

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GLICERINA E ÓLEOS FUNCIONAIS SOBRE
DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E
CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA E DA CARNE
DE BOVINOS MISTIÇOS TERMINADOS
EM CONFINAMENTO

Autora: Olga Teresa Barreto Cruz
Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado
Co-Orientador: Prof. Dr. Jair de Araújo Marques, “in memoriam”

MARINGÁ
Estado do Paraná
novembro – 2012

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

GLICERINA E ÓLEOS FUNCIONAIS SOBRE
DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E
CARACTERÍSTICAS DA CARCAÇA E DA CARNE
DE BOVINOS MISTIÇOS TERMINADOS
EM CONFINAMENTO

Autora: Olga Teresa Barreto Cruz

Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

Co-Orientador: Prof. Dr. Jair de Araújo Marques, “in memoriam”

Dissertação apresentada, como parte das exigências para a obtenção do título de MESTRE EM ZOOTECNIA, no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá – Área de concentração Produção Animal

MARINGÁ
Estado do Paraná
novembro – 2012

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

C957g Cruz, Olga Teresa Barreto
Glicerina e óleos funcionais sobre desempenho, digestibilidade e características da carcaça e da carne de bovinos mestiços terminados em confinamento / Olga Teresa Barreto Cruz. - Maringá, 2012.
53 f.

Orientador: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado.
Co-orientador: Prof. Dr. Jair de Araújo Marques.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Zootecnia, 2012.

1. Aditivos (Alimentos para bovinos). 2. Bovinos - Alimentação. 3. Biodiesel. 4. Confinamento. 5. Co-produto. 6. Gado de corte. I. Prado, Ivanor Nunes do, orient. II. Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-graduação em Zootecnia. III. Título.

CDD 22. ED. 636.2085



UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

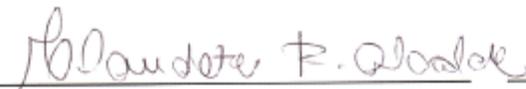
**GLICERINA E ÓLEOS FUNCIONAIS SOBRE
DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E
CARACTERÍSTICAS DA CARÇAÇA E DA CARNE
DE BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS
EM CONFINAMENTO**

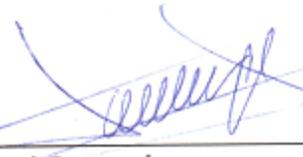
Autora: Olga Teresa Barreto Cruz

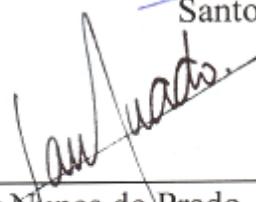
Orientadora: Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado

TITULAÇÃO: Mestre em Zootecnia - Área de Concentração Produção
Animal

APROVADA em 22 de novembro de 2012.


Prof.ª Dr.ª Claudete Regina Alcalde


Dr. José Jorge dos
Santos Abrahão


Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado
(Orientador)

Devemos ter fé em si mesmo.

É aí que reside o segredo.

Mesmo quando eu estava no
orfanato e andava pelas ruas

procurando algo para comer

para viver, mesmo assim,

eu me considerava o ator mais

grande do mundo.

Sem absoluta confiança em si mesmo,

você está destinado ao fracasso

Charles Chaplin

A

Deus,
pela força, guia e iluminação em todo o momento e atuação da minha vida, pelos
retos e dificuldades que me deram a oportunidade de me desenvolver.

Aos

meus pais, Maria Teresa Cruz e Gustavo Barreto,
pela sua grandiosa labor e me ensinar o verdadeiro valor da família.

Aos

meus irmãos, Luisa Fernanda, Sady Fernando, Andrea del Pilar, Andrés Eduardo,
pelo amor.

Ao

meu noivo, Juan Carlos Henao Zambrano,
por ser esse amigo que sempre teve confiança e fé em mim, por ser conselheiro e
companheiro em todos os momentos; os ruins para me animar e me lembrar de
que os grandes logros são sempre difíceis, e os bons para me demonstrar que
ainda sendo difíceis não são impossíveis.

Ao

meu Co-Orientador, “in memoriam”, Jair de Araujo Marques,
por ser um pouquinho dessa pessoa que todo ser humano precisa: Chefe, Pai,
Irmão e Amigo, e por me demonstrar que nós vivemos nas pessoas que amamos
quando uma lembrança nos traz ela de volta, e que um pouquinho de tudo aquilo
que foi, entrou em nós e não sairá mais.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ser minha força, por me iluminar e me guiar em cada momento da minha vida.

À Universidade Estadual de Maringá por ter possibilitado meus estudos.

Ao Prof. Dr. Ivanor Nunes do Prado, pela orientação e pela confiança depositada.

Ao Prof. Dr. Jair Araújo de Marques, “in memoriam”, por seus valiosos ensinamentos, sua guia, seus conselhos, em nível pessoal e profissional, que permanecerão comigo, por toda a vida.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da Bolsa de Estudos, no âmbito do Programa PEC-PG.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (Capes), pela bolsa de estudos e financiamento, no âmbito do projeto Procad com a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

Ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual de Maringá e seus professores, pelos ensinamentos.

Ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e seus professores por me brindar seus ensinamentos.

Aos amigos Adriana Gomez, Altair Sofiati, Ana Paula Possamai, Beatriz Lima, Carlos Eiras, Iuran Nunes, Johana Mora, Laura Marcela Diaz, Lina Maria Peñuela,

Lorryny Galoro da Silva, Maria del Pilar Rodriguez, Marcela Runself, Natalia Mora, Paula Aguiar, Roman Castañeda, Vanessa Piotto, pela amizade, companheirismo e ajuda nos momentos difíceis.

Aos bolsistas de iniciação científica, aos estagiários, e demais membros do grupo, pela amizade, companheirismo e ajuda sem as quais não seria possível a realização deste trabalho.

Aos funcionários da Fazenda Experimental de Iguatemi, em especial a José Carlos da Silva, pela ajuda e amizade.

Aos funcionários da Secretaria do PPZ e DZO, e aos funcionários do Laboratório (Denílson, Rose, Cleusa, Creuza e Francisco).

A todos que direta e indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho, meus sinceros agradecimentos.

BIOGRAFIA

OLGA TERESA BARRETO CRUZ, filha de Gustavo Barreto Martinez e Maria Teresa Cruz Cardoso, nasceu no em Bogotá, D.C, Colômbia no dia 15 de agosto de 1984. Coursou Medicina Veterinária e Zootecnia na Universidad del Tolima (Colômbia). No ano de 2010, iniciou no Programa de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração Produção Animal na Universidade Estadual de Maringá, realizando estudos na área de Nutrição Ruminantes. No mês de novembro de 2012, submeteu-se à banca para defesa da dissertação de mestrado.

ÍNDICE

	Página
LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xi
RESUMO	xii
ABSTRACT	xiv
I – INTRODUÇÃO	1
1.1. Glicerina	2
1.2. Óleos funcionais	6
Referências	10
II – OBJETIVOS GERAIS	15
III – GLICERINA E ÓLEOS DE CAJU (<i>Anacardium occidentale</i>) E MAMONA (<i>Ricinus communis</i>) SOBRE O DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE BOVINOS MISTIÇOS NÃO- CASTRADOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO	16
Resumo	16
Abstract	17
Introdução	18
Material e Métodos	19
Resultados e Discussão	22
Conclusões	28
Agradecimentos	28
Referências	29

IV – GLICERINA E ÓLEOS DE CAJU (<i>Anacardium occidentale</i>) E MAMONA (<i>Ricinus communis</i>) SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE CARCAÇA E COMPOSIÇÃO DO MÚSCULO <i>Longissimus</i> DE BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO	34
Resumo	34
Abstract	35
Introdução	36
Material e Métodos	37
Resultados e Discussão	42
Conclusões	49
Agradecimentos	49
Referências	50

LISTA DE TABELAS

	Página
<p>III – GLICERINA E ÓLEOS DE CAJU (<i>Anacardium occidentale</i>) E MAMONA (<i>Ricinus communis</i>) SOBRE O DESEMPENHO, DIGESTIBILIDADE E PARÂMETROS SANGUÍNEOS DE BOVINOS MESTIÇOS NÃO-CASTRADOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO</p>	
Tabela 1	20
Tabela 2	20
Tabela 3	23
Tabela 4	24
Tabela 5	26
Tabela 6	27
<p>IV – GLICERINA E ÓLEOS DE CAJU (<i>Anacardium occidentale</i>) E MAMONA (<i>Ricinus communis</i>) SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E COMPOSIÇÃO DO MÚSCULO <i>Longissimus</i> DE BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO</p>	
Tabela 1	37
Tabela 2	38
Tabela 3	38

Tabela 4	Características quantitativas de carcaça de bovinos mestiços terminados em confinamento	42
Tabela 5	Características colorimétricas e força de cisalhamento da carne de bovinos mestiços terminados em confinamento	44
Tabela 6	Composição química do músculo <i>Longissimus</i> de bovinos mestiços terminados em confinamento	45
Tabela 7	Perfil de ácidos graxos do músculo <i>Longissimus</i> de bovinos mestiços terminados em confinamento	45
Tabela 8	Porcentagem de ácidos graxos saturados, ácidos graxos monoinsaturados, ácidos graxos poli-insaturados, ômega 6, ômega 3 e suas razões no músculo <i>Longissimus</i> de bovinos mestiços terminados em confinamento	46
Tabela 9	Análise sensorial de consumidor do músculo <i>Longissimus</i> de bovinos mestiços terminados em confinamento	47

LISTA DE FIGURAS

	Página
I – INTRODUÇÃO	
Figura 1 Reação da transesterificação do Biodiesel	3
Figura 2 Gliconeogênese a partir do glicerol	4
Figura 3 Esquema dos mecanismos de ação na célula bacteriana dos óleos funcionais	7
Figura 4 Ácido anacárdico e Cardanol	8
Figura 5 Ácido ricinoleico	9
IV – GLICERINA E ÓLEOS DE CAJU (<i>Anacardium occidentale</i>) E MAMONA (<i>Ricinus communis</i>) SOBRE AS CARACTERÍSTICAS DE CARÇAÇA E COMPOSIÇÃO DO MÚSCULO <i>Longissimus</i> DE BOVINOS MESTIÇOS TERMINADOS EM CONFINAMENTO	
Figura 1 Preferência global dos consumidores de ML de bovinos mestiços terminados em confinamento alimentados com glicerina e óleos de caju (<i>Anacardium occidentale</i>) e mamona (<i>Ricinus communis</i>)	48

RESUMO

Este trabalho foi realizado para avaliar a substituição do milho, como fonte de energia, pela glicerina e a adição de óleos funcionais de caju e mamona como aditivo sobre a ingestão de alimentos, digestibilidade aparente, desempenho animal, parâmetros sanguíneos, características de carcaça, composição química do músculo *Longissimus* (ML) e avaliação visual e de aceitação da carne de bovinos *Angus* x *Nelore* terminados em confinamento. Foram utilizados 30 bovinos não-castrados com peso médio inicial de 311,5 kg ± 28,8 kg e 24 meses de idade. Os bovinos foram distribuídos em três dietas: CON – Controle (n=10), GLI – glicerina (15% da MS total da ração, n=10) e GLO – glicerina + óleos funcionais (n=10). Os bovinos foram confinados durante 115 dias e abatidos com peso vivo final de 467,0 kg ± 40,6. A razão concentrado:volumoso da ração foi de 60 e 40%. O concentrado foi à base de milho em grão, farelo de soja, ureia, calcário e sal mineral e o volumoso utilizado foi silagem de sorgo. Nas dietas com glicerina + óleos funcionais foi adicionado 3 gr de óleo de caju e mamona (Oligo Basics)/animal/dia que foi incorporado na dieta durante a mistura dos ingredientes do concentrado. Não houve efeito da dieta ($P>0,05$) sobre o peso final, ganho médio diário e conversão alimentar. Da mesma forma, não houve efeito na ingestão de alimentos, com exceção do extrato etéreo nas dietas com glicerina que foi menor (0,19kg/dia, $P<0,05$) em decorrência do menor conteúdo de extrato etéreo destas dietas. A digestibilidade da MS (72,6%), MO (73,1%) e PB (69,3%) foi maior ($P<0,05$) para os animais das dietas com adição de glicerina em comparação aos animais da dieta CON (66,6; 67,3 e 63,3 %, respectivamente). A adição de óleos funcionais caju e mamona aumenta ($P<0,05$) a digestibilidade aparente da MO e PB. Não foi observado ($P>0,05$) efeito da glicerina e da adição dos óleos funcionais sobre os níveis de colesterol total, triglicérides sanguíneos, hemograma, leucograma e proteínas plasmáticas. Não foi

observado efeito ($P>0,05$) da glicerina sobre as características de carcaça, físicas da carne e composição química. A adição de óleos funcionais à dieta aumentou ($P<0,05$) a percentagem de gordura na carcaça. A composição dos ácidos graxos no ML foi semelhante entre tratamentos, com exceção do ácido margárico ($P<0,05$) o qual foi maior nas dietas com glicerina (1,88%) em relação aos bovinos da dieta CON (0,96%). Os animais alimentados com dietas com glicerina apresentaram menor razão entre ácidos graxos ômega 6 e ômega 3 no ML em relação à dieta CON. A substituição parcial do milho pela glicerina e a adição de óleos funcionais melhorou o aroma, sabor e maciez da carne. Os consumidores tiveram preferência de compra pelas carnes de animais alimentados com glicerina e suplementados com óleos funcionais. A glicerina pode substituir 15% do milho, como fonte de energia sem alterar o desempenho animal, parâmetros sanguíneos e características de carcaça em bovinos mestiços em confinamento. A glicerina melhorar a digestibilidade aparente da MS, MO e PB. A adição de óleos funcionais de caju e mamona não teve efeito no desempenho animal, parâmetros sanguíneos e características físicas e químicas do ML. Os óleos funcionais aumentam a digestibilidade aparente da MO e PB e a gordura de cobertura.

Palavras-chave: aditivos, alimentação, biodiesel, confinamento, coproduto, gado de corte

ABSTRACT

This work was carried out to study the effect of substitution of corn by glycerol co-product of biodiesel production, and addition of functional cashew and castor oils as additive on performance, intake, digestibility, blood parameters, carcass characteristics and chemical and fatty acids composition in the *Longissimus* of crossbred cattle in feedlots. It was used 30 bulls with average weight of $311.5 \text{ kg} \pm 28.8 \text{ kg}$ and 24 months old. The bulls were allocated in three diets: Control (n=10), Glycerol in 15% of dry matter (n=10) and Glycerol + essential oils (n=10) The bulls were kept in feedlot during 115 days and slaughtered with average weight of $467.0 \text{ kg} \pm 40.6 \text{ kg}$. They were fed in a ratio of 60:40 of concentrate and silage. The bulls were fed with sorghum silage, corn cracked, soybean meal, urea, limestone and mineral salt (concentrate). In the glycerol + functional oils diet was included 3 mg of cashew and castor oil (OLIGOBASICS®)/animal/day which was incorporated into the diet while mixing the ingredients of the concentrate. The final weight, average daily gain and feed conversion did not present differences ($P > 0.05$) among the diets. There was effect ($P < 0.05$) in the intake of EE in glycerol diets compared with control, with average of 0.19 and 0.25 respectively, this effect is explain by the lower content of EE in the glycerol diets. The DM (72.6%), OM (73.1%) and CP (69.3%) digestibility was higher ($P < 0.05$) in Glycerol diets compared with CON diet (66.6; 67.3 and 63.3%, respectively). The ADF digestibility was higher ($P < 0.05$) in CON diet (54.4%) compared with glycerol diets (51.3%). The TC, NFC, FC and EE digestibility was similarly between diets ($P > 0.05$). It was not observed ($P > 0.05$) effect of glycerol and the addition of functional oils in blood total cholesterol, triglycerides, CBC, WBC and plasma protein. In the chemical composition of LM ($P < 0.05$) was observed values of protein in control and glycerol diets of 22.7 % and 22.1% respectively. In the fatty acid composition ($P < 0.05$) was

observed margaric acid values of 1.89% vs. 0.96% in glycerol and control diets, respectively. This affect SFA/PUFA ratio and may be due to the fatty acid profile of glycerol used in this experiment. In the n-6/n-3 ratio ($P < 0.05$) the control diet was higher (3.1) compared with animals fed with glycerol (2.6). In sensory analysis the consumers have preference by GLI and GLO treatments ($P < 0.05$) on flavor, tenderness, overall preference and purchase intent. In conclusion, the corn can be replaced in 15% of dry matter by glycerol without detriment of performance, intake, digestibility, blood parameters and carcass characteristics of crossbred cattle in feedlots. The addition of functional oils had no effect on performance, digestibility, blood parameters and carcass characteristics in the present study.

Key words: feed intake, biodiesel, feedlot, by-product, cattle, cashew and castor oil

I – INTRODUÇÃO

O Brasil possui o segundo maior rebanho de bovinos do mundo (185,1 milhões de cabeças, ano de 2010); sendo o segundo maior produtor e o terceiro maior consumidor de carne do mundo e, atualmente, é o maior exportador de carne bovina (FAPRI, 2012). Todavia, para atender a demanda crescente de carne bovina é necessário que o Brasil produza carne de forma eficiente e com qualidade, uma vez que o mercado internacional está cada dia mais exigente.

A terminação de bovinos em confinamento melhora os índices produtivos e garante a produção de carne de melhor qualidade (Rotta et al., 2009). No entanto, o custo da alimentação de bovinos confinados é um fator limitante. Estratégias para a utilização de coprodutos são pesquisadas para diminuir o custo da alimentação, além de promover a utilização de produtos que poderiam ser poluentes.

O uso de fontes alternativas aos grãos na alimentação de bovinos é necessário, não só para garantir fontes economicamente viáveis à prática pecuária, mas também para evitar a competição de fontes energéticas com humanos. O estoque mundial de grãos atingiu o menor nível, nos últimos 30 anos, a China, nos últimos dez anos, aumentou 9% sua produção de grãos e 30% seu consumo (Penz & Gianfelice, 2008a). O ser humano, pouco eficiente na transformação de fibras em energia, depende dos grãos, sendo, desta forma, grande competidor dos animais de fins zootécnicos (Penz & Gianfelice, 2008b).

O Brasil é segundo maior produtor e consumidor de biodiesel do mundo (2009 de 1,6 bilhões de litros) e possui uma capacidade instalada, para cerca de 4,7 bilhões de litros (ANP, 2011). Para cada 10 kg de biodiesel é produzido 1 kg de glicerina. Por se constituir em um produto rico em energia (3.600 a 4200 kcal de energia bruta por kg de

glicerina), seu uso na alimentação animal, como fonte energética, em substituição a fontes de custo elevado como milho é importante.

Com a intensificação da produção com fornecimento de dietas de alta densidade energética e proteica (dietas de alto grão) em bovinos de corte é necessária a utilização de substâncias ou aditivos que controlem eficientemente a fermentação ruminal, além de melhorar a eficiência alimentar (Prado et al., 2010). Os ionóforos são substâncias que atuam sobre a população microbiana do rúmen, diminuindo as bactérias Gram-positivas, modificando as proporções de ácidos graxos voláteis, aumentando a proporção de propionato e reduzindo as perdas de metano (Goodrich et al., 1984). Dentre os ionóforos, a monensina sódica é a mais usada pela sua eficácia comprovada no aumento da eficiência alimentar e controle da fermentação ruminal (Russel & Strobel, 1989). No entanto, desde 2006, a União Europeia (Regulamento No 1831/2003) resolveu proibir o uso da monensina na alimentação de ruminantes. Os extratos de óleos funcionais, como aqueles oriundos das plantas e seus metabólitos secundários, como saponinas e taninos com propriedades antimicrobianas, têm mostrado serem eficientes na modulação da fermentação ruminal e melhorado a eficiência energética em ruminantes (Wang et al., 1996; Hristov et al., 1999; Benchaar et al., 2008; Zhang et al., 2011).

1.1. Glicerina

Denomina-se glicerina ao composto separado do biodiesel sem sofrer qualquer tipo de purificação, apresenta-se na forma de líquido viscoso e pardo escuro com impurezas como ácidos graxos, sais, água, metanol e glicerol (álcool).

A glicerina purificada é utilizada em alimentos, produtos farmacêuticos, higiene pessoal e para outros fins industriais e contem um 95% ou mais de glicerol na sua composição.

O biodiesel é o produto de transformação química (transesterificação) do óleo ou gordura (vegetal ou animal) por adição de álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (NaOH ou KOH). O processo gera dois produtos: metil ésteres (o nome químico do biodiesel) e glicerina (Figura 1).

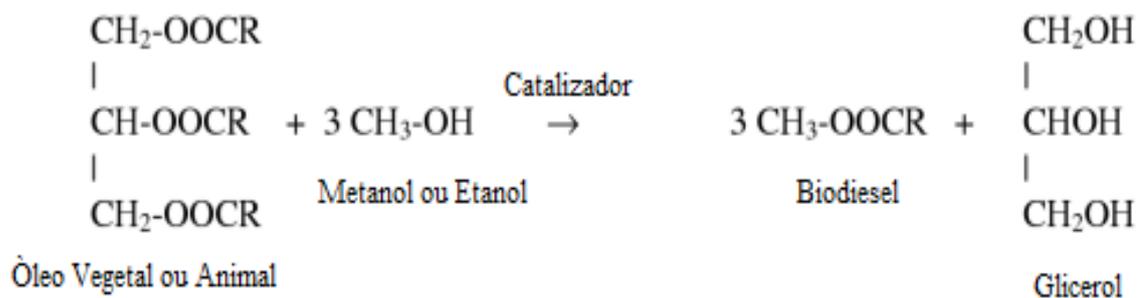


Figura 1 - Reação da transesterificação do Biodiesel.

Fonte: Adaptado de Rivaldi et al. (2007).

As características físicas, químicas e nutricionais da glicerina dependem do tipo de ácido graxo (gordura animal ou óleo vegetal) e do tipo de catálise empregada na produção de biodiesel (Thompson & He, 2006; Rivaldi et al., 2007). A glicerina pode ser processada e purificada ou neutralizada por meio da adição de sais (NaCl) ou ácido (HCl), por filtragem, ou destilação a vácuo (Thompson & He, 2006). Conforme o tipo de processamento, o conteúdo de glicerol e impurezas pode variar (metanol, sais, sabões e ácidos graxos) e a glicerina pode ser classificada em três diferentes purezas: baixa (63,3% de glicerol), média (85,5% de glicerol) e alta (99,8 % de glicerol) (Schöder & Skudem, 1999).

O metanol e ácidos graxos são as maiores impurezas da glicerina e podem restringir seu uso em dietas para o consumo animal (Schöder & Skudem, 1999; Thompson & He, 2006; Dasari, 2007).

Na medida em que a glicerina é purificada, ao mesmo modo é direcionada para seu uso farmacêutico, pelo alto custo de purificação os mercados tradicionais da glicerina (indústria de cosméticos, de resinas, farmacêutica, têxtil, alimentícia) têm uma capacidade limitada de absorção de quantidades maiores do produto (Cerrate et al., 2006; Coyle, 2007; Dasari, 2007; Abdalla et al., 2008; Costa, 2008). Porém, o uso da glicerina bruta ou semipurificada é promissório na alimentação animal.

Segundo a FDA (2006), a glicerina é reconhecida como um ingrediente seguro para seu uso na alimentação animal. Na Comunidade Europeia, é considerada como alimento, sem limite de inclusão (Comissão reguladora 892/2010). No Brasil, a Anvisa, pela Resolução n°386 de 05 de agosto de 1999, a estabelece que como aditivo do alimento pode ser usado sem limite de inclusão.

O glicerol, contido na glicerina, é rapidamente fermentado no rúmen para ácidos graxos voláteis, de modo que 50 a 70% do glicerol desaparecem do rúmen em 4h,

levando a um aumento na produção de propionato (Donkin et al., 2008). No entanto, podem aumentar as concentrações de butirato e valerato (Abughazaleh et al., 2011). O ácido propiônico é absorvido no rúmen e transportado ao fígado, onde entra no ciclo de Krebs como Succinil-CoA e produz glicose, via piruvato. Outra parte do glicerol se absorve diretamente, via porta, e, no fígado e rins, é transformado em gliceraldeído 3-fosfato o qual entra na via da gliconeogênese (Figura 2), ou é oxidado para a produção de energia, via glicólise, e ciclo do Krebs (Jensen et al., 2001; Brisson et al., 2011).

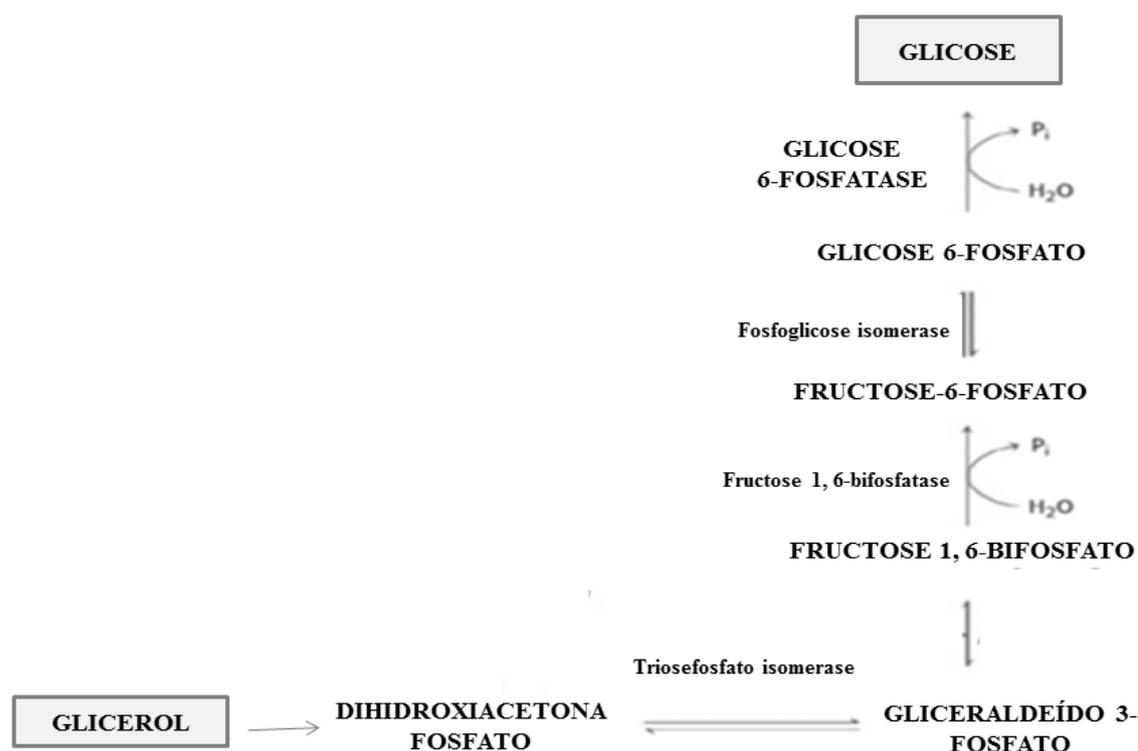


Figura 2 - Gliconeogênese pelo glicerol.

Krueger et al. (2010), avaliando a cinética ruminal da glicerol “in vitro”, observaram que a administração da glicerol, ao longo do tempo, modifica e aumenta a população no rúmen em favor das espécies que o fermentam como a *Megasphaera elsdenii* e a *Selenomona ruminatum*, sem afetar a digestibilidade do FDN quando administrado em até 20% da MS. Abughazaleh et al. (2011), em fermentadores de cultura contínua incluindo glicerol em 0, 15, 30 e 45% da MS, observaram que em até 15% de glicerol não foi afetada a fermentação ruminal e a população ruminal. Níveis maiores de glicerol diminuíram as populações de *Ruminococcus albus* e *Succinivibrio dextrinosolvens*, afetando a fermentação da fibra. Ao aumentar a relação do ácido propiônico, a inclusão de glicerina na dieta pode auxiliar na mitigação de metano

entérico (Grainger, 2008) Em torno de 6 a 10% da energia consumida ao dia dos bovinos, é convertida em metano (CH_4) no rúmen. As dietas que favorecem menor razão do acetato: propionato diminuem a produção de CH_4 (Beauchemin et al., 2008). A inclusão de glicerina pode auxiliar a redução de emissões do metano, que no âmbito da produção ambientalmente sustentável abre a possibilidade da obtenção de receitas advindas do mercado de crédito de carbono, relativas à redução da emissão de gás metano (Abdalla et al., 2008).

O glicerol na forma crua tem sido utilizado desde a década de 1950 em pesquisas em bovinos, pela rápida fermentação do glicerol no rúmen e sua capacidade de diminuir a relação acetato: propionato (Johns, 1953; Johnson, 1955; Fisher et al., 1971, 1973; De Frain et al., 2004; Donkin et al., 2008; Wang et al., 2009). Os dados indicam que a glicerina é um substituto adequado para grãos de milho em dietas para bovinos em pelo menos 15% de matéria seca, sem efeitos adversos sobre a fermentação ruminal, e podem melhorar o desempenho (Donkin et al., 2009. Mach et al., 2009; Carvalho et al., 2011).

Parsons et al. (2009), avaliando em bovinos mestiços em terminação alimentados com dietas contendo 0, 2, 4, 8 e 12% de glicerina, o desempenho e a carcaça, encontraram no desempenho maior peso vivo final e eficiência alimentar com a substituição em até 8% da MS. Nas características de carcaça, a área do *Longissimus*, a gordura de cobertura sobre a 12^a costela e as pontuações de marmoreio diminuíram linearmente à medida que as concentrações de glicerina aumentaram. Mach et al. (2009) avaliaram em touros da raça Holandesa o desempenho, a fermentação, o metabolismo ruminal, as características de carcaça e qualidade da carne o em dietas alto grão, com 0, 4, 8, e 12% de glicerina de pureza media. Sem observar alterações nas características de carcaça a área do *Longissimus*, a gordura de cobertura e força de cisalhamento.

Os dados dos efeitos nas características de carcaça e qualidade da carne são limitados em bovinos de corte. Pesquisas da composição de ácidos graxos da carne em alimentados com glicerina em ruminantes são necessárias para a determinação de seu efeito no produto final.

O estudo dos parâmetros sanguíneos e metabólitos em animais suplementados com glicerina pode ser uma ferramenta para avaliar o efeito da suplementação, nos órgãos que o metabolizam como o fígado e rim, órgãos com função hematopoiética (Trall, 2007), já que pode refletir o estado metabólico e imunológico dos animais, e pode auxiliar na identificação de transtornos de funcionamento de outros órgãos e a

capacidade de adaptação do animal às condições nutricionais (Desphande et al., 1987; Renginfo et al., 2010).

1.2. Óleos funcionais

Os óleos funcionais (também denominados voláteis ou etéreos) são metabólitos secundários de algumas plantas com atividades antimicrobianas, antifúngicas e antioxidantes. Os compostos ativos dos óleos funcionais são terpenoides (monoterpenos e sesquiterpenos) e fenilpropanoides (Calsamiglia et al., 2007). São considerados como substâncias seguras para consumo humano e animal, segundo a FDA (2004). Podem ser extraídos de várias partes de uma planta, incluindo folhas, flores, sementes, raízes e cascas, sendo que a sua composição pode variar em cada parte da mesma planta (Benchaar et al., 2008). Pode ser obtido por fermentação, extrusão e destilação, este último é o método mais utilizado para a sua produção industrial (Burt 2004). O mecanismo de ação não está bem definido mais os componentes terpenoides e fenólicos conferem-lhe propriedades antibacterianas para Gram-positivas e Gram-negativas (Chao et al., 2000). Os terpenoides e fenilpropanoides são substâncias hidrofóbicas, o que lhes confere a capacidade de interagir com lipídios da membrana celular e das mitocôndrias das bactérias (Figura 3). A hidrofobicidade parece ser crucial para a atividade antimicrobiana, já que partem da fase aquosa para a bicamada lipídica da membrana citoplasmática em que se acumulam (Benchaar & Greathead, 2011) e exercem seu efeito antimicrobiano, alterando a permeabilidade da membrana, interrompendo os processos de transporte de íons e interagindo com proteínas da membrana e outros componentes citoplasmáticos. Isso altera a estrutura das membranas, tornando-as mais fluídas e permeáveis, o que permite o extravasamento de íons e outros conteúdos citoplasmáticos (Carson et al., 2002). Em muitos casos, as bactérias podem contrabalancear esses efeitos usando bomba iônica e a morte celular não ocorre, mas grande quantidade de energia é desviada para essa função e o crescimento bacteriano é reduzido (Calsamiglia et al., 2007). Dessa forma, mudanças na velocidade de crescimento resultam em mudanças na proporção das populações de bactérias no rúmen.

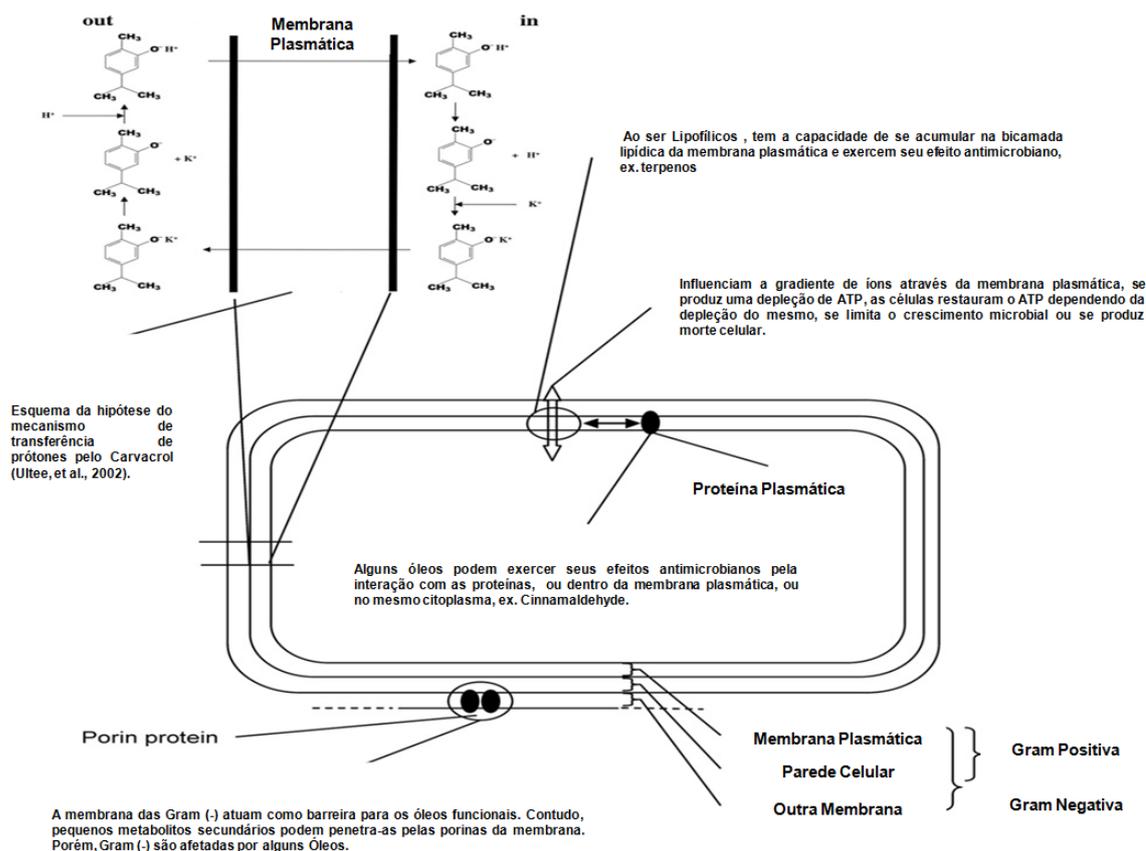


Figura 3 - Esquema dos mecanismos de ação na célula bacteriana dos óleos funcionais. Fonte: Adaptado de Benchaar et al. (2008).

Helander et al. (1998) demonstraram que o timol extraído do tomilho (*Thymus vulgaris*) e o Carvacrol (*Origanum vulgare*) rompem a membrana celular diminuindo o ATP intracelular aumentando o ATP extracelular em *E. coli*. Burt (2004) sugeriu que as bactérias Gram-positivas parecem ser mais suscetíveis às propriedades antibacterianas dos óleos funcionais do que bactérias Gram-negativas. Isto pode ser esperado porque as bactérias Gram-negativas têm uma camada externa que rodeia a sua parede celular que funciona como uma barreira de permeabilidade, limitando o acesso de compostos hidrofóbicos. Foi comprovado que os óleos funcionais diminuem a razão acetato:propionato em uma maneira similar àquela da monensina. Mohammed et al. (2004) relataram a diminuição da proporção de acetato: propionato com ciclo dextrina (cravo) encapsulada “in vitro” e “in vivo”. Busquet et al. (2005), utilizando cinamaldeído e óleo de alho adicionado em duas doses (31,2 e 312 mg/L de líquido de cultura) em um estudo de cultura contínua, encontraram que na dose baixa de cinamaldeído e na alta dose de óleo de alho, a razão de acetato e propionato diminuiu.

Acredita-se também que os óleos funcionais podem estimular a produção de saliva e sucos gástricos e pancreáticos, favorecendo a secreção de enzimas, aumentando assim a digestibilidade (Mellor, 2000).

O óleo de caju é extraído da semente do cajueiro (*Anacardium occidentale*), planta disseminada em países tropicais. O Brasil é o segundo maior produtor mundial de castanha de caju e do óleo de castanha, a produção está concentrada nos Estados do Ceará, Piauí e Rio de Grande do Norte (MAPA 2011). O óleo de caju é a maior fonte natural dos ácidos anacárdicos (Figura 4), cardol e cardanol (compostos fenólicos) biossintetizados, a partir de Acetil-CoA. (Trevisan et al., 2006; Attanasi et al., 2009; Mazzeto & Lomonaco, 2009). As concentrações dos ácidos variam em função do processo de obtenção da amêndoa (Lubi, 2003; Mazzeto & Lomanaco, 2009). De acordo com Mazzeto & Lomanaco (2009), a concentração dos ácidos graxos varia de 71,7 a 82,0% para o ácido anacárdico, de 13,8 a 20,1% para o ácido cardol e 1,6 a 9,2% para o ácido cardanol. O óleo do caju desempenha atividade antimicrobiana (Himejima & Kubo, 1991; Muroi et al., 1993; Nagabhusha et al., 1995; Kubo et al., 2003) e ação antioxidante (Kubo et al., 2006; Oliveira et al., 2011).

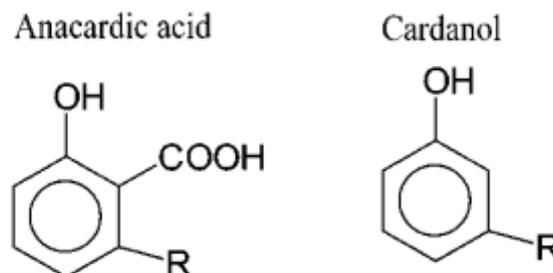


Figura 4 - Ácido anacárdico e Cardanol.
Fonte: Kummar et al. (2002).

Segundo Muroi & Kubo (1993), os ácidos anacárdicos possuem atividade antimicrobiana principalmente em bactérias Gram-positivas. De acordo com Lima et al. (2000), os ácidos anacárdicos, presentes no óleo de caju, apresentaram atividade antimicrobiana sobre os microrganismos *Streptococcus mutans*, *Staphylococcus aureus*, *Candida albicans* e *Candida utilis*. Muroi & Kubo (1993) também relataram atividade antibiótica dos ácidos anacárdicos com maior efeito sobre as bactérias Gram-positivas.

O óleo de mamona é obtido das sementes de *Ricinus communis* (comumente denominado óleo de rícino), as sementes contêm ricina, substância tóxica que não se

encontra no óleo, pois a ricina não é solúvel no óleo. De acordo com Costa & Ramos (2004), o percentual de óleo extraído da semente da mamona varia de 35 a 55% e apresenta altos teores do ácido ricinoleico (cis-12-hydroxyoctadeca-ácido-9-enoico). A concentração do ácido ricinoleico no óleo da mamona corresponde de 85 a 90% (Vaisman et al., 2008), seguido de outros ácidos graxos em menor proporção como o ácido linoleico (4,2%), ácido oleico (3,0%), esteárico (1,0%), palmítico (1,0%), ácido hidroxi esteárico (0,7%), ácido linolênico (0,3%) e ácido eicosanoico (0,3%) (Ogunniyi, 2006). O ácido ricinoleico (Figura 5) funciona como um ionóforo bivalente (Viera, 2001).

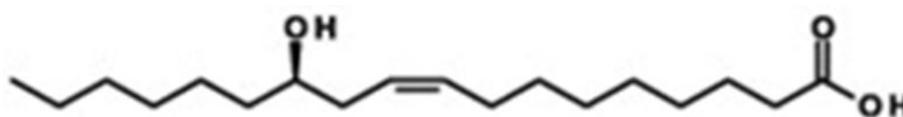


Figura 5 - Ácido ricinoleico.
Fonte: Espinosa & Meier (2011).

Trabalhos realizados com glicerina e aditivos alternativos na alimentação dos ruminantes são escassos, sobretudo, no que concerne à qualidade da carne bovina nos seus aspectos físicos e sensoriais. É necessário o desenvolvimento de pesquisas, utilizando subprodutos provenientes da produção do biodiesel para a obtenção fontes alternativas de energia na alimentação de ruminantes, que de outra forma seriam poluentes. A pesquisa de compostos bioativos como os óleos funcionais, em substituição dos antibióticos na alimentação de bovinos é necessária para compreender seus possíveis efeitos no desempenho e qualidade da carne.

Referências

- ABDALLA, A.L.; SILVA, J.C.F.; GODOI A.R. et al. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira Zootecnia**, v.37, n.spe, p.260-258, 2008.
- ABUGHAZALEH, A.A.; EL-NOR, ABO.; IBRAHIM, S.A. The effect of replacing corn with glycerol on ruminal bacteria in continuous culture fermenters. **Journal of animal Physiology and animal nutrition**, v.95, n.3, p.313-319, 2011.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. [2011] Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2011.
- BEAUCHEMIN, K.A.; KREUZER, M.; O'MARA, F. et al. Nutritional management for enteric methane abatement: a review. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.48, n.2, p.21-27, 2008.
- BENCHAAR, C.; GREATHEAD, H. Essential oils and opportunities to mitigate enteric methane emissions from ruminants. **Animal Feed Science and Technology**, v.166-167, p.338-355, 2011.
- BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A.V. et al. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, p.209-228, 2008.
- BRISSON, D.; VOHL, M.C.; ST-PIERRE, J. et al. Glycerol: a neglected variable in metabolic process. **BioEssays**, v. 23, n. 6, p.534-542, 2011.
- BURT, S. Essential oils: Their antibacterial properties and potential applications in foods a review. **Journal of Food Microbiology**, v.94, n.3, p.223-253, 2004.
- BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. et al. Effects of cinnamaldehyde and garlic oil on rumen microbial fermentation in a dual flow continuous culture. **Journal of Dairy Science**, v.88, n.7, p.2508-2516, 2005.
- CALSAMIGLIA, S.; BUSQUET, M.; CARDOZO, P.W. et al. Invited review: Essential oils as modifiers of rumen microbial fermentation. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.6, p. 2580-2595, 2007.
- CARSON, C.F.; MEE, B.J.; RILEY, T.V. Mechanism of action of Melaleuca alternifolia (tea tree) oil on Staphylococcus aureus determined by time-kill, lysis, leakage and salt tolerance assays and electron microscopy. **Antimicrobial Agents and Chemotherapy**, v.46, n.6, p.1914-1920, 2002.
- CARVALHO, E.R.; SCHMELZ-ROBERTS, N.S.; WHITE, H.M. et al. Replacing corn with glycerol in diets for transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.2, p.908-916, 2011.

- CERRATE, S.; YAN, F.; WANG, Z. et al. Evaluation of glycerine from biodiesel production as a feed ingredient for broilers. **International Journal of Poultry Science**, v.5, n.11, p.1001-1007, 2006.
- CHAO, S.C.; YOUNG, D.G.; OBERG, C.J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria, fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, v.12, n.5, p.639-649, 2000.
- COSTA, H.M.; RAMOS, V.D. Efeito do óleo de mamona em composições de borracha natural contendo sílica. **Polímeros: Ciência e Tecnologia**, v.14, n.1, p.46-50, 2004.
- COSTA, R. Glicerina: o tamanho do problema. **Revista Biodieselbr**, v.1, n.3, p.16-20, 2008.
- COYLE, W. The future of biofuels: A global perspective. **Amber Waves**, v.5, n.5, p.24-29, 2007.
- DASARI, M. Crude glycerol potential described. **Feedstuffs**, v.79, n.43, p.16-19, 2007.
- DEFRAIN, J.M.; HIPPEN, A.R.; KALSCHUR, K.F. et al. Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.12, p.4195-4206, 2004.
- DESPHANDE, S.D.; SAWANT, M.K.; VADLAMUD, V.P. Effect of age and sex on erythrocytic parameters in Red Kandari cattle. **Indian Journal Animal Science**, v.57, n.6, p.590-591, 1987.
- DONKIN, S.S.; KOSER, S.L.; WHITE, H.M. et al. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.10, p.5111-5119, 2009.
- DONKIN, S.S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.spe, p.280-286, 2008.
- ESPINOSA, L.M.; MEIER, A.R. Plant oils: The perfect renewable resource for polymer science?. **European Polymer Journal**, v.47, n.5, p.837-852, 2011.
- FISHER, L.J.; ERFLE, J.D.; LODGE, G.A. et al. Effect of propyleneglycol or glycerol supplementation of the diet of dairy cows on feed intake, milk yield and composition, and incidence of ketosis. **Canadian Journal Animal Science**, v.53, n.2, p.289-296, 1973.
- FISHER, L.J.; ERFLE, J.D.; SAUER, F.D. Preliminary evaluation of the addition of glucogenic materials to the rations of lactating cows. **Canadian Journal Animal Science**, v.51, n.3, p.721-727, 1971.
- FOOD AGRICULTURAL POLICY RESEARCH INSTITUTE – FAPRI. [2012]. World Livestock: FAPRI-ISU 2011 Agricultural Outlook. Disponível em: <http://www.fapri.iastate.edu/outlook/2011/tables/6_livestock.pdf> Acesso em: 28 fev. 2012.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION – FDA. Regulation misc, GRAS/FS, GMP, part 169, food flavorings, 182.1320; part 582 - animal feeds, 2006.
- GOODRICH, R.D.; GARRETT, J.E.; GAST, D.R. et al. Influence of monensin on the performance of cattle. **Journal of Animal Science**, v.58, n.6, p.1484-1498, 1984.
- GRAINGER, C. GIA methane: increasing fat can reduce methane emissions. Department of Primary Industries. **GIA Newsletter**, v.10, n.3, p.5, 2008.
- GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P. et al. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal of Animal Feed Science**, v.88, n.5, p.1771-1776, 2010.
- HELANDER, I.M.; ALAKOMI, H.L.; LATVA-Kala, K. et al. Characterization of the action of selected essential oil components on Gram negative bacteria. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.46, n.9, p. 3590-3595, 1998.

- HIMEJIMA, M.; KUBO, I. Antibacterial agents from the cashew *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) nut shell oil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.39, n.2, p.418-421, 1991.
- HRISTOV, A.N.; BRODERICK, G.A.; Synthesis of microbial protein in ruminally cannulated cows fed alfalfa silage, alfalfa hay, or corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.79, n.9, p.1627-1637, 1999.
- JENSEN, M.D.; CHANDRAMOLULI, V.; SCHUMANN, W.C. et al. Sources of blood glycerol during fasting. **Animal Journal of Physiology-Endocrinology and Metabolic**, v.281, n.5, p.998-1004, 2001.
- JOHNS, A.T. Fermentation of glycerol in the rumen of sheep. **New Zealand Journal Science Technology**, v.35, p.262-269, 1953.
- JOHNSON, R.B. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. **Cornell Veterinary**, v.44, n.1, p. 6-21, 1955.
- KRUEGER, N.A.; ANDERSON, R.C.; TEDESCHI, L.O. et al. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. **Bioresource Technology**, v.101, n.21, p.8469-8472, 2010.
- KUBO, I.; MASUOKA, N. Antioxidant activity of anacardic acids. **Food Chemistry**, v.99, n.3, p.555-562, 2006.
- KUBO, I.; ICHI NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial Action of Anacardic Acids against Methicillin Resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.26, p.7624-7628, 2003.
- KUMAR, P.P.; PARAMASHIVAPPA, R.; VITHAYATHIL, P.J. et al. Process for isolation of cardanol from technical cashew (*Anacardium occidentale*) nut shell liquid. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.16, p.4705-4708, 2002.
- LUBI, M.C.; THACHIL, E.T. Cashew nut shell liquid (CNSL) - a versatile monomer for polymer synthesis. **Designed Monomers and Polymers**, v.3, n.2, p.123-153, 2000.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87, n.2, p.632-638, 2009.
- MAZZETTO, S.E.; LOMONACO, D. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v.32, n.3, p.732-741, 2009.
- MELLOR, S. Alternatives to antibiotic. **Pig Progress**, v. 16, n. 2, p. 18-21, 2000.
- MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO – MAPA [2011]. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/>>. Acesso em: 20 nov. 2011.
- MOHAMMED, N.; AJISAKA, N.; LILA, Z.A. et al. Effect of Japanese horseradish oil on methane production and ruminal fermentation in vitro and in steers. **Journal of animal science**, v.82, n.6, p.1839-1846, 2004.
- MUROI, H.; KUBO, I. Bactericidal activity of anacardic acids against *Streptococcus mutans* and their potentiation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, n.10, p.1780-1783, 1993.
- NAGABHUSHSA, K.S.; SHOBHA, S.V.; RAVINDRANATH, B. Selective ionophoric properties of anacardic acid. **Journal of Naturals Products**, v.58, n.5, p.807-810, 1995.
- OLIVEIRA, M.S.C.; MORAIS, S.M. de.; MAGALHÃES, D.V. et al. Antioxidant, larvicidal and antiacetylcholinesterase activities of cashew nut shell liquid constituents. **Acta Tropica**, v.117, n.3, p.165-170, 2011.

- OGUNNIYI, D.S. Castor oil: A vital industrial raw material. **Bioresource Technology**, v.97, n.9, p.1086-1091, 2006.
- PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, n.2, p.653-657, 2009.
- PENZ, A.M.J.; GIANFELICE, M. Futuro dos grãos x bicomcombustível. In: SIMPÓSIO BRASIL SUL DE AVICULTURA, 9., 2008, Chapecó, **Anais...** Concórdia: Embrapa suínos e aves, 2008a. p.34.
- PENZ, A.M.J.; GIANFELICE, M. O que fazer para substituir os insumos que podem migrar para a produção de bio-combustível. **Acta Scientiae Veterinariae**, v.36, p.s107-s117, 2008b.
- PRADO, O.P.; ZEOULA, L.M.; MOURA, L.P.P. et al. Effect of propolis and sodium monensin addition on digestibility and ruminal characteristics of buffaloes fed diet based on roughage. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.39, p.2055-2065, 2010.
- REGULAMENTO (CE) No 1831/2003. [2008]. Sobre aditivos na alimentação animal. Disponível em: <<http://eurlex.europa.eu/LexUriServ/LexUriServ.do?uri=OJ:L:2003:268:0029:0043:es:PDF>>. Acesso em: 23 nov. 2011.
- RENGIFO, S.A.; SILVA, R.A.; BOTTEON, R.C.C.M. Hemograma e bioquímica sérica auxiliar em bezerros mestiços neonatos e ocorrência de enfermidades. **Arquivo Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.993-997, 2010.
- RIVALDI, J.D.; SARROUB, B.F.; FIORILO, R. et al. Glicerol de biodiesel. **Revista biotecnologia ciências e desenvolvimento**, v.37, p.44-51, 2007.
- ROTTA, P.P.; PRADO, I.N.; PRADO, R.M. et al. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellores, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in feedlot. **Asian-Australian Journal of Animal Science**, v.22, n.4, p.598-604, 2009.
- RUSSELL, J.B.; STROBEL, H.J. Mini-review: The effect of ionophores on ruminal fermentation. **Applied Environmental Microbiology**, v.55, n.1, p.1-6, 1989.
- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10., 1999, Canberra. **Anais...** Australia: Australian Agronomic Conference, 1999, article no. 241.
- THOMPSON, J.C.; HE, B.B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. **Applied Engineering in Agriculture**, v.22, n.2, p.261-265, 2006.
- TRALL, M.A. **Hematologia e Bioquímica Veterinária**. 1. ed. São Paulo: Roca., 2007, p.135.
- TREVISAN, M.T.S.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemistry Toxicology**, v.44, n.2, p.188-97, 2006.
- VAISMAN, B.; SHIKANOV, A.; DOMB, A.J. The Isolation of Ricinoleic Acid from Castor Oil by Salt-solubility-based Fractionation for the Biopharmaceutical Applications. **Journal of the American Oil Chemists Society**, v.85, n.2, p.169-184, 2008.
- VIERA, C.; FETZER, S.; SAUER, S.K. Pro and anti-inflammatory actions of ricinoleic acid: similarities and differences with capsaicin. **Archive Pharmacology**, v.364, n.2, p.87-95, 2001.

- WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W.J. et al. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, v.121, n.1, p.15-20, 2009.
- WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R.L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, n.3, p.701-705, 1996.
- ZHANG, L.; ZHANG, X.Q.; SU, M. Comparative analysis of the essential oils from normal and hairy roots of *Panax japonicas* C.A. Meyer **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.13, p.2440-2445, 2011.

II – OBJETIVOS GERAIS

Este trabalho teve como objetivo avaliar a substituição parcial do milho pela glicerina (15% da MS total), como fonte de energia, e a adição de óleos funcionais (caju e mamona) em bovinos mestiços (½ Angus vs. ½ Nelore) não-castrados com 24 meses de idade, terminados em confinamento e alimentados com dieta contendo 60% de concentrado e 40% de volumoso sobre os seguintes parâmetros:

1. desempenho animal;
2. digestibilidade aparente da matéria seca e demais nutrientes das dietas;
3. parâmetros sanguíneos: colesterol e triglicérides, hemograma, leucograma, proteínas plasmáticas.
4. características físicas da carcaça;
5. composição química do músculo *Longissimus*;
6. características sensoriais da carne;
7. avaliação visual e opção de compra da carne.

III – Glicerina e óleos de caju (*Anacardium occidentale*) e mamona (*Ricinus communis*) sobre o desempenho, digestibilidade aparente e parâmetros sanguíneos de bovinos mestiços não-castrados terminados em confinamento

RESUMO - Este trabalho foi realizado para avaliar a substituição do milho pela glicerina (15% da MS total) e a adição de óleos de caju e mamona como aditivo sobre o desempenho, digestibilidade aparente e parâmetros sanguíneos em bovinos ½ Angus vs. ½ Nelore em confinamento. Foram usados 30 bovinos não-castrados com peso médio inicial de 311,5 kg ± 28,8 kg e 24 meses de idade. Os bovinos foram distribuídos em três tratamentos: Controle (CON), Glicerina (GLI) e Glicerina + Óleos funcionais (GLO). Os bovinos foram confinados durante 115 dias e abatidos com peso vivo final de 467 kg ± 40,6. A razão entre concentrado e volumoso foi de 60 e 40%. O concentrado usado foi milho em grão, farelo de soja, ureia, calcário e sal mineral e o volumoso foi silagem de sorgo. Na dieta GLO foram adicionados 3 gr de óleo de caju e mamona (Oligo Basics/animal/dia). A substituição do milho pela glicerina e a adição de óleos funcionais não teve efeito ($P>0,05$) sobre o peso final, ganho médio diário, conversão alimentar e rendimento de carcaça. Todavia, a ingestão de extrato etéreo (EE) foi menor ($P<0,05$) nas dietas com glicerina (0,19 vs. 0,25%) em comparação à dieta controle, em decorrência do menor conteúdo de EE nas dietas com glicerina. A digestibilidade da MS (72,6%), MO (73,1%) e PB (69,3%) foi maior ($P<0,05$) para os animais das dietas com adição de glicerina em comparação aos animais da dieta controle (66,6; 67,3 e 63,3 %, respectivamente). Ao mesmo tempo, a adição de óleos funcionais caju e mamona aumenta ($P<0,05$) a digestibilidade aparente da MO e PB. Por outro lado, a digestibilidade da FDA foi maior ($P<0,05$) para o tratamento Controle (54,4%) em comparação aos animais das dietas com adição de Glicerina (51,5). Não foi observado ($P>0,05$) efeito da glicerina e da adição dos óleos funcionais no colesterol total, triglicerídeos sanguíneos, hemograma, leucograma e proteínas plasmáticas. A glicerina pode substituir o milho e melhora a digestibilidade da MS, MO e PB. A adição de óleos funcionais caju e mamona aumenta a digestibilidade aparente da MO e PB.

Palavras-chave: alimentação, biodiesel, confinamento, coproduto, óleos funcionais

Glycerol and oils of cashew (*Anacardium occidentale*) and castor (*Ricinus communis*) on performance, apparent digestibility and blood parameters of crossbred bulls finished in feed-lot

ABSTRACT - This work was carried-out to study the effect of substitution of corn by glycerol co-product of biodiesel production, and addition of functional oils as additive on performance and digestibility of crossbred bulls finished in feedlot. It was used 30 bulls with average weight of 311.5 kg \pm 28.8 kg and 24 months old. The bulls were allocated in three diets: Control (n=10), Glycerol (n=10) and Glycerol + essential oils (n=10) The bulls were kept in feedlot during 115 days and slaughtered with average weight of 467.0 kg \pm 40.6 kg. The bulls were fed with sorghum silage, corn cracked, soybean meal, urea, limestone and mineral salt (concentrate). In the Glycerol + functional oils diet was included 3 mg of cashew and castor oil (OLIGOBASICS®)/animal/day which was incorporated into the diet while mixing the ingredients of the concentrate. The final weight, average daily gain and feed conversion did not present differences ($P>0.05$) among the diets. The addition of glycerol in the diet did not influence the performance in feedlot cattle of crossbred. There was effect ($P<0.05$) in the intake of EE in glycerol diets compared with control, with average of 0.19 and 0.25% respectively, this effect is explain by the lower content of EE in the glycerol diets. The DM (72.6%), OM (73.1%) and CP (69.3%) digestibility was higher ($P<0.05$) in Glycerol diets compared with CON diet (66.6, 67.3 and 63.3%, respectively). The ADF digestibility was higher ($P<0.05$) in Control diet (54.4%) compared with Glycerol diets (51.3%). The TC, NFC, FC and EE digestibility was similarly among diets ($P>0.05$). The addition of functional oils had no effect on performance and digestibility. Corn can be replaced in 15% of dry matter by glycerol without detriment on performance and digestibility. The addition of functional oils had no effect on animal performance and digestibility apparent. It was not observed ($P>0.05$) effect of glycerol and the addition of functional oils in blood total cholesterol, triglycerides, hemogram, leucogram and plasmatic proteins. Corn can be replaced in 15% of dry matter by glycerol without detriment of performance, digestibility and blood parameters. The addition of functional oils had no effect on animal performance, apparent digestibility and blood parameters.

Key Words: biodiesel, by-product, cashew oil, cattle, feed intake

Introdução

O Brasil é o segundo maior produtor de biodiesel com 20,5% da produção mundial. A glicerina, coproduto do processo de fabricação do biodiesel, é o composto separado do biodiesel sem sofrer qualquer tipo de purificação, e apresenta-se na forma de líquido viscoso e pardo escuro com impurezas como ácidos graxos, sais, água, metanol e glicerol (álcool). A glicerina de média pureza apresenta 81,2% de glicerol, 4,76% de cinzas, 0,33% de metano, 0,01% de proteína bruta, 0,33% de extrato etéreo, 2,32% de água, 11634,4 mg/kg de sódio, 79,1 mg/kg de potássio, 35,8 mg/kg de cálcio, 16,3 mg/kg de magnésio, 239,8 mg/kg de fósforo e 3.656 cal/g de energia bruta (Laboratório de Alimentos da UEM, 2010; Tecpar, 2010).

A glicerina pode ser adicionada às dietas de bovinos em substituição ao milho ou outra fonte de energia com o objetivo de reduzir o custo de produção. De acordo com Ilse et al. (2009), a inclusão de 0, 6, 12, e 18% de glicerina na dieta de bovinos confinados não influenciou o peso vivo final, ganho médio diário e a eficiência alimentar. Entretanto, a ingestão de matéria seca diminuiu linearmente com dias de confinamento. Mach et al. (2009) trabalharam com níveis de glicerina (0, 4, 8 e 12%) e observaram que a inclusão de glicerina não influenciou a ingestão. Parson et al. (2009) avaliaram o desempenho com a inclusão de níveis crescentes de glicerina na dieta de bovinos (0, 2, 4, 8, 12 e 16% da MS) durante 85 dias. Houve redução linear no ganho em peso e ingestão de alimentos em função dos níveis de substituição do milho pelo glicerol.

O sinergismo dos compostos presentes no óleo da mamona e do caju apresenta um potencial para ser utilizado como aditivo na manipulação da fermentação ruminal em substituição dos ionóforos convencionais. Na atualidade, há restrições impostas à utilização de antibióticos na alimentação animal, como os ionóforos (Guzmán-Blanco et al., 2000; Russell & Houlihan, 2003; Dewulf et al., 2007; Ray et al., 2007).

Da semente do cajueiro (*Anacardium occidentale*), planta nativa da Amazônia e Nordeste do Brasil, origina-se o óleo da castanha de caju (Trevisan et al., 2006; Attanasi et al., 2009), o qual é a maior fonte de origem natural dos ácidos anacárdico, cardol e cardonol (Mazzeto & Lomonaco, 2009), com atividade antimicrobiana (Himejima & Kubo, 1991; Muroi et al., 1993; Nagabhusa et al., 1995; Kubo et al., 2003) e ação antioxidante (Kubo et al., 2006; Oliveira et al., 2011). Como o cajueiro, a mamona (*Ricinus communis* L. Weiss, 1983) está disseminada na região Nordeste do Brasil

(Nóbrega et al., 2001). A concentração do ácido ricinoleico no óleo da mamona corresponde de 85 a 90%, o qual possui atividade anti-inflamatória e antioxidante (Vaisman et al., 2008).

A adição de óleo de mamona e caju na dieta de bovinos auxilia no processo de fermentação e manutenção do pH ruminal e melhora a eficiência microbiana (Benchaar et al., 2008). O desempenho animal, eficiência alimentar e qualidade da carne podem ser melhorados com a adição de compostos funcionais e produtos naturais na alimentação animal (Zhang et al., 2010).

O conhecimento dos parâmetros sanguíneos pode refletir o estado metabólico e imunológico dos animais, e pode auxiliar na identificação de transtornos de funcionamento de outros órgãos e a capacidade de adaptação do animal às condições nutricionais (Desphande et al., 1987; Renginfo et al., 2010.). As variações nas concentrações séricas de colesterol total e triglicerídeos totais proporcionam informação sobre as alterações metabólicas no animal em resposta à alimentação (González, 2000; Ndlovu et al., 2007).

Este trabalho foi realizado para avaliar a substituição do milho pela glicerina com adição de aditivo à base de óleo de caju e de mamona sobre o desempenho animal, digestibilidade aparente dos nutrientes das dietas e parâmetros sanguíneos.

Material e Métodos

Local, animais e manejo. O experimento foi realizado no Setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Paraná, Brasil. As análises laboratoriais foram realizadas no Laboratório de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia da UEM.

Foram utilizados 30 bovinos $\frac{1}{2}$ Angus vs. $\frac{1}{2}$ Nelore não-castrados, com 24 meses de idade e peso médio de $311,5 \text{ kg} \pm 28,8 \text{ kg}$. Os bovinos foram distribuídos ao acaso em três tratamentos: Controle – CON; Glicerina – substituição de 15% (da MS total da dieta) do milho pela glicerina – GLI e Glicerina + Óleos funcionais – substituição de 15% (da MS total da dieta) do milho pela glicerina + 3 gr animal/dia de Oligo Basics (óleo de mamona e caju) – GLO, incorporado na dieta durante a mistura do concentrado.

No início do experimento, os bovinos foram vermifugados (Ivermectina[®] – Merial do Brasil), vacinados contra febre aftosa (Aftobov[®] – Merial do Brasil), identificados

com brincos e alojados individualmente em baía de 10 m². As baias são cercadas com madeira, com piso de concreto, sendo metade da baía coberta com telha de zinco. Os bebedouros, com capacidade para 250 L estão localizados na área descoberta.

A ração fornecida era isoenergética e isoproteica (40% de silagem de sorgo e 60% de concentrado – milho, farelo de soja, calcáreo, ureia e sal mineral, Tabela 1). A formulação das rações seguiu as recomendações do NRC (2000) para atender as exigências nutricionais dos bovinos para ganho de 1,4 kg/dia. A composição química em gramas/kg da matéria seca dos alimentos e da dieta experimental está apresentada na Tabela 2.

Tabela 1 - Composição percentual dos tratamentos (gr/kg de MS)

Alimentos	Diets		
	CON ¹	GLI ²	GLO ³
Silagem de sorgo	411,42	411,12	410,94
Milho moído	492,81	324,85	324,73
Farelo de soja	83,53	84,23	84,21
Glicerina	0,00	161,34	161,35
Calcáreo	5,15	6,93	6,93
Sal mineral	4,12	4,31	4,31
Ureia	3,09	7,35	7,35
Óleos funcionais	0,00	0,00	0,42
Total	1000	1000	1000

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos Funcionais.

Tabela 2 - Composição química dos alimentos e das rações (gr/kg de MS)

Alimentos	MS ¹	MO ²	Cinzas ³	PB ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	CT ⁷	CNF ⁸	CF ⁹	EE ¹⁰	NDT ¹¹
Silagem sorgo	242,42	936,60	63,42	49,62	515,72	290,62	864,94	349,21	515,71	22,12	600,00
Milho moído	885,93	986,41	13,61	84,03	96,31	40,81	862,13	765,82	96,32	40,31	900,00
Farelo de soja	892,54	927,62	72,42	473,31	138,92	286,22	443,02	304,13	138,93	11,32	800,00
Glicerina	875,35	-	47,63	10,02	-	-	-	-	-	-	900,00
Calcáreo	980,02	-	1000,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal mineral	980,03	-	1000,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Ureia	980,01	-	1000,00	2800,00	-	-	-	-	-	-	-
Dieta total											
CON ¹²	423,81	952,10	47,91	110,02	271,22	163,53	817,61	546,45	271,22	29,92	757,14
GLI ¹³	423,92	944,32	58,42	109,71	255,03	156,84	672,92	417,94	255,02	23,11	751,55
GLO ¹⁴	423,44	944,01	58,43	109,72	254,95	156,71	672,60	417,70	254,91	23,14	751,21

¹Matéria Seca; ²Matéria Orgânica; ³Cinzas; ⁴Proteína Bruta; ⁵Fibra Detergente Neutro; ⁶Fibra Detergente Ácido; ⁷Carboidratos Totais; ⁸Carboidratos Não-Fibrosos; ⁹Carboidratos Fibrosos; ¹⁰Extrato Etéreo; ¹¹Nutrientes Digestíveis Totais Calculado (Valadares et al. 2006; Laboratório de Química UEM); ¹²Controle; ¹³Glicerol; ¹⁴Glicerol + Óleos Funcionais.

Foi utilizada glicerina de média pureza obtida no processamento do biodiesel, a partir da extração de óleo vegetal e de gordura animal, com 12% de água, 4,7% de cinzas, 81,2% de glicerol, 0,33% de metanol e 0,1% de proteína bruta. As dietas foram fornecidas de forma a permitir 5% de sobras, sendo ofertadas em dois períodos: 8h e 16h. A água permaneceu à vontade durante o experimento.

Desempenho animal. Os bovinos foram confinados durante 115 dias, pesados no início do experimento com jejum sólido de 12h e, posteriormente, a cada 21 dias para o ajuste do fornecimento da dieta. A ingestão de alimento foi determinada diariamente, pesando-se a quantidade de alimento fornecido e na manhã seguinte as sobras do dia anterior, assim durante o período todo. O ganho médio diário (GMD) foi determinado pela diferença entre o peso corporal inicial (PCI) e o peso corporal final (PCF) dividido pelo período experimental (115 dias). A ingestão de matéria seca foi calculada pela diferença das sobras do dia seguinte em relação ao fornecido no dia anterior. A conversão alimentar da MS (CA) foi calculada em função da ingestão de MS e do GMD, conforme a equação: $CA = (IMS/GMD)$, em que: IMS é a ingestão diária de matéria seca em kg e GMD é o ganho médio diário em kg.

Digestibilidade aparente. Para a determinação da digestibilidade aparente total foi realizada coleta no período de cinco dias, a partir do 80º dia do experimento. Amostras diárias de sobras, fezes e alimentos fornecidos foram coletadas por animal no horário da manhã. A coleta das fezes foi realizada com o auxílio de uma colher de haste longa para evitar qualquer contaminação. As amostras de sobras, alimentos e fezes foram acondicionadas em sacos plásticos, após identificação por dieta, animal, baia e congeladas. Posteriormente, foram pré-secas em estufa de ventilação forçada (55°C) e moídas em moinho com peneira de malha de 1 mm e compostas de forma proporcional, para constituir uma amostra composta homogênea para análises posteriores.

A composição química (MS, MO, PB e EE) foi determinada segundo a metodologia AOAC (1980), citada por Silva & Queiroz (2002). As determinações de fibra em detergente neutro (FDN) e da fibra em detergente ácido (FDA) foram realizadas de acordo com Van Soest et al. (1991) e com a inclusão de amilase para a solubilização dos compostos amiláceos (Mertens, 2002). Os carboidratos totais (CT) foram obtidos pela equação: $CT = 100 - (\%PB + \%EE + \%MM)$. Os carboidratos não-fibrosos (CNF) foram determinados pela diferença entre CT e FDN (sem correção para proteína), segundo as fórmulas de Sniffen et al. (1992). $NDT (\%) = PB \text{ digestível} + FDN \text{ digestível} + \text{carboidratos não-fibrosos digestíveis} + (EE \text{ digestível} \times 2,25)$, conforme recomendação de Sniffen et al. (1992).

A estimativa da produção fecal foi efetuada utilizando-se a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno. As amostras de fezes, alimentos e sobras foram acondicionadas em sacos F57-Ankom e incubadas “in situ” por 240h, segundo a metodologia descrita por Casali et al. (2008). Posteriormente, os sacos foram retirados e

lavados até o total de clareamento destes e secados em estufa de 55°C por 72h e determinada a FDN (Van Soest et al., 1991) utilizando o analisador de fibras ANKOM com a inclusão de amilase para a solubilização dos compostos amiláceos (Mertens, 2002).

A digestibilidade aparente dos nutrientes foi estimada, individualmente, para cada animal. A ingestão de nutrientes digestíveis totais (INDT) foi calculada pela fórmula descrita por Sniffen et al. (1992), na qual $iNDT = (iPB - PBf) + (iFDN - FDNf) + (iEE - EEf) + (iCNF - CNFf)$, em que iPB , iEE e $iCNF$ significam ingestões de PB, EE e CNF, respectivamente, e PBf , EEf e $CNFf$, teores de PB, EE e CHT nas fezes.

Parâmetros sanguíneos. Foram realizadas duas coletas de sangue, no início do experimento e ao final (115 dias). Os animais foram submetidos a jejum prévio de 12h. A coleta de sangue foi realizada por venipunção da jugular. Foram coletados 5 mL de sangue total com anticoagulante EDTA (ácido etileno diaminotetracético, sal dissódico) para realização do hemograma e leucograma, segundo a metodologia de Jain (1993). As amostras se mantiveram refrigeradas até o processamento no laboratório, onde foram centrifugadas a 1.500 rpm por 15 mins para obtenção do plasma. Para a determinação do colesterol total, foi utilizado teste enzimático e colorimétrico LABORCLIN[®] seguindo o procedimento descrito por Allain et al. (1974). Para a determinação de triglicerídeos plasmáticos, foi utilizado também um teste enzimático e colorimétrico LABORCLIN[®] baseado na reação descrita por Fossati & Prencipe (1982).

Análises estatísticas. Os dados foram analisados pelo programa SAS (2008). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três tratamentos e dez repetições, sendo as variáveis analisadas de acordo com o seguinte modelo matemático:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = observação do animal j submetido à dieta i ; μ = constante geral;

t_i = efeito da dieta i ; $i = 1; \dots; 3$; e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

As diferenças entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

A substituição parcial do milho pela glicerina, como fonte de energia, não influenciou ($P > 0,05$) o peso médio final, ganho médio diário e ingestão de alimentos (kg/dia ou em % do peso vivo), com exceção da ingestão do extrato etéreo (Tabela 3).

Os bovinos alimentados com as dietas, com substituição parcial do milho pela glicerina, tiveram menor ingestão de extrato etéreo em função do baixo nível de extrato etéreo da glicerina (<0,1%) como se observa na Tabela 3. A ingestão de extrato etéreo foi baixa (0,2 kg/animal/dia). Esta baixa ingestão não teve efeito sobre a ingestão dos demais nutrientes.

Tabela 3 - Desempenho animal, ingestão de alimentos e conversão da matéria seca de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros	Dietas ¹			DP ⁴	P<F
	CON ¹	GLI ²	GLO ³		
N	10	10	10		
Peso corporal inicial, kg	311,60	311,80	311,20	27,8932	0,9954
Peso corporal final, kg	470,33	472,80	458,00	40,3912	0,6932
Ganho médio diário, kg	1,39	1,41	1,28	0,2132	0,3634
Ingestão de MS, kg/dia	8,34	8,12	8,37	0,9934	0,8465
Ingestão de MS, % do PV	2,22	2,17	2,27	0,1954	0,4845
Conversão alimentar da MS	6,10	5,88	6,58	0,6932	0,0632
Ingestão de proteína bruta, kg/dia	0,90	0,87	0,91	0,1154	0,7032
Ingestão de FDN, kg/dia	2,78	2,62	2,64	0,3532	0,5412
Ingestão de FDN, % do PV	0,74	0,70	0,72	0,0712	0,5221
Ingestão de FDA, kg/dia	1,35	1,22	1,22	0,1832	0,2123
Ingestão de extrato etéreo, kg/dia	0,25 ^a	0,19 ^b	0,19 ^b	0,0412	<0,01

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos funcionais; ⁴Desvio padrão.

Como observado no presente estudo, Mach et al. (2009) e Ilse et al. (2009) também não observaram efeito da adição do glicerina na dieta (4; 8, 12 e 16% da MS) sobre o desempenho e ingestão de alimentos em bovinos terminados em confinamento e dieta alto concentrado. Por outro lado, Parsons et al. (2009) verificaram que a adição de glicerina reduziu o peso vivo final e piorou eficiência alimentar quando administrado em até 8% da MS da dieta ou menos em bovinos terminados em confinamento e alimentados com ração de alto concentrado.

A adição de óleos funcionais às dietas dos bovinos não teve efeito ($P>0,05$) sobre o peso médio final, ganho médio diário, ingestão de alimentos (kg/dia ou em % do peso vivo) e conversão alimentar (Tabela 3). Em bovinos de corte, Benchaar et al. (2006a) avaliaram o desempenho de animais alimentados com silagem de milho e suplementados com 2 ou 4 gr/dia de um composto à base de timol, eugenol, vanilina e limoneno. Os resultados mostraram que o ganho médio diário e ingestão de alimentos não foram influenciados pelos suplementos. No entanto, a eficiência alimentar foi melhor para os animais alimentados com 2 gr/dia do composto de óleos funcionais. Em trabalho recente, Zawazdki et al. (2012) não observaram efeito da adição de óleos funcionais sobre o peso final de bovinos Purunã terminados em confinamento e dieta de alto concentrado (60%).

A ingestão média diária de MS foi da ordem de 2,2% do peso corporal dos animais, sendo esperados 2,0 a 2,5% do peso corporal (Maggioni et al., 2009, 2010; Haruyoshi et al., 2010; Fugita et al., 2012).

A conversão alimentar média da matéria seca foi da ordem de 6,2 kg de MS para 1 kg de ganho de peso vivo. Esta conversão pode ser atribuída à qualidade genética dos animais ($\frac{1}{2}$ Angus vs. $\frac{1}{2}$ Nelore), à condição sexual (animais não-castrados) e à alta densidade energética da dieta (75% de NDT). Animais mestiços, não-castrados e alimentados com alta densidade energética apresentam, de modo geral, conversão alimentar abaixo de 8 kg de MS para 1 kg de ganho em peso vivo (Maggioni et al., 2009, 2010; Haruyoshi et al., 2010; Fugita et al., 2012).

O coeficiente de digestibilidade aparente da matéria seca (72,6%), da matéria orgânica (73,1%) e da proteína bruta (69,3%) foi maior ($P < 0,05$) para os animais das dietas com adição de glicerina em substituição parcial ao milho em comparação à digestibilidade dos animais da dieta controle (66,6; 67,3 e 63,3 %, respectivamente, Tabela 4). Da mesma forma, o NDT foi maior ($P < 0,05$) nas dietas com adição de glicerina (74,5%) em comparação ao tratamento controle (69,0%).

Tabela 4 - Coeficiente de digestibilidade aparente e nutrientes digestíveis totais de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros	Dietas ¹			DP ⁴	P _≤ F
	CON ¹	GLI ²	GLO ³		
N	10	10	10		
Matéria seca	66,59 ^b	72,13 ^a	73,15 ^a	3,9421	0,0102
Matéria orgânica	67,37 ^b	72,67 ^a	73,61 ^a	3,9832	0,0101
Proteína bruta	64,30 ^b	67,82 ^{ab}	70,85 ^a	4,2523	0,0102
Fibra em detergente neutro	54,66	56,94	57,59	3,8601	0,2003
Fibra em detergente ácido	54,48 ^a	50,50 ^b	52,49 ^{ab}	3,9703	0,0121
Carboidratos totais	67,83	67,75	68,50	2,9932	0,8321
Carboidratos não-fibrosos	76,57	77,05	76,78	4,2503	0,9734
Carboidratos fibrosos	54,66	56,94	56,94	4,3823	0,4223
Extrato etéreo	77,07	78,41	77,03	5,1232	0,8021
Nutrientes digestíveis totais	68,98 ^b	72,97 ^a	75,13 ^a	4,1812	0,0011

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos funcionais; ⁴Desvio-padrão.

Por outro lado, o coeficiente de digestibilidade da fibra em detergente ácido, foi maior ($P < 0,05$) para o tratamento controle (54,5%) em comparação aos animais das dietas com adição de glicerina (51,5%). Os coeficientes de digestibilidade dos carboidratos totais, carboidratos não-fibrosos, carboidratos fibrosos e extrato etéreo foram semelhantes ($P > 0,05$) nos bovinos dos três tratamentos.

Trabue et al. (2007) observaram que 80% do glicerina da dieta desapareceu no rúmen 24h após a alimentação. Dados superiores de desaparecimento foram observados por Remond et al. (1993), Bergner et al. (1995) em que a totalidade do glicerina foi fermentado no rúmen 4h após a alimentação, o que poderia explicar, em parte, a maior digestibilidade da MS, MO e PB neste experimento.

No entanto, a maior parte dos trabalhos realizados com diferentes níveis de glicerina na dieta de ruminantes não mostraram efeito negativo ou positivo sobre a digestibilidade aparente até limite máximo de 10% de inclusão da glicerina às dietas de ruminantes (Donkin et al., 2009; Parsons et al., 2009; Ramos et al., 2012). Níveis superiores a 15% reduziram de forma significativa o coeficiente de digestibilidade aparente de todos os nutrientes da dieta (Lage et al., 2010; Farias, 2011; Ramos et al., 2012). Desta forma, o nível máximo de substituição do milho pela glicerina sobre a digestibilidade aparente dos ruminantes estaria entre 10 e 15% da MS da dieta. Todavia, este nível máximo de substituição depende, também, de outros fatores como, por exemplo, a qualidade do glicerol (Farias, 2011)

A adição de óleos funcionais não influenciou ($P>0,05$) o coeficiente de digestibilidade aparente da MS, MO, PB, FDN, FDA, carboidratos totais, carboidratos não-fibrosos, carboidratos fibrosos e extrato etéreo (Tabela 4). A suplementação de dietas de ruminantes com óleos funcionais aumenta a concentração de ácidos graxos voláteis no rúmen melhorando a eficiência alimentar de forma similar à monensina sódica (McGuffey et al., 2001; Busquet et al., 2006), em um número limitado de estudos (Benchaar et al., 2008; Castillejos et al., 2005). Todavia, em outros estudos “in vivo”, a adição de óleos funcionais às dietas não apresentou efeito na concentração final e proporção de ácidos graxos ruminal de bovinos (Newbold et al., 2004; Beauchemin & McGinn, 2006). É provável que a produção e proporção de ácidos graxos no rúmen poderiam depender, também, da dieta dos animais (Benchaar et al., 2008).

Os níveis iniciais de colesterol e triglicerídeos totais do sangue foram semelhantes ($P>0,05$) no início do experimento (Tabela 5). Todavia, os níveis de triglicerídeos totais na corrente sanguínea estavam relativamente elevados. De modo geral, os níveis de triglicerídeos totais no plasma de bovinos podem variar de 16 a 34 mg/dL em animais sem estresse (Pogliani & Birgel, , 2007).

Os elevados níveis de triglicerídeos totais no sangue na coleta inicial podem ser atribuídos à lipólise do tecido adiposo (Erickson et al., 1992) pela liberação de catecolaminas (Chilliard et al., 2000) e baixo escore corporal dos animais (Dimarco et

al., 1981). No organismo animal, o estresse produz a liberação de catecolaminas as quais inibem a síntese de glicose, gerando estímulo para a produção de glicose pelo tecido adiposo (Palmquist & Conrad, 1978; Chilliard et al., 2000).

Tabela 5 - Níveis de colesterol total e triglicerídeos totais no plasma de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros	Dietas			DP ⁴	P<F	VF ⁵
	CON ¹	GLI ²	GLO ³			
N	10	10	10			
Colesterol, mg/dL						
- Inicial	121,60	121,70	111,15	28,6592	0,65	36 – 120
- Final	100,78	80,40	90,25	28,8077	0,29	
DP	29,9014	35,7064	29,6845			
P<F	NS	NS	NS			
Triglicerídeos, mg/dL						
- Inicial	56,03	48,00	46,25	12,9776	0,20	16 – 35
- Final	12,00	12,80	12,45	7,2826	0,97	
DP	26,1275	19,4149	19,6610			
P<F	**	**	**			

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina+Óleos Funcionais; ⁴Desvio-padrão, ⁵Valores de referência (Pogliani & Birgel, 2007).

Os níveis sanguíneos destes dois metabólitos ao final do experimento (115 dias) não apresentavam diferenças ($P>0,05$) entre os animais alimentados com glicerina em substituição ao milho e com adição de óleos funcionais (Tabela 5). Desta forma, a substituição do milho pela glicerina, como fonte de energia, e a inclusão de óleos funcionais não alteram os metabólitos sanguíneos de bovinos terminados em confinamento.

Os níveis plasmáticos de colesterol e triglicerídeos totais foram menores ($P<0,05$) no último dia do experimento em relação ao primeiro dia, independentemente, do tratamento (Tabela 5). A redução dos níveis de colesterol e triglicerídeos totais no plasma sanguíneo pode estar relacionada ao estado fisiológicos dos animais (Godoy et al., 2004; Pogliani & Birgel, 2007), A concentração de colesterol é menor nos animais com melhor condição corporal e maior nos bovinos com déficit energético (Dimarco et al., 1981; Kim & Suh, 2003).

Os parâmetros hematológicos estudados encontram-se nos valores de referência para a espécie bovina (Tabela 6). Não foi observado efeito ($P>0,05$) da substituição do milho pela glicerina e pela adição de óleos funcionais às dietas sobre os valores médios de eritrócitos, hematócrito, VCM e HCM. Na concentração de CHCM, foi observada diferença ($P<0,05$), sem alteração nas concentrações de hemoglobina e eritrócitos. Não foi observado efeito da adição de glicerina e de óleos funcionais sobre o leucograma (Tabela 6). As contagens diferenciais de leucócitos não mostraram alterações. Foi observada uma leve leucocitose, provavelmente relacionada ao manejo dos animais durante a coleta.

Tabela 6 - Hemograma, leucograma e proteínas plasmáticas de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros N	VF ⁴	Dieta ¹						DP ⁵	P≤F
		CON ¹		GLI ²		GLO ³			
		10	10	10	10	10	10		
		Inicial	Final	Inicial	Final	Inicial	Final		
Eritrócito, milhões/mm ³	5 – 10	8,18	8,39	8,50	9,01	8,37	9,35	1,1345	0,0602
Hemoglobina, g/dL	8 – 15	11,15	12,83	12,50	12,93	11,40	13,45	1,4765	0,2312
Hematócrito, %	24 – 46	33,81	38,50	37,03	36,72	33,60	38,50	3,6134	0,9032
⁴ V.C.M., Fl	40 – 60	40,55	45,15	40,34	42,84	39,05	41,85	4,1676	0,0631
⁵ H.C.M., Pg	11 – 17	13,50	15,25	13,88	14,82	13,55	14,55	1,1212	0,4923
⁶ C.H.C.M.,%	30 – 36	32,88	33,64 ^b	34,13	34,68 ^{ab}	33,52	35,04 ^a	1,7334	<0,05
Plaquetas, mil/mm ³	100 – 800	395,56	243,22 ^b	566,11	375,00 ^a	472,50	420,00 ^{ab}	220,2754	<0,01
Leucócitos, mil/mm ³	4 – 12	15,34	15,88	15,84	17,55	17,25	16,80	26,8823	0,2312
Eosinófilos, mm ³	80 – 2400	448,00	448,50	677,50	484,83	562,50	738,00	442,9254	0,3631
Segmentados, mil/mm ³	0,6 - 5,4	3,74 ^{ab}	7,00	3,65 ^b	8,92	5,24 ^a	6,00	2,5432	<0,05
Linfócitos Típicos, mil/mm ³	1,8 – 9	10,31	7,78	10,57	7,12	11,13	9,51	2,3543	0,6321
Monócitos, mm ³	80 – 840	943,00	915,56	865,61	580,50	761,50	1232,00	414,1522	0,2027
Proteínas plasmáticas, mg/dL	6 – 9	6,45	7,11	6,35	7,25	6,35	6,90	0,5123	0,6501

¹Controle; ²Glicerol; ³Glicerol+Óleos Funcionais; ⁴Valores de referencia; ⁵Volume corpuscular médio; ⁶Hemoglobina corpuscular média; ⁶Concentração de hemoglobina corpuscular média.

É descrito que os compostos bioativos dos óleos funcionais podem interagir com as membranas celulares dos eritrócitos humanos e incorporasse na bicamada lipídica conferindo propriedades anti-hemolíticas aos eritrócitos (Linko & Aldercreutz, 2005; Stasiuk & Kozubek, 2010). Segundo Stasiuk & Kozubek (2008), o composto bioativo do óleo de caju (*Ácido anacárdico*) possui baixos níveis de proteção hemolítica. Não foi observado efeito ($P>0,05$) da glicerina ou da adição de óleos funcionais sobre as proteínas plasmáticas totais. Os valores de proteínas plasmáticas para animais confinados são semelhantes para animais em condições semelhantes de manejo (Canavessi et al., 2000; Silva et al., 2008). Valores inferiores no plasma de proteínas totais podem estar relacionados à deficiência na alimentação ou com falhas hepáticas e transtornos renais (González et al., 2000).

Conclusões

A glicerina pode substituir o milho como fonte de energia, na dieta de bovinos terminados em confinamento e alimentado com ração com alto teor de energia, sem alterar o desempenho animal, eficiência alimentar e parâmetros sanguíneos. A glicerina aumenta a digestibilidade aparente da MS, MO, e PB.

Por outro lado, a inclusão de óleos funcionais não teve efeito sobre o desempenho animal e eficiência alimentar e parâmetros sanguíneos, entretanto melhorou a digestibilidade aparente da MO e PB.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro na concessão da Bolsa de Estudos, no âmbito do Programa PEC-PG.

À empresa Oligo Basics Indústria e Comércio de Rações Ltda., pela disponibilização dos alimentos e pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

A empresa Biopar – Bioenergia do Paraná Ltda., pela disponibilização da glicerina para a realização do projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (Capes), pela concessão da Bolsa de Estudos, inicialmente, no âmbito do projeto Procad com a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

Referências

- ALLAIN, C.C.; POON, L.S.; CICELY, S.G. et al. Enzymatic determination of total serum cholesterol. **Clinical Chemistry**, v.20, n.4, p.470-475, 1974.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 13. ed. Washington, DC. AOAC International, 1980, p.1015.
- ATTANASI, O.A.; MELE, G.; FILIPPONE, P. et al. Synthesis and characterization of novel cardanol based fulleropyrrolidines. **Arkivoc**, v.8, p.69-84, 2009.
- BEAUCHEMIN, K.A.; MCGINN, S.M. Methane emissions from beef cattle: effects of fumaric acid, essential oil, and canola oil. **Journal of Animal Science**, v.84, n.6, p.1489-1496, 2006.
- BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A.V. et al. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, n.1, p.209-228, 2008.
- BENCHAAR, C.; DUYNISVELD, J.L.; CHARMLEY, E. Effects of monensin and increasing dose levels of a mixture of essential oil compounds on intake, digestion and growth performance of beef cattle. **Journal of Dairy Science**, v.86, n.1, p.91-96, 2006b.
- BENCHAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R. et al. Effects of addition of essential oils and monensin premix on digestion, ruminal fermentation, milk production and milk composition in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.11, p.4352-4364, 2006a.
- BENCHAAR, C.; PETIT, H.V.; BERTHIAUME, R. et al. Effects of essential oils on digestion, ruminal fermentation, rumen microbial populations, milk production, and milk composition in dairy cows fed alfalfa silage or corn silage. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.2, p.886-897, 2007.
- BERGNER, H.; KIJORA, C.; CERESNAKOVA, Z. et al. In vitro studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. **Archives of Tierenahr**, v.48, n.3, p.245-256, 1995.
- BUSQUET, M.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. et al. Plant extracts affect in vitro rumen microbial fermentation. **Journal of Animal Science**, v.89, n.2, p.761-771, 2006.
- CALÓ, E.; MAFFEZZOLI, A.; MELE, G. et al. Synthesis of a novel cardanol-based benzoxazine monomer and environmentally sustainable production of polymers and biocomposites. **Green Chemistry**, v.9, n.7, p.754-759, 2007.
- CANAVERSI, A.M.O.; CHIACCHIO, S.B.; CURY, P.R. Valores do perfil eletroforético das proteínas séricas de bovinos da raça nelore criados na região de Botucatu, São Paulo: Influência dos fatores etários e sexuais. **Arquivos do Instituto Biológico**, v.67, p.9-17, 2000.
- CASALI, A.O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. et al. Influência do tempo de incubação e do tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimentos *in situ*. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.2, p.335-342, 2008.
- CASTILLEJOS, F.; CALSAMIGLIA, S.; FERRET, A. et al. Effects of a specific blend of essential oil compounds and the type of diet on rumen microbial fermentation and nutrient flow from a continuous culture system. **Animal Feed Science and Technology**, v.119, n.1, p.29-41, 2005.
- CHAO, S.C.; YOUNG, D.G.; OBERG, C.J. Screening for inhibitory activity of essential oils on selected bacteria fungi and viruses. **Journal of Essential Oil Research**, v.12, n.5, p. 639-649, 2000.

- CHILLIARD, Y.; FERLAY, A.; FAULCONNIER, Y. et al. Adipose tissue metabolism and its role in adaptations to undernutrition in ruminants. **Proceedings of the Nutrition Society**, v.59, n.1, p.127-134, 2000.
- DESPHANDE, S.D.; SAWANT, M.K.; VADLAMUD, V.P. Effect of age and sex on erythrocytic parameters in Red Kandari cattle. **Indian Journal Animal Science**, v.57, n.6, p.590-591, 1987.
- DEWULF, J.; CATRY, B.; TIMMERMAN, T. et al. Tetracycline-resistance in lactose-positive enteric coliforms originating from Belgian fattening pigs: Degree of resistance, multiple resistance and risk factors. **Preventive Veterinary Medicine**, v.78, n.6, p.339-351, 2007.
- DIMARCO, N.M.; BEITZ, D.C.; WHITEHURST, G.B. Effect of fasting on free fatty acid, glycerol and cholesterol concentrations in blood plasma and lipoprotein lipase activity in adipose tissue of cattle. **Journal of Animal Science**, v.52, n.1, p.75-82, 1981.
- DONKIN, S. S.; KOSER, S. L.; WHITE, H. M. et al. Feeding value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.92, n.10, p.5111-5119, 2009.
- ERICKSON, P.S.; MURPHY, M.R.; CLARK, J.H. Supplementation of dairy cow diets with calcium salts of long-chain fatty acids and nicotinic acid in early lactation. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.4, p.1078-1089, 1992.
- FARIAS, M.S. PRADO, I.N.; VALERO, M.V. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. **Semina Ciências Agrárias**, v.31, n.2, p..., in press.
- FOSSATI, P.; PRENCIPE, L. Serum triglycerides determined colorimetrically with an enzyme that produces hydrogen peroxide. **Clinical Chemistry**, v.28, n.10, p.2077-2080, 1982.
- FUGITA, C.A.; PRADO, I.N.; CLÓVES, J.C. et al. Corn silage with and without enzyme-bacteria inoculants on performance, carcass characteristics and meat quality in feedlot finished crossbred bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.154-163, 2012.
- GODOY, M.M.; ALVES, J.B.; MONTEIRO, A.L.G. et al. Parâmetros Reprodutivo e Metabólico de Vacas da Raça Guzerá Suplementadas no Pré e Pós-Parto. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.1, p.103-111, 2004.
- GONZÁLEZ, F.H.D. Uso do perfil metabólico para determinar o status nutricional em gado de corte. In: González, F.H.D.; BARCELLOS, J.O.; OSPINA, H.; RIBEIRO, L.A.O. (Eds) **Perfil metabólico em ruminantes**. Seu uso em nutrição e doenças nutricionais. Porto Alegre: Gráfica UFRGS, 2000. p. 63-74.
- GONZÁLEZ, F.H.D.; CONCEIÇÃO, T.R.; SIQUEIRA, A.J.S. et al. Variações sanguíneas de uréia, creatinina, albumina e fósforo em bovinos de corte no rio grande do sul. **A Hora Veterinária**, v.20, p.59-62, 2000.
- GUNN, P.J.; NEARY, M.K.; LEMENAGER, R.P. et al. Effects of crude glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. **Journal Animal Feed Science**, v.88, n.5, p.1771-1776, 2010.
- GUZMÁN-BLANCO, M.; MEJÍA, C.; ISTURIZ, R. et al. Epidemiology of methicillin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **International Journal of Antimicrobial Agents**, v. 34, n. 4, p. 304-308, 2009.
- HIMEJIMA, M.; KUBO, I. Antibacterial agents from the cashew *Anacardium occidentale* (Anacardiaceae) nut shell oil. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.39, n.2, p.418-421, 1991.
- ILSE, B.R.; ANDERSON, V.L.; JESKE, T.M. et al. Effect of Glycerol Level in Feedlot Diets on Animal Performance and Carcass Trait. **Journal Animal Science**, v.92, p.89, 2009, Abstract.

- ITO, R.H.; DUCATTI, T.; PRADO, J.M. et al. Soybean oil and linseed grains on performance and carcass characteristics of crossbred bulls finished in feedlot. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, n.1, p.259-268.
- JAIN, N.C. **Essentials of Veterinary Hematology**. 1 ed. Philadelphia: Lea & Febiger, 1993. p.1-19.
- KIM, I.-H.; SUH, G.H. Effect of the amount of body condition loss from the dry to near calving periods on the subsequent body condition change, occurrence of postpartum diseases, metabolic parameters and reproductive performance in Holstein dairy cows. **Theriogenology**. v.60, n.8, p.1445-1456, 2003.
- KUBO, I.; ICHI NIHEI, K.; TSUJIMOTO, K. Antibacterial Action of Anacardic Acids against Methicillin Resistant Staphylococcus aureus (MRSA). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.51, n.26, p.7624-7628, 2003.
- KUBO, I.; MASUOKA, N. Antioxidant activity of anacardic acids. **Food Chemistry**, v.99, n. 3, p. 555–562, 2006.
- KUBO, I.; MUROI, H.; HIMEJIMA, M. et al. Structure–antibacterial activity relationships of anacardic acids. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, n.6, p.1016-1019, 1993.
- LINKO, A.M.; ALDERCREUTZ, H. Whole-grain rye and wheat alkylresorcinols are incorporated into human erythrocyte membranes. **British Journal of Nutrition**, v.93, n.1, p.11-13, 2005.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87, n.2, p.632-638, 2009.
- MAZZETTO, S. E.; LOMONACO, D. Óleo da castanha de caju: oportunidades e desafios no contexto do desenvolvimento e sustentabilidade industrial. **Química Nova**, v.32, n.3, p.732-741, 2009.
- McGUFFEY, R.K.; RICHARDSON, L.F.; WILKINSON, J.I.D. Ionophores for dairy cattle: Current status and future outlook. **Journal of Dairy Science**, v.84, n.spe, p.194-203, 2001.
- MELLOR, S. Alternatives to antibiotic. **Pig Progress**, v.16, p.18-21, 2000.
- MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beaker or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, n.6, p.1217-1240, 2002.
- MUROI, H.; KUBO, I. Bactericidal activity of anacardic acids against Streptococcus mutans and their potentiation. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.41, n.10, p.1780-1783, 1993.
- NAGABHUSHSA, K.S.; ASH, V.N.; OBHA; RAVINDRANATH, V. Selective ionophoric properties of anacardic acid. **Journal of Natural Products**, v.58, n.5, p.807-810, 1995.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – o NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.
- NDLOVU, T.; CHIMONYO, M.; OKOH, A.L. et al. Review: Assessing the nutritional status of beef cattle: current practices and future prospects. **African Journal of Biotechnology**, v.6, n.24, p.2727-2734, 2007.
- NEWBOLD, C.J.; MCINTOSH, F.M.; WILLIAMS, P. et al. Effects of a specific blend of essential oil compounds on rumen fermentation. **Animal Feed Science and Technology**, v.114, n.1, p.105-112, 2004.
- NÓBREGA, M.B.M. et al. Germoplasma. In: AZEVEDO, D. M. P. de; LIMA, E. F. (Eds.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Algodão, 2001. p.257-281.

- PALMQUIST, D.L.; CONRAD, H.R. High fat rations for dairy cows. effects on feed intake, milk and fat production, and plasma metabolites. **Journal of Dairy Science**, v.61, n.7, p.890-901, 1978.
- PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, n.2, p.653-657, 2009.
- POGLIANI, F.C.; BIRGEL, J.E. Valores de referência do lipidograma de bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. **Brazilian Journal of Veterinary and Research and Animal Science**, v.44, n.5, p.373-383, 2007.
- RAMOS, M.H.; KERLEY, M.S. Effect of dietary crude glycerol level on ruminal fermentation in continuous culture and growth performance of beef calves. **Journal of Animal Science**, v.90, n.3, p.892-899, 2012.
- RAY, K.A.; WARNICK, L.D.; MITCHELL, R.M. et al. Prevalence of antimicrobial resistance among *Salmonella* on midwest and northeast USA dairy farms. **Preventive Veterinary Medicine**, v.79, n.2, p.204-223, 2007.
- REMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J.P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. **Animal Feed Science and Technology**, v.41, n.2, p.121-132, 1993.
- RENGIFO, S.A.; SILVA, R.A.; BOTTEON, R.C.C.M. Hemograma e bioquímica sérica auxiliar em bezerros mestiços neonatos e ocorrência de enfermidades. **Arquivo Brasileiros de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.993-997, 2010.
- RUSSELL, J.B.; HOULIHAN, A.J. Ionophore resistance of ruminal bacteria and its potential impact on human health. **FEMS Microbiology Review**, v.27, n.1, p.65-74, 2003.
- SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. Análises de alimentos (métodos químicos e biológicos). 3. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2002.
- SNIFFEN, C.J.; O'CONNOR, J.D.; VAN SOEST, P.J. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets. II. Carbohydrate and protein availability. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3562-3577, 1992.
- STASIUK, M.; KOZUBEK, A. Membrane perturbing properties of natural phenolic and resorcinolic lipids. **FEBS Letters**, v.582, n.25, p.3607-3613, 2008.
- STASIUK, M.; KOZUBEK. Biological activity of phenolic lipids. **Cellular and Molecular Life Science**, v.67, n.6, p.841-860, 2010.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS Institute. **User's guide**: Cary: SAS Institute Inc., 2008. (Version 9.2, v. 2). 7857p.
- TIMILSINA, G.R.; SHRESTHA, A. How much hope should we have for biofuels?. **Energy**, v. 36, n. 4, p. 2055-2069, 2011.
- TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. et al. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.17, p.7043-7051, 2007.
- TREVISAN M.T.S.; PFUNDSTEIN, B.; HAUBNER, R. Characterization of alkyl phenols in cashew (*Anacardium occidentale*) products and assay of their antioxidant capacity. **Food and Chemistry Toxicology**, v. 44, n. 2, p.188-97, 2006.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; DETMANN, E. et al. Exigências Nutricionais de Zebuínos no Brasil. I. Energia. In: VALADARES FILHO; S.C.; PAULINO; P.V.R.; MAGALHÃES; K.A. (Eds.). **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. 1.ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica Ltda., 2006.

- VAN SOEST, P.J.; ROBERTSON, J.B.; LEWIS, B.A. Methods for dietary fiber, neutral detergent fiber and non starch polysaccharides in relation to animal nutrition. **Journal Animal Science**, v.74, n.10, p.3583-3597, 1991.
- VISSER, E.M.; FILHO, D.O.; MARTINS, M.A. et al. Bioethanol production potential from Brazilian biodiesel co-products. **Biomass and Bioenergy**, v.35, n.1, p.489-494, 2011.
- WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W.J. et al. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**, v.121, n.1, p.15-20, 2009.
- WANG, H.; CAO, G.; PRIOR, R.L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.44, n.3, p.701-705, 1996.
- WEISS, E.A. **Oilseed crops**. London: Longman, 1983, p. 660.
- YANG, W.Z.; BENCHAAAR, C.; AMETAJ, B.N. et al. Effects of garlic and juniper berry essential oils on ruminal fermentation and on the site and extent of digestion in lactating cows. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.12, p.5671-5681, 2007.
- ZAWADZKI, F.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A. et al. Monensina sódica ou extrato de própolis na dieta de bovinos Nelore terminados em confinamento: composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.1627-1636, 2011.
- ZAWADZKI, F.; PRADO, I.N.; MOLETTA, J.L. et al. Glicerina e óleos funcionais na dieta de bovinos precoces Purunã terminados em confinamento: desempenho e características de carcaça. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.55, n.1, 2012, *In press*.
- ZHANG, L.; ZHANG, X.Q.; SU, M. Comparative analysis of the essential oils from normal and hairy roots of *Panax japonicas* C.A. Meyer **African Journal of Biotechnology**, v.10, n.13, p.2440-2445, 2011.

IV – Glicerina e óleos de caju (*Anacardium occidentale*) e mamona (*Ricinus communis*) sobre as características de carcaça e composição do músculo *Longissimus* de bovinos mestiços terminados em confinamento

Resumo - Este trabalho foi realizado para avaliar a substituição do milho pela glicerina (15% da MS) e a adição de óleos de caju e mamona sobre as características de carcaça, características físicas da carne, composição química e avaliação por consumidores do músculo *Longissimus* (ML) de bovinos mestiços (½ Angus vs. ½ Nelore) terminados em confinamento. Foram usados 30 bovinos não-castrados com peso médio inicial de 311,5 kg ± 28,8 kg e 24 meses de idade. Os bovinos foram distribuídos em três dietas: Controle (CON), Glicerina (GLI) e Glicerina + Óleos funcionais (GLO). Os bovinos foram confinados durante 115 dias e abatidos com peso vivo final de 467.0 kg ± 40,6. A ração entre concentrado e volumoso foi de 60 e 40%. O concentrado usado foi milho em grão, farelo de soja, ureia, calcário e sal mineral e o volumoso foi silagem de sorgo. Na dieta GLO foram adicionados 3 mg de óleo de caju e de mamona (Oligo Basics)/animal/dia. A substituição do milho pela glicerina não teve efeito ($P>0,05$) sobre as características de carcaça, características físicas da carne e composição química. A adição de óleos funcionais à dieta aumentou ($P<0,05$) a porcentagem de gordura na carcaça. A composição dos ácidos graxos no ML foi semelhante entre tratamentos, com exceção do ácido margárico ($P<0,05$) o qual foi maior nas dietas com glicerina (1,88%) em relação aos bovinos da dieta CON (0,96%). Os animais alimentados com dietas com glicerina apresentaram menor razão entre ácidos graxos ômega 6 e ômega 3 no ML em relação à dieta CON. A substituição parcial do milho pela glicerina e a adição de óleos funcionais melhorou o aroma, sabor e maciez da carne. Os consumidores tiveram preferência de compra pelas carnes de animais alimentados com glicerina e suplementados com óleos funcionais.

Palavras-chave: ácido margárico, gordura, propionato, AGP, AGS

Glycerol and oils of cashew (*Anacardium occidentale*) and castor (*Ricinus communis*) on carcass characteristics and composition of *Longissimus* muscle of crossbred in feedlot

ABSTRACT - This work was carried-out to study the effect of substitution of corn by glycerol co-product of biodiesel production, and addition of functional oils as additive on the carcass characteristics and chemical composition and fatty acids in the *Longissimus* of crossbred cattle in feedlots of crossbred bulls finished in feedlot. It was used 30 bulls with average weight of 311.5 kg \pm 28.8 kg and 24 months old. The bulls were allocated in three diets: Control (n=10), Glycerol (n=10) and Glycerol + essential oils (n=10) The bulls were kept in feedlot during 115 days and slaughtered with average weight of 467 kg \pm 40.6 kg. The bulls were fed with sorghum silage, corn cracked, soybean meal, urea, limestone and mineral salt (concentrate). The substitution of corn by glycerol and the addition of functional oils to the diet had no effect on carcass weight, in length and carcass conformation, fat thickness, and area of LM. The marbling, texture, color and pH of the meat were not affected by the treatments. The cooking losses were similar among treatments. The substitution of corn by glycerol had no effect on the percentage of carcass muscle of cattle. The percentages of moisture, ash and lipids were similar in the LM of the animals in the three treatments. The percentage of protein was lower in LM of GLO treatment animals. The composition of fatty acids in the LM was similar between treatments, except for percentages of myristic acid and margaric. The treatments had no effect on the proportions of polyunsaturated fatty acids and saturated. Animals feeding with glycerol had a lower ratio of omega 3 and omega in LM compared to CON diet. The partial replacement of corn by the addition of glycerol and functional oils improved flavor, taste and tenderness of meat. Consumers were purchasing preference for meat from animals fed with glycerol and supplemented with functional oils. Corn can be replaced in 15% of dry matter by glycerol without detriment of carcass characteristics and chemical composition and fatty acids in the *Longissimus*.

Key Words: biodiesel: margaric acid, fat, propionate, PUFA, SFA

Introdução

O Brasil é segundo maior produtor e consumidor de biodiesel do mundo (ANP 2011). Para cada 10 kg de biodiesel é produzido 1 kg de glicerina. A glicerina é um produto rico em energia (3.600-4200 kcal de energia bruta por kg) e pode ser usada na alimentação animal como fonte energética em substituição a fontes convencionais de energia, como o milho. Pesquisas sob o efeito da glicerina no desempenho e digestibilidade em bovinos têm demonstrado que a glicerina pode substituir até 30% do milho sem alterar os parâmetros produtivos (Donkin et al., 2008; Carvalho et al., 2011).

Dados do efeito da adição de glicerina sobre as características de carcaça, qualidade e composição de ácidos graxos da carne em bovinos de corte alimentados com glicerina são necessários para a determinação do efeito sobre a qualidade da carne bovina e seus aspectos sensoriais.

Todavia, para intensificar a produção de carne bovina com dietas de alta densidade energética e proteica é necessária a utilização de substâncias ou aditivos que controlem a fermentação ruminal e melhorem a eficiência energética. (Prado et al., 2000; Valero et al., 2011; Zawadzki et al., 2011).

Contudo, há a preocupação do uso de antibióticos na alimentação animal, pelos resíduos na carne para consumo humano (Benchaar et al., 2008; Reig & Toldrá, 2009). De tal modo, alguns produtos extraídos de plantas, como os óleos funcionais, estão sendo pesquisados para substituir os ionóforos e antibióticos na dieta de bovinos confinados.

Os óleos funcionais exercem ação antimicrobiana ao alterar a membrana celular bacteriana (Dorman & Deans, 2000), sobre as bactérias Gram-positivas e Gram-negativas (Benchaar et al., 2008). Alguns trabalhos realizados nos últimos anos têm demonstrado que produtos extraídos das plantas poderiam melhorar o desempenho de bovinos com menor impacto sobre a qualidade sensorial da carne.

Este trabalho foi realizado para avaliar o efeito da glicerina, em substituição ao milho, e inclusão de óleos funcionais (caju e mamona) como aditivos sobre as características de carcaça, composição química do músculo *Longissimus* (ML), composição física e características sensoriais da carne de bovinos mestiços terminados em confinamento.

Material e Métodos

Local, animais e manejo. O experimento foi conduzido no setor de Bovinocultura de Corte da Fazenda Experimental de Iguatemi da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Paraná. As análises laboratoriais foram realizadas nos laboratórios de Análises de Alimentos e Nutrição Animal do Departamento de Zootecnia e no Laboratório de Análises de Alimentos do Departamento de Química da UEM.

Foram utilizados 30 bovinos mestiços ($\frac{1}{2}$ Angus *vs.* $\frac{1}{2}$ Nelore) não-castrados com 24 meses de idade e peso médio de $311,5 \text{ kg} \pm 28,8 \text{ kg}$ distribuídos ao acaso em três tratamentos: Controle (CON); Glicerina (GLI) – adição de 15% de glicerina na MS da dieta total em substituição ao milho e Glicerina + Óleos funcionais (GLO) – adição de 15% de glicerina na MS da dieta total em substituição ao milho + 3 gr animal/dia de Oligo Basics (óleo funcional de caju e mamona) incorporado à dieta durante a mistura do concentrado. Foi fornecida a ração isoenergética e isoproteica (40% de silagem de sorgo e 60% de concentrado – milho, farelo de soja, calcáreo, ureia e sal mineral, Tabela 1).

Tabela 1 - Composição percentual dos tratamentos (gr/kg de MS)

Alimentos	Dietas		
	CON ¹	GLI ²	GLO ³
Silagem de sorgo	411,42	411,12	410,94
Milho moído	492,81	324,85	324,73
Farelo de soja	83,53	84,23	84,21
Glicerina	0,00	161,34	161,35
Calcário	5,15	6,93	6,93
Sal mineral	4,12	4,31	4,31
Ureia	3,09	7,35	7,35
Óleos funcionais	0,00	0,00	0,42
Total	1000	1000	1000

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos Funcionais.

A formulação das rações seguiu as recomendações do NRC (2000) para atender às exigências nutricionais dos bovinos para ganho de 1,4 kg/animal/dia.

As composições químicas, em gr/kg da matéria seca dos alimentos e da dieta experimental estão apresentadas na Tabela 2. Foi utilizada glicerina de média pureza proveniente da extração de óleo vegetal e de gordura animal. (Tabela 3). As dietas foram fornecidas de forma a permitir 5% de sobras, sendo ofertadas em dois períodos: 8h e 16h. A água permaneceu à vontade durante o experimento.

Tabela 2 - Composição química dos alimentos e das rações (gr/kg de MS)

Alimentos	MS ¹	MO ²	Cinzas ³	PB ⁴	FDN ⁵	FDA ⁶	CT ⁷	CNF ⁸	CF ⁹	EE ¹⁰	NDT ¹¹
Silagem sorgo	242,42	936,60	63,42	49,62	515,72	290,62	864,94	349,21	515,71	22,12	600,00
Milho moído	885,93	986,41	13,61	84,03	96,31	40,81	862,13	765,82	96,32	40,31	900,00
Farelo de soja	892,54	927,62	72,42	473,31	138,92	286,22	443,02	304,13	138,93	11,32	800,00
Glicerina	875,35	-	47,63	10,02	-	-	-	-	-	-	900,00
Calcário	980,02	-	1000,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Sal mineral	980,03	-	1000,00	-	-	-	-	-	-	-	-
Ureia	980,01	-	1000,00	2800,00	-	-	-	-	-	-	-
Dieta total											
CON ¹²	423,81	952,10	47,91	110,02	271,22	163,53	817,61	546,45	271,22	29,92	757,14
GLI ¹³	423,92	944,32	58,42	109,71	255,03	156,84	672,92	417,94	255,02	23,11	751,55
GLO ¹⁴	423,44	944,01	58,43	109,72	254,95	156,71	672,60	417,70	254,91	23,14	751,21

¹Matéria Seca; ²Matéria Orgânica; ³Cinzas; ⁴Proteína Bruta; ⁵Fibra Detergente Neutro; ⁶Fibra Detergente Ácido; ⁷Carboidratos Totais; ⁸Carboidratos Não-Fibrosos; ⁹Carboidratos Fibrosos; ¹⁰Extrato Etéreo; ¹¹Nutrientes Digestíveis Totais Calculado (Valadares et al. 2006; Laboratório de Química UEM); ¹²Controle, ¹³Glicerina, ¹⁴Glicerina + Óleos Funcionais.

Tabela 3 - Composição química da glicerina

¹ Teor de Água por Karl Fischer, %	12,47
Teor de Cinzas,% massa	4,761
Glicerol Total, % massa	81,28
Teor de Álcool – metanol,% massa	0,33
Proteína Bruta,%	0,12
Ácidos graxos totais, %	0,13
Sódio, mg/kg	11634,40
Potássio, mg/kg	79,10
Cálcio, mg/kg	35,81
Magnésio, mg/kg	16,33
Fósforo, mg/kg	239,82

Fonte: Tecpar, Paraná. ¹Laboratório de Farmácia da UEM.

Características físicas da carcaça. Os animais foram abatidos em um frigorífico comercial distante 50 km da Fazenda Experimental de Iguatemi, após repouso e jejum de alimentos sólidos por 12h.

O rendimento de carcaça quente foi calculado pela razão entre o peso de carcaça quente obtido logo após o abate e o peso vivo do animal em jejum antes do envio ao frigorífico e multiplicado por 100. As carcaças foram mantidas a 2-4°C durante 24h. Após este período, as carcaças foram retiradas para as avaliações físicas.

Na sequência, fez-se um corte entre as 12^a e 13^a costelas para expor a seção transversal do músculo *Longissimus* (ML). A partir desse corte, realizou-se a mensuração da área do ML, marmorização, espessura de gordura cobertura (EGC) e cor. Da mesma forma, foi retirada uma amostra para determinação da composição percentual de músculo, gordura e osso. A conformação (COF) da carcaça foi avaliada de forma subjetiva, e foi considerado apenas o desenvolvimento muscular (excluindo-se do julgamento a gordura de cobertura). Esta avaliação foi realizada segundo a escala de

pontos sugerida por Müller (1980) que varia de um ponto (conformação inferior) até 18 pontos (conformação superior).

A espessura de gordura de cobertura (EGC) foi determinada pela média de três medidas em pontos equidistantes realizadas com o uso de um paquímetro de precisão na região do corte entre as 12^a e 13^a costelas sobre o ML.

A área do ML determinada com o auxílio de uma grade plástica quadriculada sob a superfície do músculo onde foram tomadas as medidas da área.

As percentagens de músculo (PM), gordura (PG) e osso (PO) foram determinadas na secção do ML entre as 10^a, 11^a e 12^a costelas, conforme metodologia de Hankins & Howe (1946) e adaptado por Muller (1980). Realizou-se a separação física de músculo, gordura e osso. Os respectivos valores foram calculados de acordo com as equações de regressão de Müller et al. (1973) com a finalidade de transformar estes dados aos percentuais de músculo, gordura e osso das 9^a, 10^a e 11^a costelas. Com os valores das PM e PG, calculou-se a porção comestível da carcaça (PC = PM + PG). Para encontrar o valor da porção comestível da carcaça, primeiro foram somados os valores da PM e PG e o resultado desta soma foi dividido pela PO. As percentagens obtidas nessa secção foram colocadas nas equações de regressão obtidas por Müller et al. (1980), transformando esses dados em percentagens de músculo, gordura e osso entre as 9^a, 10^a e 11^a costelas.

$$\%M = 6,292 + 0,910 X1;$$

$$\%G = 1,526 + 0,913 X3;$$

$$\%O = 2,117 + 0,860 X2,$$

em que: Xi = representa, respectivamente, os percentuais de músculo, gordura e osso.

Obtidos os percentuais correspondentes as 9^a, 10^a e 11^a costelas, estes foram inseridos nas equações de regressão, segundo o método de Hankins & Howe (1946), abaixo citadas, obtendo-se, assim, os percentuais de músculo, gordura e osso.

$$PM = 15,56 + 0,81 M;$$

$$PO = 4,30 + 0,61 O;$$

$$PG = 3,06 + 0,82 G,$$

em que: M, G e O = representam, respectivamente, os valores de músculo, gordura e osso.

Características físicas da carne. A marmorização (MAR) da carne foi determinada de forma subjetiva no ML entre as 12^a e 13^a costelas, segundo a escala de pontos, descrita por Müller (1980), em que se classifica: 1 a 3 – traços; 4 a 6 – leve; 7 a 9 – pequeno; 10 a 12 – médio; 13 a 15 – moderado e 16 a 18 – abundante.

A espessura de coxão foi realizada com um compasso de madeira com pontas metálicas, onde se encontra a distância compreendida entre a face lateral e a medial da porção superior do coxão que posteriormente é medido com o auxílio de uma trena ou fita métrica.

A textura foi avaliada subjetivamente como uma escala de pontos, como sendo: muito fina, fina, levemente grosseira, grosseira e muito grosseira (Müller, 1980).

O pH foi medido com pHmêtro portátil com eletrodo de inserção no ML (na altura da última costela) 24h após o abate e resfriamento da carcaça a 2 – 4 °C (pH final).

A coloração da carne foi determinada subjetivamente segundo a escala de pontuação de Müller (1980), 30 min após o corte da seção transversal do ML entre as 12^a e 13^a costelas. A pontuação da coloração dentro da escala é classificada da seguinte forma: 1 – escura, 2 – vermelha escura, 3 – vermelha levemente escura, 4 – vermelha e 5 – vermelha viva.

Igualmente foi realizada uma segunda medição da cor da carne com um colorímetro MINOLTA CR300 do sistema CIE (L*, a* e b*) 24h após abate. Após o corte do ML, a amostra ficou exposta ao ar por 30 min para permitir a oxigenação do músculo. A espessura da amostra foi de 3,0 cm. Para cada amostra se realizou cinco leituras e para a análise estatística foi utilizado o valor médio de cada amostra. A determinação do croma (saturação) da carne, que indica a intensidade da cor, foi determinada de acordo com a equação: $\text{croma} = [(a^*2 + b^*2)^{1/2}]$. A tonalidade (cor) é o atributo pelo qual se identificam as cores (violetas, azul, amarelo, laranja, vermelho e púrpuro) foi calculada seguindo a equação: $\text{tonalidade} = [\tan^{-1}(a^*/b^*)]$.

As perdas por cocção (PPC) foram realizadas com 120 gr de carne descongelada a 4°C por 24h. Posteriormente, as amostras foram pesadas, secadas com papel e embaladas em papel alumínio e cozidas, em grelha até alcançar uma temperatura interna de 70°C, para obter as perdas por cocção mediante a fórmula: $(\text{PCC} = \text{Peso da amostra cru} - \text{Peso da amostra assada}/\text{peso da amostra cru} \times 100)$.

Posteriormente, a amostra foi utilizada para medir a força de cisalhamento no texturômetro Warner-Bratzler Shear utilizando-se uma lâmina com corte em “V” invertido, com força de 50 kg e velocidade de 250 mm/min, no sentido perpendicular à fibra muscular, em amostras com 1,5 cm de largura x 2,5 cm de comprimento. Realizaram-se cinco leituras e para a análise estatística foi utilizado o valor médio de cada amostra.

Composição química da carne. Para determinação das percentagens de umidade, cinzas e proteína bruta foi utilizada uma porção muscular (sem gordura subcutânea) descongelada a 4°C durante 24h e, posteriormente, moída com a metodologia descrita pela AOAC (1980). Os lipídios totais foram determinados seguindo uma adaptação da

metodologia de Bligh & Dyer (1959), em que foram pesadas 30 gr de carne e adicionados 60 mL de clorofórmio, 60 mL de metanol e 30 mL de água destilada.

A composição em ácidos graxos foi determinada após transesterificação dos triacilglicerídeos para obtenção dos ésteres metílicos, conforme método ISO (1978). Os ésteres metílicos de ácidos graxos foram separados em cromatógrafo a gás Thermo, modelo trace ultra 3300, equipado com um detector de ionização de chama e coluna capilar de sílica fundida CP – 7420 (Select FAME) (100 m de comprimento, 0,25 mm de diâmetro interno e 0,25 µm de cianopropil). O fluxo de H₂ (gás de arraste) foi de 1,2 mL/min, com 30 mL/min de N₂ (make up); e 35 e 300 mL/min, para o H₂ e ar sintético, para a chama do detector. O volume injetado foi de aproximadamente 2,0 µL, utilizando Split 1:80, sendo as temperaturas do injetor e detector de 220 e 230°C, respectivamente; enquanto a coluna foi 165°C por 10 min. sendo elevada a taxa de 4°C/min. até 235°C e mantida por 8 min. As porcentagens foram determinadas pela integração das áreas dos picos pelo Software Chronquest, versão 5.0.

Características sensoriais da carne. Realizou-se análise sensorial de consumidor, no Laboratório de Análises de Alimentos da UEM, em cabinas de análise sensorial. Foram escolhidos na UEM 100 consumidores, segundo os parâmetros: 1. idade de 20 a 60 anos e 2. consumidores de carne bovina. Foi entregue um questionário de escala hedônica estruturada de 9 pontos, em que 1 corresponde a "Desgostei muitíssimo" e 9 "Gostei muitíssimo", em que se avaliaram os atributos cor, sabor, aroma e maciez das amostras de carne. No mesmo formulário, foi solicitado aos provadores que indicassem a intenção de compra por meio de uma escala variando de (1) “certamente não compraria” até (3) “certamente compraria”, e igualmente foi solicitado aos consumidores escolher uma das três amostras para a determinação da preferência global. Filetes de ML de 25 mm de espessura foram preparados no grill até uma temperatura interna de 80°C, posteriormente cada filete foi cortado em dez pedaços de tamanho homogêneo e distribuído em embalagem de alumínio, identificados com três dígitos e fechado para conservar o odor e a temperatura. Os dígitos e a ordem de degustação foram designados por tratamento ao acaso. Juntamente com as amostras foi servido um copo contendo água à temperatura ambiente para que fosse bebido antes de iniciar o teste e entre uma amostra e outra com finalidade de limpar o palato do julgador.

Análises estatísticas. Os dados foram analisados pelo programa SAS (2008). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três

tratamentos e dez repetições, sendo as variáveis analisadas de acordo com o seguinte modelo:

$$Y_{ij} = \mu + t_i + e_{ij}$$

em que: Y_{ij} = observação do animal j submetido à dieta i ; μ = constante geral; t_i = efeito da dieta i ; $i = 1; \dots; 3$; e_{ij} = erro aleatório associado a cada observação Y_{ij} .

As médias foram comparadas, quando apresentaram efeito significativo, pelo teste de Tukey. O desenho estatístico do painel de consumidor e desenho de blocos completos equilibrados, onde cada consumidor provou uma vez cada tratamento (Costell & Duran, 1981; Monteiro, 2005).

Resultados e Discussão

A substituição do milho pela glicerina e a adição de óleos funcionais à dieta não tiveram efeito ($P > 0,05$) sobre o peso, rendimento, comprimento e conformação de carcaça e espessura de coxão, a espessura de gordura de cobertura e área do ML (Tabela 4). Níveis até 15% da matéria seca não alteram as características de carcaça de bovinos terminados em confinamento e alimentados com dietas com alta densidade energética (Elam et al., 2008; Mach et al., 2009). No entanto, Parsons et al. (2009) observaram redução linear nas características de carcaça com acréscimo de 0 até 16% de glicerina na dieta de bovinos terminados em confinamento. No presente estudo, a adição até 15% da MS na dieta teve efeito negativo sobre as características de carcaça dos animais.

Tabela 4 - Características quantitativas de carcaça de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros	Dietas			DP ⁴	P<F
	CON ¹	GLI ²	GLO ³		
N	10	10	10		
Peso de carcaça quente, kg	248,75	250,82	246,69	20,2421	0,9112
Rendimento de carcaça, %	52,47	53,06	53,89	1,6223	0,1412
Conformação, pontos	12,40	13,10	12,30	1,6345	0,5131
Comprimento de carcaça, cm	125,44	126,55	125,60	4,1536	0,8224
Espessura de coxão, cm	25,61	26,10	25,00	1,6676	0,3564
Gordura de cobertura, mm	5,33	6,40	5,75	1,8912	0,4621
Área do músculo <i>Longissimus</i> , cm ²	62,70	59,20	57,90	5,5832	0,1453
Marmorização, pontos	5,70	5,70	4,60	1,9045	0,3421
Textura, pontos	4,33	4,40	4,50	0,5664	0,8135
Cor, pontos	4,22	3,90	3,80	0,7721	0,4567
pH	6,17	6,24	6,34	0,2501	0,3083
Músculo, %	61,38	61,61	59,82	2,4702	0,2221
Gordura, %	25,43 ^{ab}	24,10 ^b	27,02 ^a	2,6023	<0,04
Osso, %	13,72 ^{ab}	14,48 ^a	13,38 ^b	1,0442	<0,05

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos funcionais; ⁴Desvio-padrão.

A marmorização, textura e coloração da carne não foram alteradas ($P>0,05$) pela substituição do milho pela glicerina e pela inclusão de óleos funcionais nas dietas (Tabela 4). Os valores médios observados para marmorização (5,3 pontos), textura (4,4 pontos) e coloração (4,0 pontos), segundo a escala de pontos de Müller (1980), caracteriza a carne de boa qualidade, e encontram-se próximos aos valores para bovinos terminados em confinamento e alimentados com ração de volumoso e concentrado de aproximadamente 50% e 50% (Abrahão et al., 2005; Prado et al., 2008a, 2008b, 2009; Zawadzki et al., 2011).

A substituição parcial do milho pela glicerina e adição de óleos funcionais à dieta não tiveram efeito ($P>0,05$) sobre o pH final (Tabela 4). No entanto, o valor médio encontrado para o pH (6,25) é superior ao valor normal de pH de carne bovina (5,5 a 5,8, Mounier et al., 2006). Carne bovina com pH maior do que 6 pode ser resultado do gasto pré-abate de glicose do músculo. No presente experimento, o pH aumentado pode ser explicado pela manipulação dos animais pré-abate, para sua última pesagem e posterior embarque ao frigorífico.

Não obstante, o elevado valor de pH da carne no presente experimento, as perdas por cocção foram semelhantes ($P>0,05$) entre os tratamentos e com valores de 22,3; 23,3 e 22,8% para as dietas CON, GLI e GLO, respectivamente. A substituição do milho pela glicerina não teve efeito ($P>0,05$) sobre a percentagem de músculo da carcaça (Tabela 4). Contudo, a inclusão de glicerina poderia aumentar a gordura corporal dos animais, como observado por Parsons et al. (2009). Entretanto, Mach et al. (2009) não observaram efeito da glicerina sobre a deposição de gordura corporal em bovinos em confinamento.

A adição de óleos funcionais à dieta aumentou ($P<0,05$) a percentagem de gordura e reduziu a percentagem de osso da carcaça, mas não alterou a percentagem de músculo (Tabela 4). Zawadzki et al. (2011) observaram, também, o aumento na percentagem de gordura na carcaça de bovinos da raça Purunã, terminados em confinamento e alimentados com uma dieta de alta densidade energética com adição de óleos funcionais (caju e mamona).

A coloração da carne, medida com colorímetro, foi semelhante no ML dos animais dos três tratamentos (Tabela 5). A coloração apresentou valores médios de 38,2 para luminosidade (L^*), 15,5 para intensidade da cor vermelha (a^*) e 7,8 para intensidade de amarelo (b^*), respectivamente.

Tabela 5 - Características colorimétricas e força de cisalhamento da carne de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros	Dietas			DP ⁴	P<F
	CON ¹	GLI ²	GLO ³		
N	10	10	10		
L*	37,40	38,57	38,49	3,79	0,7545
a*	16,12	14,47	15,84	2,26	0,2232
b*	7,72	7,88	7,84	1,44	0,9743
Croma (C*)	17,92	16,54	17,73	2,25	0,3467
Hue (H*)	25,56	28,70	26,39	3,89	0,3354
Força de cisalhamento	2,95	2,82	2,31	0,92	0,2687

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos Funcionais; ⁴Desvio-padrão.

Os valores de croma (C* = 17,5) e de tonalidade (H = 27) que indicam a presença da cor (vermelha) e a saturação da cor (descoloração), respectivamente, foram semelhantes (P>0,05) entre as dietas com substituição do milho pela glicerina e adição de óleos funcionais à dieta (Tabela 5). O valor de C* (saturação) foi mantido próximo de 18, considerado como aceitável para carne de bovinos terminados em confinamento (MacDougall, 1982; Lanari et al. (1996), e similar aos valores observados por Abularach et al. (1998), Insausti et al. (1999), Fernandes et al. (2008) e Rodas-González et al. (2011) na carne de bovinos terminados em confinamento.

O valor da força de cisalhamento no ML foi semelhante (P>0,05) entre os três tratamentos (Tabela 5). A força de cisalhamento observada (2,7 kgf/cm²) no presente experimento classifica a carne como extremamente macia (Judge et al., 1989). Trabalhos realizados em condições e com animais de grupos genéticos semelhantes apresentaram força de cisalhamento entre 2,0 e 3,3 kgf/cm² (Maggioni et al., 2012). A baixa força de cisalhamento poderia ser atribuída, em parte, ao elevado pH encontrado na carne, que a classifica como tipo “DFD” (dark, firm, dry – escura, dura e seca) (Fernandes al., 2008). Carnes “DFD” costumam ser mais macias (Lawrie, 2005), pois quando cozidas ocorre maior fragmentação miofibrilar (Viljoen et al., 2002).

As percentagens de umidade, cinzas e proteína bruta no ML foram semelhantes (P>0,05) nos animais dos três tratamentos (Tabela 6). Os teores de umidade, cinzas e proteína bruta do ML foram 72,7, 1,0 e 22,4 %, respectivamente. Teores similares foram observados por Maggioni et al. (2009) e Fugita et al. (2012) em trabalhos com bovinos mestiços, com peso e idade semelhantes ao do presente experimento e terminados em confinamento. A alimentação tem baixa influência nos teores de umidade e cinzas na carne de bovinos (Aricetti et al., 2008; Prado et al. 2008a, 2008b; Rotta et al., 2009a, 2009b).

Tabela 6 - Composição química do músculo *Longissimus* de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros	Dietas ¹			DP ⁴	P<F
	CON ¹	GLI ²	GLO ³		
N	10	10	10		
Umidade, %	72,32	72,62	73,29	1,3712	0,2832
Cinzas, %	1,01	1,06	1,05	0,0532	0,0721
Proteína bruta, %	22,69 ^a	22,53 ^{ab}	22,20 ^b	0,7512	0,0603
Lipídeos totais, %	2,44	2,19	2,18	0,6912	0,6554

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos funcionais; ⁴Coefficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes (P<0,05).

A percentagem de lipídeos totais no ML não foi alterada (P>0,05) pela substituição parcial do milho pela glicerina e pela adição de óleos funcionais às dietas (Tabela 6). A percentagem média de lipídeos totais foi baixa, da ordem de 2,2% no ML, que pode ser explicada pela categoria animal (24 meses de idade), genes da raça zebuína (Nelore) e animais não-castrados. Animais abatidos mais jovens (Aricetti et al., 2008; Prado et al., 2008b; Rotta et al., 2009b) têm baixa percentagem de lipídeos totais no ML uma vez que o teor de gordura aumenta com a idade. Entretanto, a adição de ionóforos ou aditivos naturais não alteram a percentagem de lipídeos totais no ML de bovinos terminados em confinamento e alimentados com uma dieta com alto teor de energia (Benchaar et al., 2008; Zawadzki et al., 2011; Valero et al., 2011).

A substituição do milho pela glicerina e a adição de óleos funcionais às dietas dos bovinos não tiveram efeito (P>0,05) na composição centesimal dos ácidos graxos no ML, com exceção das percentagens de ácido mirístico (14:0) e margárico (17:0) (Tabela 7).

Tabela 7 - Perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus* de bovinos mestiços terminados em confinamento

Ácidos graxos	N	Dietas ¹			DP ⁴	P<F
		CON ¹	GLI ²	GLO ³		
14:0	Ácido mirístico	1,72 ^b	2,15 ^a	1,75 ^b	0,4502	0,0402
16:0	Ácido palmítico	24,64	25,57	24,14	2,0312	0,2715
17:0	Ácido margárico	0,96 ^b	1,92 ^a	1,87 ^a	0,5203	<0,01
18:0	Ácido esteárico	19,68	18,16	18,23	2,2921	0,2513
18:1 <i>n</i> -7	Ácido vacênico	1,19	1,13	1,16	0,3034	0,7565
18:1 <i>n</i> -9	Ácido oleico	41,12	40,28	41,69	2,7225	0,5203
18:1 <i>t</i> -11	Ácido trans-vacênico	1,27	1,18	1,19	0,2021	0,7843
18 :2 <i>n</i> -6	Ácido linoleico	2,87	2,20	2,69	0,9054	0,2465
18:3 <i>n</i> -6	Ácido γ -linolênico	0,11	0,11	0,11	0,0275	0,7076
18:2 <i>c</i> -9 <i>t</i> -11	Acido linolênico conjugado	0,24	0,23	0,26	0,0231	0,3012
18:3 <i>n</i> -3	Ácido (α -) linolênico	0,08	0,08	0,08	0,0721	0,7383
20:4 <i>n</i> -6	Ácido araquidônico	0,15	0,15	0,16	0,0704	0,9123
20:5 <i>n</i> -3	Ácido eicosapentaenoico	0,03	0,02	0,03	0,0131	0,3321
22:6 <i>n</i> -3	Ácido docosahexaenoico	0,69	0,69	0,79	0,3411	0,7534

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos funcionais; ⁴Coefficiente de variação. Médias seguidas de letras diferentes na mesma linha são diferentes (P<0,05).

A percentagem de ácido mirístico foi maior ($P<0,05$) no ML dos animais alimentados com a dieta GLI (2,15%) em relação às dietas CON (1,72%) e GLO (1,75%). Ainda, não foi observado diferença entre as dietas CON e GLO.

A percentagem do ácido graxo margárico foi maior ($P<0,05$) no ML dos bovinos alimentados com dietas contendo glicerina (1,88%) em relação aos bovinos da dieta CON (0,96%). O ácido margárico é um ácido graxo de cadeia ímpar sintetizado pelas bactérias ruminais com a utilização de propionato. A glicerina ao favorecer a produção de propionato no rúmen (Mansbridge & Blake, 1997) favorece a síntese de ácido margárico, que é incorporado no tecido muscular, uma vez que não existe resíntese de ácidos graxos no músculo. A utilização de ionóforos e óleos funcionais poderiam também propiciar o aumento dos ácidos graxos de cadeia ímpar ao favorecer maior produção de propionato. Menezes et al. (2006), avaliando diferentes níveis de monensina sódica 0, 100 e 200 mg/dia, sobre o perfil de ácidos graxos de novilhos nelore terminados em confinamento, encontraram aumento nos níveis do ácido margárico.

A variação de ácidos graxos no ML, em comparação à composição dos ácidos graxos nas dietas, é parcialmente explicada pela bio-hidrogenação dos ácidos graxos insaturados que ocorre no rúmen (Tamminga & Doreau, 1991). A maior parte dos ácidos graxos no ML foi oleico (18:1 *n*-9) com 41,0%; palmítico (16:0) com 24,8% e esteárico (18:0) com 18,69%. O conteúdo de CLA não foi alterado pela inclusão de glicerina e adição de óleos funcionais no ML.

A substituição do milho pela glicerina e adição de óleos funcionais às dietas não tiveram efeito ($P>0,05$) nas percentagens de ácidos graxos saturados, monoinsaturados, poli-insaturados, ômega 6 e ômega 3 (Tabela 8).

Tabela 8 - Percentagem de ácidos graxos saturados, ácidos graxos monoinsaturados, ácidos graxos poli-insaturados, ômega 6, ômega 3 e suas razões no músculo *Longissimus* de bovinos mestiços terminados em confinamento

Ácidos graxos N	Dietas ¹			DP ⁴	P<F
	CON ¹	GLI ²	GLO ³		
	10	10	10		
AGS ⁵ ,%	48,14	49,23	47,44	3,6423	0,5632
AGMS ⁶ ,%	47,60	47,22	48,37	2,9051	0,6812
AGPI ⁷ ,%	4,24	3,54	4,18	1,3712	0,4665
n-6 ⁸ ,%	3,15	2,47	2,97	0,9732	0,2834
n-3 ⁹ ,%	1,01	0,98	1,12	0,4212	0,7375
AGPI/AGS	0,09	0,08	0,08	0,0103	0,5063
n-6/n-3	3,12 ^a	2,52 ^b	2,65 ^b	0,3721	<0,01

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos funcionais; ⁴Desvio-padrão; ⁵Ácidos graxos saturados; ⁶Ácidos graxos monoinsaturados; ⁷Ácidos graxos poli-insaturados; ⁸ômega 6; ⁹ômega 3.

Igualmente, os tratamentos não tiveram efeito ($P>0,05$) nas razões entre ácidos graxos poli-insaturados e saturados. No entanto, os animais alimentados com dietas com glicerina apresentaram menor razão ($P<0,05$) entre ácidos graxos ômega 6 e ômega 3 no ML em relação à dieta CON.

A maior parte dos ácidos graxos encontrados no ML foi AGS (48,14%) e AGMI (47,6%); enquanto que os AGPI representaram apenas 4,24% dos ácidos graxos totais. Geralmente, como no presente estudo, os valores percentuais de AGS e AGMS no ML de bovinos jovens oriundos de cruzamentos industriais e terminados em confinamento estão entre 45 e 50% (Ducatti et al., 2009; Prado et al., 2009; Rotta et al., 2009a, 2009b; Fugita et al., 2012). Ao mesmo tempo, a percentagem de AGPI está próxima ou abaixo de 5% no ML de bovinos jovens e terminados em confinamento (Ducatti et al., 2009; Oliveira et al., 2009; Prado et al., 2009; Rotta et al., 2009a, 2009b; Fugita et al., 2012).

A razão AGPI e AGS neste trabalho foi baixa (0,09), sendo que a carne de ruminante apresenta uma razão entre AGPI e AGS próxima ou abaixo de 0,2 (Prado et al., 2008; Ducatti et al., 2009; Prado et al., 2009; Rotta et al., 2009a, 2009b; Fugita et al., 2012).

A razão média de ômega 6 e ômega 3 encontrada neste trabalho foi de 2,8. Comumente a razão no ML de bovinos jovens terminados em confinamento e alimentos com ração de alta densidade energética está entre 3 e 6 (Rotta et al., 2009a). Todavia, o tipo de alimentação, concentrado ou forragem, tem pouco efeito sobre a razão ômega 6 e ômega 3 e mantém essa relação próxima de 5 (Kazama et al., 2008; Prado et al., 2008; Fugita et al., 2012).

Na análise sensorial, não foi observado alteração da coloração da carne ($P>0,05$) na avaliação visual pelos consumidores com substituição parcial do milho pela glicerina e com adição de óleos funcionais (Tabela 9).

Tabela 9 - Análise sensorial e preferência de compra do músculo *Longissimus* de bovinos mestiços terminados em confinamento

Parâmetros	Dietas ¹			DP	P<F
	CON ¹	GLI ²	GLO ³		
N	10	10	10		
Cor, pontos ⁴	6,0	6,0	6,1	1,6205	0,3743
Aroma, pontos ⁴	6,2 ^c	6,7 ^a	6,5 ^b	1,5843	<0,05
Sabor, pontos ⁴	6,2 ^b	6,9 ^a	6,5 ^{ab}	1,6323	<0,05
Maciez, pontos ⁴	6,0 ^b	7,0 ^a	6,5 ^{ab}	1,8954	<0,01
Compra, pontos ⁵	2,1 ^b	2,3 ^a	2,2 ^{ab}	0,7565	0,1254

¹Controle; ²Glicerina; ³Glicerina + Óleos Funcionais; ⁴Escala hedônica (1 a 9); ⁵Escala de 1 a 3.

No presente experimento, as carnes foram cozidas em igualdade de condição e temperatura, porém as variações da cor não foram observadas pelos consumidores.

Por outro lado, a substituição parcial do milho pela glicerina e a adição de óleos funcionais melhorou o aroma, sabor e maciez da carne, com valores superiores a 6. Desta forma, a carne oriunda foi avaliada como agradável, uma vez que as notas atribuídas foram, sem exceção, acima da média da escala hedônica usada (1 a 9).

Na Figura 1 é apresentado o resultado da questão sobre qual era a amostra preferida pelos consumidores. A carne de animais alimentados com Glicerina recebeu as avaliações mais altas (44%), seguida da carne dos animais alimentados com Glicerina+Óleos funcionais (36%), os animais do tratamento Controle (19%) foram de preferência mais baixa.

Os consumidores tiveram preferência de compra pelas carnes de animais alimentados com glicerina e suplementados com óleos funcionais. A aceitação de compra pelas carnes de animais alimentados com glicerina e suplementados com óleos funcionais foi de 2,25 pontos (escala de 1 a 3) e tiveram 80% da preferência da compra de carne em comparação à carne de animais do grupo controle.

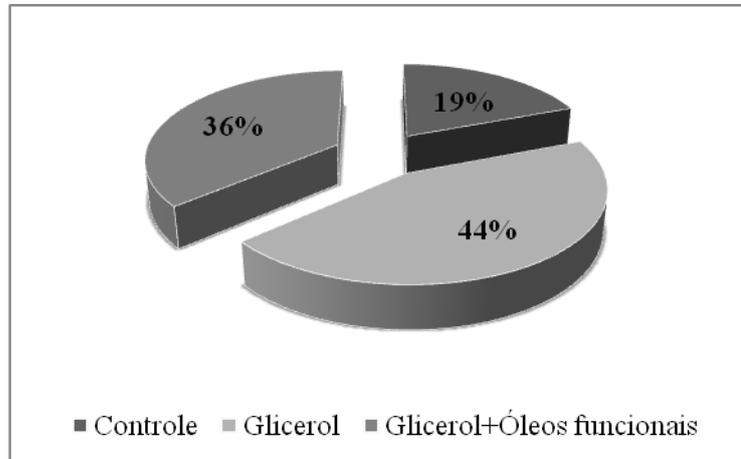


Figura 1 - Preferência global dos consumidores de ML de bovinos mestiços terminados em confinamento alimentados com glicerina e óleos de caju (*Anacardium occidentale*) e mamona (*Ricinus communis*).

Há componentes aromáticos que influenciam as características sensoriais da carne. Os óleos funcionais ao conter compostos aromáticos podem influenciar as características sensoriais da carne.

Conclusões

A substituição parcial do milho (15% da MS total da dieta) pela glicerina, não altera as características da carcaça, composição química, perfil de ácidos graxos e razão entre ácidos graxos poli-insaturados e ácidos graxos saturados, assim como a razão entre ômega 6 e ômega 3 do ML.

A adição de óleos funcionais (caju e mamona) não teve efeito sobre as características de carcaça, com exceção do aumento da percentagem de gordura. A adição de óleos funcionais poderia ser empregada quando for interessante aumentar a percentagem de gordura na carcaça.

São necessárias mais pesquisas para compreender o efeito dos compostos aromáticos nas características sensoriais da carne.

Agradecimentos

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pelo apoio financeiro para realização pela concessão da Bolsa de Estudos, no âmbito do Programa PEC-PG.

À empresa Oligo Basics - Indústria e Comércio de Rações Ltda., pela disponibilização dos alimentos e pelo apoio financeiro para realização deste trabalho.

A empresa Biopar – Bioenergia do Paraná Ltda., pela disponibilização da glicerina para a realização do projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Nível Superior (Capes), pela concessão da Bolsa de Estudos, inicialmente, no âmbito do projeto Procad com a Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB).

Referências

- ABRAHÃO, J.J.S.; PRADO, I.N.; PEROTTO, D. et al. Effects of replacing corn with increasing levels of cassava starch by-products on carcass characteristics and meat for young bulls. **Brazilian Journal of Animal Science**, v.34, n.4, p.1640-1650, 2005.
- ABULARACH, M.L.S; ROCHA, C.E.; FELÍCIO, P.E. Características de qualidade do contrafilé (m. *l. dorsi*) de touros jovens da raça nelore. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.2, p.205-210, 1998.
- ADAMS, T.; DALEY, C.; ADAMS et al. Testes function and feedlot performance of bulls actively immunized against gonadotropin-releasing hormone: Effect of age at immunization. **Journal of Animal Science**, v.74, p.950-954, 1996.
- AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO – ANP. [2011] Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 20 nov. 2011.
- ARICETTI, J.A.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M. et al. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of *Longissimus* muscle of bulls and steers finished in a pasture system. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v. 21, n. 10, p.1441-1448, 2008.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTRY – AOAC. **Official Methods of Analysis**. 13. ed. Washington, DC. AOAC International, 1980, p.1015.
- BENCHAAR, C.; CALSAMIGLIA, S.; CHAVES, A.V. et al. A review of plant-derived essential oils in ruminant nutrition and production. **Animal Feed Science and Technology**, v.145, n.1, p.209-228, 2008.
- BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal Biochemistry**, Montreal, v.37, n.8, p.911-917, 1959.
- CARVALHO, E.R.; SCHMELZ-ROBERTS, N.S.; WHITE, H.M. et al. Replacing corn with glycerol in diets for transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.2, p.908-916, 2011.
- CASA, G.D.; BOCHICCHIO, D.; FAETI, V. et al. Use of pure glycerol in fattening heavy pigs. **Meat Science**, v.81, n.1, p.238-244, 2009.
- COSTELL, E.; DURAN, L. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. III. Planificación selección de jueces y diseño estadístico. **Revista del Instituto de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.21, n.4, p.21, 1981.
- DONKIN, S.S. Glycerol from biodiesel production : the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.spe, p.280-286, 2008.
- DORMAN, H.J.D.; DEANS, S.G. Antimicrobial agents from plants: antibacterial activity of plant volatile oils. **Journal Applied Microbiology**, v.88, n.2, p.308-316, 2000.
- DUCATTI, T.; PRADO, I.N.; ROTTA P.P. et al. Chemical composition and fatty acid profile in crossbred (*Bos taurus* vs. *Bos indicus*) young bulls finished in a feedlot. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.22, n.3, p.433-439, 2009.
- ELAM, N.A.; ENG., K.S.; BECHTEL, B. et al. Glycerol from biodiesel production: Considerations for feedlot diets. **Proceedings of the Southwest Nutrition Conference**. Tempe AZ, n.21, 2008.
- FERNANDES, A.R.M.; SAMPAIO, A.A.M.; HENRIQUE, W. et al. Características da carcaça e da carne de bovinos sob diferentes dietas, em confinamento. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.60, n.1, p.139-147, 2008.

- FERNANDES, A.R.M.; ORRICO, M.A.P.J.; ORRICO, C.A. et al. Desempenho e características qualitativas da carcaça e da carne de cordeiros terminados em confinamento alimentados com dietas contendo soja grão ou gordura protegida. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.8, p.1822-1829, 2011.
- FUGITA, C.A.; PRADO, I.N.; CLÓVES, J.C. et al. Corn silage with and without enzyme-bacteria inoculants on performance, carcass characteristics and meat quality in feedlot finished crossbred bulls. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.41, n.1, p.154-163, 2012.
- HANKINS, O.G.; HOWE, P.E. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts. **Washington: United States Department of Agriculture**, Technical Bulletin – USDA, 926, p.1-19, 1946
- INSAUSTI, K.; BERIAIN, M.J.; PURROY, A. et al. Colour stability of beef from different Spanish native cattle breeds stored under vacuum and modified atmosphere. **Meat Science**, v.53, n.4, p.241-249, 1999.
- ISO-INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION. Animal and vegetable fats and oils-preparation of methyl esters of fatty acids. **ISO 5509**, p.1-6, 1978.
- JUDGE, M.D., ABERLE, E.D., FORREST, J.C. et al. **Principles of meat science**. 2.ed. Iowa: Kendall Hunt, 1989. p.351.
- KAZAMA, R.; ZEULA, L.M.; PRADO, I.N. et al. 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.
- LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E. et al. Growth performance, carcass characteristics, meat quality, and tissue histology of growing pigs fed crude glycerin supplemented diets. **Journal of Animal Science**, v.86, n.11, p.2962-2970, 2008.
- LANARI, M. C.; SCHAEFER, D.M.; LIU, Q. et al. Kinetics of pigment oxidation in beef from steers supplemented with vitamin E. **Journal of Food Science**, v.61, n.5, p.884-889, 1996.
- LAWRIE, R. A. **Ciência da carne**. 6. ed. São Paulo: Artmed. 2005.
- LEE, C.Y.; HENRICKS, D.M.; SKELLEY, G.C. et al. Growth and hormonal response of intact and castrate male cattle to trenbolone acetate and estradiol. **Journal of Animal Science**, v.68, n.9, p.2682-2689, 1990.
- MACDOUGALL, D.B. Changes in colour and opacity of meat. **Food Chemistry**, v.9, n.1, p.75-88, 1982.
- MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87, n.2, p.632-638, 2009.
- MAGGIONI, D.; MARQUES, J.A.; PEROTTO, D. et al. Bermuda Grass hay or sorghum silage with or without yeast addition on performance and carcass characteristics of crossbred Young bulls finished in feedlot. **Asian-Australasian Journal of Animal Science**, v.22, n.2, p.206-215, 2009.
- MAGGIONI, D.; PRADO, I.N.; ZAWADZKI, F. et al. Grupos genéticos e graus de acabamento sobre qualidade da carne de bovinos. **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.1, p.391-402, 2012.
- MANSBRIDGE, R.J.; BLAKE, J.S. Nutritional factors affecting the fatty acid composition of bovine milk. **British Journal of Nutrition**, v.78, n.1, p.S37-S47, 1997.

- MENEZES, L.F.G.; KOZLOSKI, G.V.; RESTLE, J. et al. Perfil de ácidos graxos de cadeia longa e qualidade da carne de novilhos terminados em confinamento com diferentes níveis de monensina sódica na dieta. **Ciência Rural**, v.36, n.1, p.186-190, 2006.
- MONTEIRO, A.R.G. **Introdução à análise sensorial de alimentos**. Maringá: EDUEM, 2005. p.32.
- MOUNIER, L.; DUBROEUCQ, H.; ANADANSON, S. et al. Variations in meat pH of beef bulls in relation to conditions of transfer to slaughter and previous history of the animals. **Journal of Animal Science**, v.84, n.6, p.1567-1576, 2006.
- MÜLLER, L. **Normas para avaliação de carcaça e concurso de carcaças de novilhos**. 1. ed. Santa Maria: UFSM. 1980. p.31.
- MÜLLER, L.; MAXON, W.E.; PALMER, A.Z. Evaluación de técnicas para determinar la composición de la canal. In: ALPA, 1973, Guadalajara. **Anais...** Guadalajara, 1973.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL – o NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. Washington, D.C.: National Academy Press, 2000.
- OLIVEIRA, A.N.; PRADO, R.M.; FUGITA, C.A. et al. Chemical composition, fatty acid profile and CLA levels in the *Longissimus* muscle of Caracu and Caracu vs. Charolais cattle. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, n. 3, p. 727-736, 2009.
- PARSONS, G.L.; SHELOR, M.K.; DROUILLARD, J.S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v.87, n.2, p.653-657, 2009.
- PRADO, J.M.; PRADO, I.N.; VISENTAINER, J.V. et al. The effect of breed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus dorsi* muscle of Brazilian beef cattle. **Journal of Animal and Feed Science**, v.18, n.2, p.231-240, 2009.
- PRADO, I.N.; ITO, R.H.; PRADO, J.M. et al. The influence of dietary soyabean and linseed on the chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of feedlot-finished bulls. **Journal of Animal and Feed Science**, v.17, n.3, p.307-317, 2008a.
- PRADO, I.N.; PRADO, R.M.; ROTTA, P.P. et al. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of crossbred bulls (*Bos taurus indicus* vs. *Bos Taurus taurus*) finished in feedlot. **Journal of Animal and Feed Science**, v.17, n.3, p.295-306, 2008b.
- PRADO, I.N.; ROTTA, P.P.; PRADO, R.M. et al. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Purunã and ½ Purunã x ½ Canchin bulls. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.21, n.9, p.1296-1302, 2008c.
- PRADO, I.N.; ARICETTI, J.A.; ROTTA, P.P. et al. Carcass characteristics, chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle of bulls (*Bos taurus indicus* x *Bos taurus taurus*) finished in pasture systems. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.21, n.10, p.1449-1457, 2008d.
- PRADO, I.N.; PINHEIRO, A.D.; ALCALDE, C.R. et al. Níveis de Substituição do Milho pela Polpa de Citrus Peletizada sobre o Desempenho e Características de Carcaça de Bovinos Mestiços Confinados. **Revista brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, p.2135-2141, 2000.
- REIG, M.; TOLDRÁ, F. Veterinary drugs and growth promoters residues in meat and processed meats. In **Safety of meat and processed meat**. New York: Springer, 2009. p.364-390.

- RODAS-GONZÁLEZ, A.; NARVÁEZ-BRAVO, C.; BRASHEARS, M.M. et al. Evaluation of the storage life of vacuum packaged Australian beef. **Meat Science**, v.88, n.1, p.128-138, 2011.
- ROTTA, P.P.; PRADO, I.N.; PRADO, R.M. et al. Carcass characteristics and chemical composition of the *Longissimus* muscle of Nellores, Caracu and Holstein-friesian bulls finished in feedlot. **Asian-Australian Journal Animal Science**, v.22, n.4, p.598-604, 2009a.
- ROTTA, P.P.; PRADO, R.M.; PRADO, I.N. et al. The effects of genetic groups, nutrition, finishing systems and gender of Brazilian cattle on carcass characteristics and beef composition and appearance: a review. **Asian Australasian Journal of Animal Science**, v.22, n.2, p.1718-1734, 2009b.
- SMITH, S. B.; CROUSE, J. D. Relative contributions of acetate, lactate and glucose to lipogenesis in bovine intramuscular and subcutaneous adipose tissue. **Journal of Nutrition**, v.114, n.4, p.792-800, 1984.
- STATISTICAL ANALYSES SYSTEM – SAS Institute. **User's guide**: Cary: SAS Institute Inc., 2008. (Version 9.2, v. 2). 7857p.
- 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.
- TORNBERG, E. Effects of heat on meat proteins — Implications on structure and quality of meat products. **Meat Science**, v. 70, n. 3, p. 493–508, 2005.
- VALADARES FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; DETMANN, E. et al. Exigências Nutricionais de Zebuínos no Brasil. I. Energia. In: VALADARES FILHO; S.C.; PAULINO; P.V.R.; MAGALHÃES; K.A. (Eds.). **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-Corte**. 1.ed. Viçosa, MG: Suprema Gráfica Ltda., 2006.
- VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F.; FRANÇOZO, M. C. et al. Sodium monensin or propolis extract in the diet of crossbred (1/2 Red Angus vs. 1/2 Nellore) bulls finished in feedlot: chemical composition and fatty acid profile of the *Longissimus* muscle. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, n.4, p.1617-1626, 2011.
- VILJOEN, H. F.; DE KOCK, H. L.; WEBB, E.C. Consumer acceptability of dark, firm and dry (DFD) and normal. 2002. **Meat Science**, v.66, n.2, p.181-185, 2002.
- ZAWADZKI, F.; PRADO, I.N.; MARQUES, J.A. et al. Monensina sódica ou extrato de própolis na dieta de bovinos Nelore terminados em confinamento: composição química e perfil de ácidos graxos do músculo *Longissimus*. **Semina: Ciências Agrárias**, v.32, p.1627-1636, 2011.