela 5 - Previsão da renda bruta, custo operacional total e saldo da atividade nos níveis de inclusão de glicerina

Item	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0	3,33	6,66	9,99
0 - Produção de carne (@/ha período)	8,31	8,31	8,31	8,31
1 - Preço médio do boi gordo (R\$/@)	80,00	80,00	80,00	80,00
2 - Renda bruta (R\$/ha período) (0*1)	664,80	664,80	664,80	664,80
3 - Renda bruta (R\$/animal período) (2*(3,5/9))	258,53	258,53	258,53	258,53
4 - Renda bruta (R\$ total) (2*(3,5))	2326,79	2326,79	2326,79	2326,79
5 - Custo total (R\$/@)	79,60	75,96	72,33	68,99
6 - Custo total (R\$/ha período) (0*5)	661,45	631,25	601,03	573,32
7 - Saldo (R\$/ha período) (2-6)	3,34	33,55	63,76	91,47

As taxas de retorno, com a inclusão dos valores gastos com aquisição de animais (Tabela 6), demonstram aumento acentuado em todas as variáveis em função da inclusão de glicerina. Quando se analisa a receita líquida, levando-se em consideração todos os custos operacionais mais o custo de aplicação do capital investido para compra do boi magro, obtém-se um aumento da renda líquida de 3,76 a 91,89 Reais/ha com a inclusão da glicerina na dieta.

Tabela 6 - Taxas de retorno obtidas com a atividade considerando todos os custos, o capital investido e os lucros obtidos com a inclusão de glicerina na dieta

Item	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0	3,33	6,66	9,99
0 - Preço de aquisição do boi magro, R\$/@	75,00	75,00	75,00	75,00
1 - Compra do boi magro, R\$/ha ano	1938,49	1938,49	1938,49	1938,49
2 - Custo operacional de produção, R\$/ha período	661,45	631,25	601,03	573,32
3 - Capital investido, R\$/ha período (1+2)	2599,94	2569,74	2539,52	2511,81
4 - Renda líquida com a atividade, R\$/ha período	3,34	33,55	63,76	91,47
5 - Lucro Operacional (R\$/ha período)	74,31	104,52	134,73	162,44
6 - Índice de lucratividade (%)	11,18	15,72	20,27	24,43

O lucro operacional (LO) foi aumentado em R\$ 88,13/ha período com a inclusão de glicerina, uma elevação de 119%, essa resposta deve-se ao LO, uma vez que este é o valor resultante das vendas dos animais que fica disponível, após descontar o custo com alimentação. O mesmo padrão foi observado para o índice de lucratividade (IL), o qual indica a taxa disponível de receita após o pagamento do custo com alimentação, esse passou de 11,18% no tratamento controle para 24,43% ao nível de 9,99% de inclusão de glicerina.

Os padrões observados para LO e IL, comprovam, que a glicerina foi eficiente em aumentar a lucratividade do sistema, devido ao fato de que os dois itens utilizam o valor gasto com alimentação em seus cálculos, mostrando que a glicerina é uma alternativa economicamente viável, por baratear o custo da ração.

O VPL é considerado um critério de avaliação de projetos mais rigoroso e isento de falhas técnicas (Noronha, 1988), e corresponde à soma algébrica dos valores do fluxo de caixa de um projeto, atualizados à taxa ou às taxas de desconto do período em questão. Os resultados do valor presente líquido (VPL) obtidos para cada sistema de produção, calculados a partir das taxas de desconto de 4, 8 e 12% ao ano (Tabela 7), as quais foram utilizadas para descapitalizar os valores até a data zero (valor total investido), e que também pode ser considerada a expectativa de ganho do investidor, servindo como referência para concluir se o projeto é ou não viável.

Para todos os tratamentos VPL foi positivo, porém sendo mais elevada com a adição de glicerina, esta situação deve-se a diminuição dos gastos com alimentação, reduzindo o custo total do sistema.

Tabela 7 - Taxa interna de retorno mensal (TIR) e valor presente líquido (VPL) para taxas de retorno de 4, 8 e 12%, respectivamente, para um ano

Item	Inclusão de glicerina (% MS)			
	0	3,33	6,66	9,99
TIR (%)	1,77%	2,19%	2,62%	3,03%
VPL, 4% (R\$/ha)	107,16	137,37	167,58	195,29
VPL, 8% (R\$/ha)	81,71	111,92	142,13	169,84
VPL, 12% (R\$/ha)	56,64	86,85	117,06	144,77

No caso desta pesquisa, as entradas foram descapitalizadas para data zero, nas taxas de 4, 8 e 12% ao ano, os valores positivos mostram que os tratamentos foram capazes de cobrir o investimento inicial, com custo da aquisição de animais, e gerou um

adicional para todas as taxas utilizadas, tornando assim o uso de suplementação em novilhas em pasto uma estratégia viável. Porém quando observamos os valores de VPL, no nível mais elevado de glicerina, a para todas as taxas, os valores foram superiores aos demais tratamentos, mostrando assim que a utilização da glicerina foi capaz de aumentar a lucratividade na terminação dos animais.

A taxa interna de retorno (TIR) é o método utilizado para analisar a viabilidade econômica de um projeto, sendo uma análise complementar a análise do VPL. O qual deve apontar, como o VPL já apontou, para a viabilidade do uso suplementação. Segundo os critérios de aceitação, quanto maior for o resultado da TIR no projeto, maior será a atratividade para sua implantação. A TIR foi se tornando mais vantajosa a medida que se adicionou glicerina na deita, passando de 1,77% no tratamento controle a 3,03% para o nível de 9,99% de inclusão. As taxas encontradas foram favoráveis à adoção de qualquer sistema, pois foram superiores às remunerações obtidas em investimentos disponíveis no mercado, como a caderneta de poupança, por exemplo, cuja remuneração situou-se em torno de 0,50% ao mês (6% a.a.), no mesmo período.

A maior TIR obtida no nível de 9,99% de glicerina, demonstra, que apesar de apresentar GMD semelhante aos demais tratamentos, teve menor custo com alimentação, resultando em menor custo por área, o que o torna mais atrativo quando comparado às taxas obtidas nos demais tratamentos.

Conclusões

A inclusão de glicerina bruta na suplementação de novilhas a pasto é uma estratégia economicamente por aumentar a TIR e VPL.

Literatura Citada

- 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.
- ANUALPEC 2010. **Anuário da pecuária brasileira**. São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, 2010. 344p.
- CASALI, A. O. **Procedimentos metodológicos in situ na avaliação do teor de compostos indigestíveis em alimentos e fezes de bovinos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2006. 47p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, 2006.
- EUCLIDES, V.P.B. Produção intensiva de carne bovina em pasto. In: SIMPÓSIO DE PRODUÇÃO DE GADO DE CORTE, 2., 2001, Viçosa. **Anais ...** Viçosa: UFV, p.55-82, 2001.
- FIGUEIREDO, D. M.; OLIVEIRA, A. S.; SALES, M. F. L. et al. Análise econômica de quatro estratégias de suplementação para recria e engorda de bovinos em sistema pasto-suplemento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.5, p.1443-1453, 2007.
- FRANK, R. G. *Introducción al calculo de costos agropecuarios*. Buenos Aires: El Ateneo, 1978.
- GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL, 197p. 1986.
- 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 Pesquisa Tecnológica**, p. 14-19, 2006.
- HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, p. 3226–3232, 2003.
- ÍTAVO, L. C. V., ÍTAVO, C. C. B. F., DIAS, A. M., NOVAIS, M. F. S. M., SILVA, F. F., MATEUS, R. G., SCHIO, A. R. Desempenho produtivo e avaliação econômica de novilhos suplementados no período seco em pastagens diferidas, sob duas taxas de lotação. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.8, n.3, p. 229-238, 2007.
- McMENIMAN, N.P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., 1997, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p.131-168.
- MORAES, A.; MOOJEN, E.L.; MARASCHIN, G.E. Comparação de métodos de taxas de crescimento em uma pastagem submetida a diferentes pressões de pastejo. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 27., 1990, Campinas. **Anais...** Campinas: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1990. p.332.

- NORONHA, J.F.; LATAPIA, M.X.L.C. Custos de produção agrícola sob condições de risco no Estado de São Paulo. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.26, n.3, art. 2, CD-ROM, 1988.
- NRC-NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington: National Academy Press, 2000. 450p.
- PAULINO, M.F., DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. Suplementação animal em pasto: energética ou protéica?. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO ESTRATÉGICO DA PASTAGEM, 3., 2006, Viçosa, MG. **Anais...** Viçosa, MG: SIMFOR, 2006. p.359-392.
- PERES, A.A.C.; VASQUEZ, H.M.; SILVA, J.F.C et al. Avaliação produtiva e econômica de sistemas de produção bovina em pastagens de capim-elefante. **Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.57, p.367-373, 2005.
- REIS, R.A.; RODRIGUES, L.R.A.; PEREIRA, J.R.A. Suplementação como estratégia de manejo de pastagem. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DE PASTAGEM, 13., 1997, Piracicaba. **Anais ...** Piracicaba : FEALQ. 1997. p.123-150.
- REIS, R.P. *Fundamentos de economia aplicada*. Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 95p.
- SILVA, D.J., QUEIROZ, A.C. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. 3.ed. Viçosa: UFV, 2002. 235p.
- SILVA, R. R., PRADO, I. N., CARVALHO, G. G. P., SILVA, F. F., ALMEIDA, V. V. S., JÚNIOR, H. S., PAIXÃO, M. L., FILHO, G. A. Níveis de suplementação na terminação de novilhos Nelore em pastagens: aspectos econômicos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.9, p.2091-2097, 2010.
- SNIFFEN, C.J., OCONNOR, J.D., VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating caule diets. 2. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- SNIFFEN, C.J.; BEVERLY, R.W.; MOONEY, C.S.; ROE, M.B.; SKIDMORE, A.L.; BLACK, J.R. Nutrient requirement versus supply in dairy cow: strategies to account for variability. **Journal of Dairy Science**, v.76, p.3160-3178, 1993.
- TOMICH, T.R.; LOPES H.O.S.; PIRES, D.A.A. et al. Suplementação com mistura múltipla contendo uréia como fonte de nitrogênio para bovinos em pastagens de braquiária no período das águas. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 39., 2002. Recife. **Anais ...** Recife: SBZ, 2002. CD-ROM.
- UNIVERSIDADE FERDERAL DE VIÇOSA – UFV. SAEG – **Sistema de análise estatística e genética**. Versão 8.0. Viçosa, MG. 2000.
- VALADARES FILHO, S.C.; MORAES, E.H.B.K.; DETMANN, E. et al. **Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo**. In: GONZAGA NETO, S.; COSTA, R.G.; PIMENTA FILHO, E.C.; CASTRO, J.M.C. (Org.). **Anais ...** Simpósio da 43ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Zootecnia. João Pessoa: SBZ: UFPB, 2006, v. 35, p. 291-322.

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

WILM, H.G.; COSTELLO, D.F.; KLIPPLE, G.E. Estimating forage yield by the double sampling method. **Journal of the American Society of Agronomy**, v.36, p.194-203, 1994.