

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS**  
**ESCOLA DE MEDICINA VETERINÁRIA E ZOOTECNIA**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA ANIMAL TROPICAL**

**Glicerina bruta na alimentação de machos de Origem Leiteira**

**RAYLON PEREIRA MACIEL**

Tese apresentada para obtenção do título de Doutor, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.

Área de Concentração: Produção Animal

Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva

**ARAGUAÍNA - TO**

**2014**



**RAYLON PEREIRA MACIEL**

**Glicerina bruta na alimentação de machos de Origem Leiteira**

**Tese apresentada para obtenção do título de Doutor, junto ao Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins.**

**Área de Concentração: Produção Animal**

**Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva**

**ARAGUAÍNA - TO**

**2014**

Dados Internacionais de Catalogação

Biblioteca UFT - EMZV

---

M152a Maciel, Raylon Pereira

Glicerina Bruta na alimentação de machos de Origem Leiteira. / Raylon Pereira Maciel. -- Araguaina: [s.n.], 2014.

163 f.: il.

Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva.

Tese (Doutorado em Ciência Animal Tropical) - Universidade Federal do Tocantins, 2014.

1. Nutrição Animal. 2. Desempenho Animal. 3. Macho Leiteiro. 4. Biodiesel – subproduto.. I. Título

---

CDD 636.085

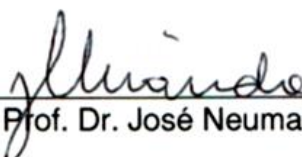
Glicerina bruta na alimentação de machos de Origem Leiteira


Por

RAYLON PEREIRA MACIEL

Tese apresentada como requisito parcial para a obtenção do título de Doutor, tendo sido julgada e aprovada pela Banca Examinadora formada pelos professores:

Araguaína, 28 de Janeiro de 2014

  
Orientador: Prof. Dr. José Neuman Miranda Neiva, UFT

  
Co-orientador: Prof. PhD. João Restle, UFT

  
Prof. Dr. Glauco Mora Ribeiro, UFT

  
Prof. Dr. Emerson Alexandrino, UFT

  
Dr. Ubirajara Oliveira Bilego, COMIGO

ARAGUAÍNA - TO

2014

Aos meus queridos pais:

**Raimundo Maciel da Fonseca e**

**Eleni Pereira Pinto Maciel**

Que me ensinaram a perseguir meu ideal com dedicação e coragem.

Pelas orações dedicadas a mim. Minhas referências.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por todas as graças alcançadas na minha vida, sei que nada posso caminhando sozinho.

A Nossa Senhora, fiel intercessora, que recorri muitas vezes em momentos de ansiedade e de insegurança.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciência Animal Tropical da Universidade Federal do Tocantins pela oportunidade de aperfeiçoamento da minha formação profissional. A todos os Professores do Programa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento e Pesquisa – CNPq pelo apoio financeiro.

A CAPES pela concessão da bolsa para o Programa de Doutorado Sanduíche no Exterior na Universidade da Flórida-EUA.

A Universidade da Flórida, ao Professor PhD. José Eduardo Portela Santos e toda sua equipe de pesquisa que me acolheram muito bem durante o estágio de doutorado no exterior.

À Cooperativa Agroindustrial dos Produtores Rurais do Sudoeste Goiano - COMIGO e parceria na realização da pesquisa. Aos Funcionários do Centro Tecnológico da Comigo pelo acolhimento e ajuda. Agradeço a todos em nome do Dr. Ubirajara Oliveira Bilego.

Aos funcionários da Universidade Federal do Tocantins, Fenix e Jorima que contribuíram para a realização deste trabalho, o Rafael, Elimar, Seu João e Walquírio.

À GRANOL S.A., Frigorífico BOI FORTE e ASSOCARNE pela parceria.

Ao Professor Dr. José Neuman Miranda Neiva, pela amizade e confiança desde a graduação. Sou muito grato pelo incentivo e ensinamentos que me trouxeram até aqui. Muito Obrigado por tudo!!!

Ao Professor PhD. João Restle, pelos ensinamentos valiosos, amizade e paciência. Um exemplo de dedicação profissional.

As Professoras Dr<sup>a</sup>. Vera Lúcia e Dr<sup>a</sup> Fabrícia Miotto pela disposição em ajudar sempre que precisei, pela amizade sincera.

Ao Professor Dr. Luciano Fernandes Sousa por sua paciência e disposição. Professores. Dr. Sandro e Dr. Adriano pela ajuda com as análises.

Aos professores Dr. Emerson Alexandrino, Dr. Glauco Mora pelos ensinamentos e colaboração com a melhoria da tese.

Aos Professores Murilo Carrijo e Dr. Antônio Fontes, parceiros fundamentais na condução dos trabalhos em Rio Verde-GO.

Ao meu amigo e parceiro Odislei Fagner, pela ótima convivência desde o mestrado. Aprendo muito com você.

Aos meus colegas e amigos, Aline Evangelista, Angélica Pedrico, Denise Elejalde, Durval Nolasco e Daiene, Iberê Parente, Joana Patrícia, Lorena Bringel, Obede, Perlon Maia, Raquel, Regis Missio, Wescley Faccini pelos agradáveis momentos de convivência.

Aos bolsistas, amigos e parceiros de trabalho: Rhaiza Alves, Raniere, Hitássio, Carlito, Wanderson, Rafael, Maryanne, Elis Regina, Vanessa Pontes. Pela importante ajuda durante a realização do experimento e das análises laboratoriais.

Aos amigos de estágio na UF, Pedro Leopoldo, André Dias, Thiago Vilar, Ana Carolina, Sabrina Freitas, Lucas Castro, Achilles Neto, Eduardo Ribeiro, Rafael Bisinotto, Gabriel Gomes, Natália Martinez, Fábio Lima, Leandro Greco, Letícia Del-Penho, João Bittar, Cassandra Bittar, Javier Juarez Jéssica Felice, Alberto Diniz, Mariel Eidhof, Rodolfo Daetz, Mateus, Rodolfo Mingoti, Guilherme Kikieh, Marcelo Wallau, Daniel Abe, Julia Geraldeli, Laura Geraldeli, pela boa convivência e ensinamentos durante o estágio na UF.

Aos meus pais, Maciel e Eleni pelo amor e apoio familiar incondicional. A vocês, minha eterna gratidão. À minha irmã, Railane Maciel pelo incentivo e orações. Ao meu cunhado André Carvalho pela amizade sincera e apoio.

À minha Esposa Thays Campos pela paciência, dedicação e apoio em todas as horas. Te amo!

A todos que, de alguma forma, me ajudaram e torceram por mim na realização desse trabalho e que por algum lapso de memória foram esquecidos, meus sinceros agradecimentos.

*“Se um dia consegui ver mais longe, foi por que estive apoiado sobre ombros de gigantes.”*

*Sir Isaac Newton*



## SUMÁRIO

<b>RESUMO GERAL .....</b>	<b>10</b>
<b>GENERAL ABSTRACT .....</b>	<b>12</b>
<b>LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS .....</b>	<b>16</b>
<b>1. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>17</b>
1.1 Glicerina bruta e glicerol.....	17
1.2 Metabolismo do glicerol em ruminantes .....	18
1.3 Utilização da glicerina bruta na alimentação de ruminantes.....	21
1.4 Aproveitamento dos machos leiteiros.....	23
<b>2. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>25</b>
<b>CAPÍTULO II - Desempenho, desenvolvimento do trato digestório superior e características de carcaças de bezerros de origem leiteira recebendo concentrado com glicerina bruta.....</b>	<b>30</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>34</b>
<b>3. RESULTADOS.....</b>	<b>39</b>
<b>4. DISCUSSÃO.....</b>	<b>46</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>53</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>54</b>
<b>CAPÍTULO III - Desempenho, características das carcaças, biometria do trato gastrintestinal e tamanho dos órgãos internos de bezerros de origem leiteira alimentados com dietas contendo glicerina bruta .....</b>	<b>61</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>64</b>
<b>2. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>65</b>
<b>3. RESULTADOS .....</b>	<b>72</b>
<b>4. DISCUSSÃO .....</b>	<b>81</b>
<b>5. CONCLUSÃO.....</b>	<b>89</b>
<b>7. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>90</b>

<b>CAPÍTULO IV - Desempenho e características de carcaça de novilhos de origem leiteira alimentados com dietas contendo glicerina bruta.....</b>	<b>100</b>
1. INTRODUÇÃO .....	103
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	104
3. RESULTADOS .....	111
4. DISCUSSÃO .....	117
5. CONCLUSÃO.....	124
6. REFERÊNCIAS.....	125
<b>CAPÍTULO V - Comportamento ingestivo de machos mestiços de origem leiteira alimentados com dietas contendo glicerina bruta .....</b>	<b>130</b>
1. INTRODUÇÃO .....	133
2. MATERIAL E MÉTODOS .....	134
3. RESULTADOS .....	140
4. DISCUSSÃO .....	148
5. CONCLUSÃO.....	155
6. REFERÊNCIAS.....	155
<b>CONSIDERAÇÃO FINAIS.....</b>	<b>160</b>
<b>ANEXO.....</b>	<b>161</b>

## RESUMO GERAL

Conduziram-se quatro experimentos para avaliar as características nutricionais da glicerina bruta como alimento alternativo em dietas para bovinos e seus efeitos sobre o consumo e digestibilidade aparente dos nutrientes, desempenho produtivo, desenvolvimento do trato digestório, indicadores sanguíneos e comportamento ingestivo. Os tratamentos consistiram na inclusão de 0, 80, 160 e 240 g/kg de glicerina bruta na matéria seca da dieta. Todos os ensaios foram conduzidos em delineamento inteiramente casualizado, com seis repetições. **No experimento I** foram utilizados 28 bezerros mestiços de origem leiteira com peso e idade média de  $38,03 \pm 7,2$  kg e cinco dias, respectivamente, os quais foram alojados em abrigos individuais móveis, cobertos e providos de bebedouro e comedouro durante 56 dias. A inclusão da glicerina bruta no concentrado influenciou o consumo de matéria observando-se aumento linear com o avançar da idade dos bezerros sendo a inclusão de 240 g/kg a que levou ao maior consumo de matéria seca (CMS). Não houve efeito sobre o peso final e ganho de peso total dos animais cujas médias obtidas foram de 73,60 e 35,16 Kg, respectivamente. O peso do rúmen-retículo aumentou linearmente com a inclusão da glicerina bruta no concentrado quando expresso em kg/100kg do trato superior total, kg/100kgPC e Kg/100kgPCVZ. As concentrações de proteínas totais, globulinas, uréia, colesterol, amaglutamiltransferase e aspartato aminotransferase e fosfatase alcalina não diferiam entre os tratamentos. Os pesos da carcaça quente e carcaça fria bem como seus respectivos rendimentos, composição tecidual e os cortes primários da carcaça não foram alterados. **No experimento II** foram utilizados 24 bezerros com peso médio inicial de  $95,46 \pm 11,80$  kg com três meses de idade os quais foram confinados individualmente por 104 dias. O CMS foi reduzido linearmente à medida que a glicerina bruta foi adicionada à dieta. A digestibilidade aparente dos nutrientes, o ganho de peso médio diário (1,09 kg/dia), peso final (195,7 kg), ganho de peso total (100,2 kg) e as principais características de carcaça não foram alterados com a inclusão da glicerina bruta na dieta. Entretanto, o peso do retículo-rúmen e do abomaso foram elevados à medida que se adicionou a glicerina bruta na dieta. A concentração de colesterol total respondeu de forma quadrática aos incrementos da glicerina bruta na dieta e os demais indicadores sanguíneos não foram alterados. **No experimento III** foram utilizados 24 novilhos castrados com peso médio no inicial de  $337,3 \pm 39,7$  kg e 15 meses de idade terminação durante 84 dias em baias individuais. O consumo e a digestibilidade de matéria seca e dos nutrientes não foi alterado com inclusão da glicerina bruta na dieta. O peso final (430,2 kg), o ganho de peso total e o ganho de peso médio diário não foram alterados modificados com a inclusão da glicerina bruta na dieta. Não foram verificados efeitos sobre os pesos de carcaça quente (218,9 kg), fria (215,2 kg) e rendimento de carcaça quente. A área do *Longissimus dorsi* (62,86 cm<sup>2</sup>), espessura de gordura subcutânea (4,05 mm) e as características qualitativas das carcaças foram similares. As concentrações séricas de glicose, triglicerídeos, colesterol total, colesterol HDL, albumina, uréia, alanina aminotransferase, aspartato aminotransferase e creatinina não foram modificados, mas os teores sanguíneos de proteína total foram reduzidos linearmente. **No experimento IV** foram avaliados os efeitos da inclusão da glicerina bruta na dieta sobre o comportamento ingestivo de bezerros e novilhos de origem leiteira. As observações comportamentais foram realizadas durante 24 horas registrando as atividades de alimentação, ruminação, ócio e outras atividades de maneira intermitente a cada cinco minutos e as características de mastigação, eficiência de alimentação e ruminação além da frequência no bebedouro. Nos bezerros o tempo

despendido com alimentação foi reduzido linearmente e a atividade de ócio tendeu a aumento linear com a inclusão da glicerina bruta na dieta. As atividades de ruminação e outras atividades não foram influenciadas pela pelas dietas, com médias de 7,00 e 4,77 horas por dia, respectivamente. Nos novilhos, a glicerina bruta na dieta promoveu efeito quadrático sobre o tempo gasto com alimentação e ruminação. O menor tempo de alimentação foi estimado com 83,3 g/kg de glicerina bruta. Já o tempo máximo de ruminação foi estimado com 91,4 g/kg de inclusão. A inclusão da glicerina bruta na dieta altera as principais características do comportamento ingestivo dos animais.

**Palavras-chave:** desempenho, macho leiteiro, subprodutos do biodiesel, valor nutritivo

## GENERAL ABSTRACT

Four experiments were conducted to evaluate the nutritional characteristics of crude glycerin as an alternative food in diets for ruminants and their effects on intake and nutrient digestibility, growth performance, development of the digestive tract, blood parameters and feeding behavior. Treatments consisted of the inclusion of 0, 80, 160 and 240 g of crude glycerin per kg of dry matter. All assays were conducted in completely randomized design with six replications. **In experiment I** 28 crossbred dairy calves with an average weight of  $38.03 \pm 7.2$  kg and five days age housed in individual covered mobile hutches, and provided with drinker and trough were used. The inclusion of crude glycerin on concentrate influence the dry matter intake and average daily gain observing linear increase with advancing age of the calves being the inclusion of 240 g/kg led to the largest dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG). There was no effect on final weight and total weight gain of the animals whose averages were 73.60 and 35.16 kg, respectively. There was no effect on final weight and total weight gain of the animals whose averages were 73.60 and 35.16 kg, respectively. When the weight of the rumen/reticulum was expressed in kg/100kgBW, kg/100kgEBW and kg/100kg of the total tract, there was a linear increase with the inclusion of crude glycerin. The concentrations of total protein, globulin, urea, cholesterol, amaglutamiltransferase, aspartate aminotransferase and alkaline phosphatase did not differ between treatments. The weights of the hot and cold carcass as well as their yields, tissue composition and primary carcass cuts were not altered. **In experiment II** 24 calves with initial weight of  $95.46 \pm 11.80$  kg three months of age individually penned for 104 days were used for the production of modified veal. The DMI was reduced linearly, however, there were not observed effects on nutrients apparent digestibility, ADG (1.09 kg/day), final weight (195.7 kg), total weight gain (100.2 kg) and main carcass characteristics with the inclusion of crude glycerin in the diet. The weight of the reticulo-rumen and abomasum were elevated with the inclusion of crude glycerin in the diet. The total cholesterol concentration responded quadratically at the increases in crude glycerin in the diet, while the other blood parameters were not affected. **In experiment III** we used 24 steers with an average initial weight of  $337.3 \pm 39.7$  kg and 15 months of age fed during 84-day in individual stalls. The intake and digestibility of dry matter and nutrients were not change with inclusion of crude glycerin in the diet. The final weight (430.2 kg), the total weight gain and ADG were not altered with the inclusion of crude glycerin in the diet. There were no effects on hot (218.9 kg) and cold carcass weight (215.2 kg). The longissimus dorsi area (62.86 cm<sup>2</sup>), subcutaneous fat thickness (4.05 mm) and carcass qualitative traits were similar between treatments. Serum concentrations of glucose, triglycerides, total cholesterol, HDL cholesterol, albumin, urea, alanine aminotransferase, aspartate aminotransferase and creatinine were not modified, but the blood levels of total protein were reduced linearly. **In experiment IV** we evaluated the effects of the crude glycerin inclusion in the diet on the feeding behavior of dairy calves and steers. Behavioral observations were conducted for 24 hours recording the activities of feeding, rumination and other activities intermittently every five minutes and the characteristics of chewing, eating and ruminating efficiency beyond the frequency of drinking. For calves the time spent feeding was reduced linearly and leisure activity tended to linear increase with the inclusion of crude glycerin in the diet. The activities of rumination and other activities were not influenced by the diets, with averages of 7.00 and 4.77 hours per day, respectively. For steers, the crude glycerin in the diet promoted quadratic behavior on the time spent eating and ruminating. The shortest time feeding was

estimated at 83.3 g/kg of crude glycerin. The maximum rumination time was estimated with 91.4 g/kg inclusion. The inclusion of crude glycerin in the diet alters the main characteristics of animal feeding behavior.

**Key words:** by-products of biodiesel, dairy male, performance, nutritional value

**LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS**

ALD	Área do <i>Longissimus dorsi</i>
CCNF	Consumo de carboidratos não fibrosos
CEE	Consumo de extrato etéreo
CF	Carcaça fria
CFDN	Consumo de fibra em detergente neutro
CMS	Consumo de matéria seca
CNDT	Consumo de nutrientes digestíveis totais
CNF	Carboidratos não-fibrosos
CV	Coeficiente de variação
DACNF	Digestibilidade aparente dos carboidratos não fibrosos
DAEE	Digestibilidade aparente do extrato etéreo
DAFDN	Digestibilidade aparente da fibra em detergente neutro
DAMS	Digestibilidade aparente da matéria seca
DAPB	Digestibilidade aparente da proteína bruta
EAL <sub>MS</sub>	Eficiência de alimentação da matéria seca
EAL <sub>FDN</sub>	Eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro
EGS	Espessura de gordura subcutânea
EMVZ	Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia
ERU <sub>MS</sub>	Eficiência de ruminação da matéria seca
ERU <sub>FDN</sub>	Eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro
FDA	Fibra em detergente ácido
FDN	Fibra em detergente neutro
FDNe	Fibra em detergente neutro efetiva
FDNi	Fibra em detergente neutro indigestível
GMD	Ganho médio diário
GPT	Ganho de peso total
kg/dia	Quilograma por dia
kg/h	Quilograma por hora
MN	Matéria natural
MS	Matéria seca
MS/h	Matéria seca/hora

NBR	Número de bolos mastigados por dia
NDT	Nutrientes digestíveis totais
NIDA	Nitrogênio indigestível em detergente ácido
NIDN	Nitrogênio indigestível em detergente neutro
MM <sub>nd</sub>	Número de mastigações merícicas por dia
MM <sub>nb</sub>	Número de mastigações merícicas por bolo
MM <sub>tb</sub>	Tempo Mastigações merícicas por bolo
NRC	National Research Council
PB	Proteína bruta
PCF	Peso da carcaça fria
PC	Peso Corporal
PCQ	Peso da carcaça quente
PCQi	Peso de carcaça quente integral
PCVZ	Peso Corporal Vazio
PI	Peso inicial
PV	Peso vivo
QR	Quebra no resfriamento
RCF	Rendimento da carcaça fria
RCQ	Rendimento da carcaça quente
RCQi	Rendimento de carcaça quente integral
RG	Recortes de gordura
TAL	Tempo de alimentação
TE	Traseiro especial
TMT	Tempo de mastigação total
TRU	Tempo de ruminação



## CAPÍTULO I - CONSIDERAÇÕES INICIAIS

A preocupação atual em reduzir os impactos ambientais causados pelas emissões de gases poluentes devido ao uso intensivo de combustível fóssil associada à crise energética, caracterizada pela concentração do petróleo em áreas de conflitos, e ao elevado custo de exploração de novas jazidas têm provocado um aumento da demanda mundial por novas fontes de energia renováveis, menos agressivos ao meio ambiente e que assegurem o desenvolvimento sustentável.

Neste cenário, o Brasil vem se firmando como um grande pólo de produção de combustíveis renováveis. Possui grande capacidade de produção de óleos vegetais para produção de biodiesel, como o de soja, amendoim, girassol, canola, algodão, dendê, babaçu e pequi (RODRIGUES PERES et. al., 2005). Segundo dados da Agência Nacional do Petróleo (2013), o Brasil produziu até novembro de 2013 cerca de 2,7 bilhões de litros de biodiesel tendo ainda capacidade instalada de produção de 5,8 bilhões de litros.

A expansão da indústria de biodiesel tem levado também a um aumento da produção de glicerina bruta, um subproduto líquido resultante da transesterificação de óleos vegetais (MACH, BACH E DEVANT, 2009). O fato preocupante desse crescimento é a necessidade de encontrar utilizações para a glicerina produzida já que para cada 90 m<sup>3</sup> de biodiesel produzido são gerados, aproximadamente, 10 m<sup>3</sup> de glicerina (MOTA et al. 2009).

O principal receio é que o excesso de glicerina produzida possa ser descartado de maneira irresponsável no meio ambiente (COSTA, 2008) uma vez que, os mercados tradicionais da glicerina (indústria de cosméticos (40%), de resinas (18%), farmacêutica (7%), alimentícia (24%) outros (11%)) têm uma capacidade limitada de absorção de quantidades maiores do produto, além disso, a tecnologia para extração das impurezas tem custo elevado (DONKIN, 2008; GONÇALVES et al., 2009). Portanto, é necessário desenvolver estudos que visem alternativas para o uso da glicerina bruta gerado nesta produção. Uma alternativa é a utilização deste subproduto na alimentação animal.

A utilização de subprodutos na alimentação de bovinos em diferentes fases do ciclo de produção e principalmente no confinamento em substituição a produtos tradicionais utilizados, como o milho e farelo de soja é de grande importância pelo fato das elevadas proporções de concentrado que normalmente são utilizadas, além de

permitir reduções no custo da dieta. Neste sentido, a utilização de subprodutos como ingrediente na alimentação de animais tem sido avaliada em várias pesquisas (RESTLE et al., 2004; EZEQUIEL et al., 2006; MIOTTO et al 2009; MACIEL et al., 2012; MIOTTO et al., 2012) e, atualmente com a expansão do biodiesel e perspectiva de aumento na sua produção, a glicerina bruta tem despertando grande interesse pelo seu potencial como ingrediente energético na alimentação de ruminantes (SCHROEDER e SUDEKUM, 1999; DONKIN, 2008).

Frente ao exposto, o objetivo com o trabalho foi analisar a composição das dietas contendo glicerina bruta como ingrediente energético, bem como seus efeitos sobre o consumo, desempenho, característica de carcaça e comportamento ingestivo de bezerros e novilhos mestiços de origem leiteira.

## **1. REVISÃO DE LITERATURA**

### **1.1 Glicerina bruta e glicerol**

Glicerina bruta é um subproduto da indústria de biodiesel gerado através da reação de transesterificação. O óleo vegetal ou animal reage com um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (normalmente NaOH ou KOH), tendo como resultado final um éster, o biodiesel e como principal subproduto a glicerina bruta (PLÁ, 2002).

O termo glicerina bruta é utilizado para descrever a glicerina que não sofreu qualquer tipo de purificação. Apresenta-se na forma de líquido viscoso pardo escuro devido a impurezas, como ácidos graxos livres, alcoóis, catalisador, água e outros. Estas impurezas podem variar em função do óleo vegetal utilizado, como dendê, mamona, soja, pinhão manso e algodão (PINTO, 2005) e também devido ao tipo de catálise empregada na produção do biodiesel (THOMPSON, 2006; RIVALDI et al., 2007).

Em geral a glicerina bruta apresenta 76,2% de glicerol, 7,98% de lipídeos, 0,05% de proteína e 2,73% de cinzas (11 ppm de cálcio, 6,8 ppm de magnésio, 53 ppm de fósforo e 1,2% de sódio) (THOMPSON & HE, 2006). Entretanto, sua composição pode variar de acordo com a origem e a tecnologia com qual o biodiesel é produzido. Seguindo as especificações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, a glicerina bruta a ser utilizada na alimentação animal deve apresentar

no mínimo 80% de glicerol, no máximo 12% de água e 150 ppm de metanol (SILVA, 2010).

Já o termo glicerina refere-se ao glicerol na forma comercial, com pureza acima de 95%. Devido suas características físicas e químicas, apresenta diferentes aplicações na indústria dos cosméticos, farmacêuticos, detergentes, resina e indústria alimentícia (RIVALDI et al., 2007). Glicerol é o nome comum do composto orgânico 1,2,3-propanotriol, que dentre suas características físico-químicas, destacam-se as propriedades de ser um líquido, incolor, viscoso e de sabor doce, solúvel em água e álcool em todas as proporções e pouco solúvel em éter, acetato de etila e dioxano e insolúvel em hidrocarbonetos (RIVALDI et al., 2007). O glicerol é um importante componente estrutural dos triglicerídeos e dos fosfolipídios, normalmente é encontrado nas dietas de ruminantes, presente nos fosfolipídios das plantas e nas reservas de óleos dos vegetais, representando cerca de 2 a 4 g/kg de matéria seca ingerida, apresentando propriedades glicogênicas (ROGER et al., 1992; WANG et al., 2009).

Recentemente, a produção de biodiesel tem aumentado e com ele a disponibilidade da glicerina bruta. Várias pesquisas tem sugerido seu uso como ingrediente energético na alimentação dos ruminantes (SCHROEDER e SUDEKUM, 1999; DONKIN, 2008; DeFRAIN, et al., 2004; WANG et al., 2009).

## **1.2 Metabolismo do glicerol em ruminantes**

Apesar de o glicerol ser um componente do metabolismo normal dos animais, sendo encontrado na circulação e nas células (LIN, 1977 apud ZACARON, 2010), pouco se sabe sobre quais são as vias bioquímicas e os produtos finais da fermentação no rúmen quando usado como aditivo alimentar na dieta de ruminantes.

Fatores como forma de fornecimento, quantidade fornecida e adaptação dos animais ao glicerol possuem grande influência sobre a velocidade de desaparecimento e caminho metabólico que irá seguir (KIJORA et al, 1998; DEFRAIN et al, 2004). Cerca de 40% do glicerol que chega ao rúmen é fermentado pelos microrganismos, 43% é absorvido pelas papilas ruminais e 13% desaparecem por passagem com a digesta (KREHBIEL, 2008).

Comparando a eficiência dos métodos de fornecimento do glicerol DeFrain et al. (2004); Link et al. (2004) ofereceram à vacas com cetose, glicerol misturado a ração

total, glicerol via bomba esofagiana (drenches) e sobre a ração (topdress) e concluíram que o fornecimento em drenches são mais eficientes em aumentar mais rapidamente a concentração de glicose e insulina no plasma, possivelmente, por alcançar de forma mais rápida o duodeno de que quando misturado a ração. A densidade do glicerol (1,26 g/mL) é bastante próxima da densidade ideal de passagem do rúmen através do orifício retículo-omasal. Portanto, o montante que escapa do rúmen via fluxo quando glicerol é fornecido na forma de drenches pode ser maior que quando fornecido misturado na ração (NEEL et al., 1995 apud DONKIN et al., 2009).

Outra hipótese para a absorção do glicerol que chega ao rúmen é ser diretamente absorvido via parede do rúmen. Observa-se que apenas metade do desaparecimento do glicerol no rúmen pode ser explicada pela fermentação bacteriana, sugerindo a absorção direta do glicerol no rúmen. De um total de 240 g de glicerol administradas diretamente no rúmen via cânula, 103 g foram absorvidos diretamente pelo epitélio ruminal (RÉMOND; SOUDAY; JOUANY, 1993). Essa forma de absorção também foi sugerida por Kijora et al. (1998) que observaram que das 200 g de glicerol administrado no rúmen, somente 1,5 g foram detectadas no duodeno e três vezes mais glicerol no sangue que os animais do tratamento controle.

Para ser absorvido via parede ruminal, o glicerol precisa ser conduzido através de canais especializados presentes na membrana celular. Esse transporte é facilitado por uma proteína transportadora de membrana denominada aquagliceroporinas conforme sugeriu Rojek et al. (2008). Hibuse et al. (2006) deserveram que as aquaglicoporinas AQP3, 7, 9 e 10 são capazes de permeabilizar o glicerol e também a água. Entretanto, a presença de aquagliceroporinas no rúmen ainda não foi relatada, mas a absorção direta do glicerol através do epitélio ruminal ou intestinal pode ser um determinante do metabolismo intermediário de glicerol e seu papel como precursor de glicose.

Após ser absorvido através do intestino (Donkin et al., 2009) e ou, através da parede do rúmen (Rojek et al. 2008) o glicerol segue para o fígado onde a enzima glicerol quinase mais ATP o converte em glicerol-3-fosfato e ADP, sendo esta uma etapa intermediária da glicólise em que o glicerol pode ser direcionado tanto para a glicólise ou gliconeogênese. Esse processo de metabolização do glicerol leva a vantagem não ter a sua regulação limitada pelas enzimas da piruvato carboxilase e fosfoenolpiruvato carboxilase, pois entra no caminho da gliconeogênicas ao nível de

fosfato triose, metabolicamente mais perto da glicose (RÉMOND; SOUDAY; JOUANY, 1993; DEFRAIN et al., 2004).

Outra hipótese para utilização do glicerol pelos ruminantes é seu aproveitamento como substrato energético pelos microrganismos ruminais (DEFRAIN, 2004). Vários estudos relatam uma rápida fermentação ruminal do glicerol a propionato (KIJORA et al., 1998) ou ainda em propionato e butirato (CZERKAWSKI e BRECKENRIDGE, 1972; RÉMOND; SOUDAY; JOUANY, 1993; WANG et al., 2009).

Em virtude das mudanças observadas nos padrões de fermentação ruminal de vacas alimentadas com glicerol e o fato de que o glicerol não foi detectado no plasma, Defrain et al. (2004) sugeriu que o glicerol dietético foi predominantemente utilizado pelos microrganismos ruminais. Kristensen e Raun (2007) determinaram o glicerol absorvido e metabolizado no fígado em vacas que receberam 925 g de glicerol/dia via cânula ruminal. Apenas 10% do glicerol administrada foi recuperado na veia porta, mas desse, a maior quantidade foi metabolizado no fígado e provavelmente convertido a glicose. O restante presume-se que foi fermentado no rúmen.

Estudando o processo fermentativo e alteração do pH do rúmen em novilhos recebendo uma dieta com adição de 100, 200, e 300 g de glicerol/dia Wang et al. (2009), observaram redução no pH ruminal e aumento na quantidade total de ácidos graxos voláteis. A proporção molar de acetato não foi afetada, mas a do propionato e butirato aumentou linearmente com a suplementação com glicerol.

Amostras do fluido ruminal de vacas adaptadas à dieta com glicerol que recebiam 1200 g/dia na ração ou 240 g/dia administrado diretamente no rúmen, indicaram aumento na produção de propionato e butirato e redução de acetato. O mesmo padrão de resultado foi observado para a fermentação *in vitro* por Rémond; Souday; Jouany (1993).

O padrão de fermentação ruminal e produção de gás *in vitro* do glicerol foi comparada ao propileno-glicol e o melão utilizando o fluido ruminal de ovinos por Ferraro et al. (2009). A fermentação do glicerol resultou em redução na produção do acetato, aumento do propionato e incremento na porcentagem de butirato. Uma menor taxa de produção de gases e período de tempo maior de fermentação foram observados para o glicerol em comparação aos demais substratos testados. Entretanto, Krehbiel (2008) sugere que a velocidade de desaparecimento do glicerol do rúmen aumenta se os animais são previamente adaptados às dietas com glicerol. Kijora et al. (1998) observaram que das 200 g de glicerol fornecido a bovinos

previamente adaptados, mais de 85% desaparece em duas horas e não foi detectado na digesta duodenal.

### **1.3 Utilização da glicerina bruta na alimentação de ruminantes**

#### **1.3.1 Efeitos sobre o consumo e desempenho**

Pesquisas realizadas com glicerina bruta na dieta de ruminantes apresentam efeitos variáveis sobre o consumo de matéria seca. Ramos & Kerley (2012) avaliaram a inclusão de 0, 5, 10 e 20% de glicerina bruta em substituição ao milho na dieta de novilhos cruzados ( $312 \pm 12,7$  kg), relataram resposta quadrática para o consumo com maior GMD observado com inclusão de 10% de glicerina bruta. No entanto, os mesmo autores conduziram outros estudos com novilhos ( $357 \pm 9,3$  kg de PV) e novilhas ( $347 \pm 7,0$  kg de PV) com dietas a base de alto concentrado e forragem com até 20% de inclusão de glicerina bruta sem nenhum efeito negativo sobre o desempenho e conversão alimentar dos animais.

A pureza da glicerina é relatada como um fator determinante para efeitos adversos do glicerol, particularmente na redução ingestão de alimentos (SCHRÖDER E SÜDEKUM, 1999; CHUNG et al., 2007). O percentual de cloreto de sódio (6%) na glicerina bruta foi apontado por Sancanari et al. (2011) como responsável pela redução do consumo MS de vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo 0, 15 e 30% de inclusão de glicerina bruta em substituição ao milho.

Em estudo avaliando a inclusão da glicerina bruta (0, 4, 8 e 12% MS) na ração de novilhos da raça holandesa com peso inicial médio de 335 kg na fase de engorda, Mach, Bach e Devant (2009) não observaram diferença significativa no consumo da ração ( $6,89 \pm 0,345$  kg MS/dia) e no ganho de peso diário dos animais (1,36 kg/dia). Esses autores relataram que, componentes da glicerina bruta com potencial efeito negativo sobre o consumo, como o NaCl e o metanol, não teriam tido efeito quando a glicerina foi fornecida até 800 g/dia.

Segundo Lage et al. (2013), o percentual de ácidos graxos (46,48%) na glicerina bruta incluída em 0, 3, 6 e 12% na dieta de ovinos somado ao aumento de propionato e redução na digestibilidade da fibra nos níveis mais elevados de inclusão da glicerina bruta, fatores que causaram redução no CMS. Parsons, Sherlor e Drouillard (2009) trabalharam com novilhas mestiças com peso médio de inicial de

421,6 kg confinados por 85 dias recebendo dietas de alto concentrado adicionado de glicerina bruta na dieta total, com níveis de inclusão de 0, 2, 4, 8, 12 e 16% e observaram diminuição no consumo de matéria seca de forma linear de (8,66, 8,61, 8,40 e 7,80 kg, respectivamente) a partir do nível de inclusão de 4%. O ganho de peso foi reduzido nos níveis de 12 e 16% de glicerol.

Recentemente, Leão et al. (2012) avaliou quatro níveis de inclusão (0, 6, 12 e 24% da MS) do glicerol sobre o consumo e desempenho de vacas e novilhos de aptidão leiteira em confinamento e concluiu que o glicerol pode ser incluído até 24% da MS na dieta sem afetar o consumo de nutrientes e permite desempenho animal semelhante ao desempenho de animais alimentados com milho como fonte de energia.

### 1.3.2 Efeitos sobre características de carcaça e carne

As características de carcaça e qualidade da carne podem ser alteradas conforme a dieta a que os animais são submetidos. Portanto, essas informações quando se trabalha com alimentos alternativos são de grande importância para garantir que sua utilização não irá interferir na qualidade dos produtos que chegam ao mercado consumidor. Ainda são limitados os dados na literatura sobre o efeito do uso da glicerina bruta na dieta sobre características de carcaça e carne de bovinos.

Aumentos no peso da carcaça quente de novilhas mestiças de 8,1; 5,1 e 3,2%, foram observados por Parsons, Shelor e Drouillard (2009), respectivamente para os níveis de 2, 4 e 8% de inclusão de glicerina bruta, seguido por uma redução de 1,2 e 9,1% para os níveis de 12 e 16%. A ALD foi reduzida linearmente nas novilhas que receberam dietas contendo glicerina bruta acima, fato relacionado à diminuição no consumo de alimentos quando se acrescentava maiores quantidades de glicerina bruta. Entretanto, ao incluir até 12% de glicerina bruta na dieta de novilhos da raça holandesa, Mach, Bach e Devant (2009) não encontraram diferença no rendimento e na ALD de carcaça entre os animais para os diferentes níveis de inclusão. Leão et al. (2012) incluíram glicerina bruta até 24% da MS na dieta de vacas e novilhos de aptidão leiteira sem afetar os índices de rendimento, a qualidade da carcaça e da carne.

Quanto à qualidade da carne, Krueger et al. (2010) propuseram que o glicerol que poderia alterar o perfil de ácidos graxos da carne por atuar negativamente sobre a lipólise. Os autores avaliaram o efeito da incubação de glicerol (2 e 20%) sobre a

fermentação ruminal e observaram inibição de 48% e 77% em função dos níveis de glicerol, respectivamente, o que promoveria maior aporte de ácidos graxos insaturados no intestino e, conseqüentemente, possíveis aumentos poderiam ser esperados em produtos como a carne. Segundo Carvalho et al. (2014), a adição de 0, 6 e 18% de glicerina bruta na dieta de touros aumentou linearmente as concentrações de ácido oleico, melhorando a qualidade da carne para o consumo humano.

#### **1.4 Aproveitamento dos machos leiteiros**

A produção de leite no Brasil ocorre em toda a extensão do território e tem apresentado crescimento constante nos últimos anos (SIQUEIRA et al., 2011). Com o aumento da eficiência de produção dessa atividade, cresce também o número de animais machos nas propriedades. Embora esses animais apresentem bom desempenho em confinamento, precocidade, potencial para ganho de peso e qualidade de carcaça e carne (ROCHA et al., 1999; SIGNORETTI et al., 1999; RIBEIRO et al., 2001) normalmente são sacrificados ao nascer ou criados em condições precárias de manejo e alimentação, sendo abatidos com idade elevada e baixa qualidade de carcaça e carne.

Um aspecto importante a ser considerado, é que tanto os sistemas mais intensivos que abatem os bezerros nos primeiros dias de vida, quanto àqueles que os criam em condições inadequadas de manejo e alimentação são permanentemente questionados pelos organismos ligados ao bem-estar animal. Nesse sentido, torna-se necessário o desenvolvimento de sistemas que viabilizem o aproveitamento eficiente dos bezerros de origem leiteira para a produção de carne que venha contribuir com uma parcela significativa na renda do produtor, além de resolver os problemas ligados ao bem estar animal.

Dentre as tecnologias disponíveis, a produção de vitelo para o aproveitamento da carne de bezerros de origem leiteira já é bem difundida em países da Europa e América no Norte. No Brasil, essa é uma prática ainda não consolidada na pecuária leiteira, que em geral, dispõem de poucas opções para a utilização desses bezerros.

O termo “vitelo”, pode ser interpretado de maneiras diferentes. O USDA tem uma definição específica para “vitelo”, que se baseia em dois critérios: peso no abate e cor da carne. Os consumidores tendem a relacionar o termo “vitelo” a bezerros



jovens alojados em gaiolas apertadas e alimentados com uma dieta líquida de substitutos lácteos, sem qualquer condição de bem estar (HFAC, 2006). No Brasil, mesmo no Sistema Nacional de Tipificação de Carcaças Bovinas (Portaria 193/84), o vitelo é apenas descrito como o bovino (macho ou fêmea) abatido com até 12 meses.

De acordo com Almeida Júnior et al (2008), a produção do vitelo de carne rosa, bezerro abatido aos 5-6 meses de idade com carcaças pesando entre 135-150 kg De acordo com os autores, esse tipo de exploração de vitelo é economicamente mais viável para as condições brasileiras, pelo fato da dieta do animal ser mais barata o que torna os preços da carne mais acessíveis no mercado. Além do fato da carne de desses animais assemelha-se mais à de um animal adulto mas atendendo também a demanda de produtos saudáveis e de qualidade (RIBEIRO et al. 2001; ALMEIDA JÚNIOR et al.,2008). Ademais, a criação de vitelos de carne rosa não gera a propaganda negativa que permeia a criação do vitelo tradicional de carne branca, pois o sistema de criação atende as questões de bem-estar ligado às atividades fisiológicas naturais como mastigação, ruminação e comportamentais como locomoção, exposição ao sol e interatividade constantemente levantada por organismos de defesa dos direitos dos animais (COZZI et al., 2002).

Todavia, a alimentação é o principal fator do custo de produção desse tipo de animal (FEIJÓ et al., 2001). Pelo fato da alimentação dos bezerros para produção de vitelos basear-se em alimentos concentrados, é importante a avaliação de alimentos alternativos que viabilize a produção sem comprometimento do desempenho e rendimento de carcaça dos animais.

## 2. REFERÊNCIAS

ALMEIDA JÚNIOR, G. A.; COSTA, C.; CARVALHO, S. M. R. et al. Composição físico-química de carcaças de bezerros holandeses alimentados após o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.1, p.164-170, 2008.

CARVALHO, J.R.R.; CHIZZOTTI, M.L.; RAMOS, E.M.; MACHADO NETO, O.R.; LANNA, D.P.D.; LOPES, L.S.; TEIXEIRA, P.D.; LADEIRA, M.M. Qualitative characteristics of meat from young bulls fed different levels of crude glycerin. **Meat Science**. 96, P. 977–983, 2014.

COSTA, R. Glicerina: o tamanho do problema. **Biodieselbr**, v.1, n.3. Paraná, 16-20, 2008.

COZZI, G., GOTTARDO, F., MATTIELLO, S., CANALI, E., SCANZIANI, E., VERGA, M., ANDRIGHETTO, I. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth performance, forestomach development, and carcass and meat quality. **Journal of Animal Science**. 80, 357-366, 2002.

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

CZERKAWSKI, J.W.; BRECKENRIDGE, G. Fermentation of various glycolytic intermediates and other compounds by rumen micro-organisms, with particular reference to methane production. **British Journal of Nutrition**, v. 27, p. 131-146, 1972.

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

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

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

EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; MENDES, A. R. et al. Desempenho e características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.5, p.2050-2057, 2006.

FEIJÓ, G. L. D. **Carne de vitelão: estudo exploratório de um mercado potencial**. Campo Grande: Embrapa Gado de Corte, 2001. 20p. -- (Documentos / Embrapa Gado de Corte)

FERRARO, S.M.; MENDOZAC, G.D.; MIRANDAD, L.A.; GUTIERREZA C.G. In vitro gas production and ruminal fermentation of glycerol, propylene glycol and molasses **Animal Feed Science and Technology**, v.154, n.1, p.112-118, 2009.

GONÇALVES, V.L.C. et al. **Produção de Éteres e Ésteres da Glicerina** Disponível em: <http://www.biodiesel.gov.br/docs/congresso2006/CoProdutos/Biogasolina3.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2008.

HIBUSE, T.; MAEDA, N.; NAGASAWA, A. et al. Aquaporins and glycerol metabolism. **Biochimica et Biophysica Acta**. 1758, p. 1004–1011, 2006.

HFAC, Humane Farm Animal Care. **Padrões de Cuidados com Animais - BEZERROS**, 26p. Fevereiro de 2006.

KIJORA, C.; BERGNER, H.; GÖTZ, K. P.; BARTELT, J.; SZAKÁCS, J.; SOMMER, A. Research note: Investigation on the metabolism of glycerol in the rumen of bulls. **Archives of Animal Nutrition**, v.51, p.341-348, 1998.

KREHBIEL, C.R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal Dairy Science**. Champion. V. 86. n.1, p. 392. 2008.

KRISTENSEN, N. B.; RAUN, B.M.L. Ruminal fermentation, portal absorption, and hepatic metabolism of glycerol infused into the rumen of lactating dairy cows. IN: **Energy and Protein Metabolism and Nutrition – Proceedings of the 2nd International Symposium on Energy and Protein Metabolism and Nutrition**, I. Ortigues- Marty, ed. EAAP Publication No. 124. Wageningen Academic Publishers, The Netherlands p. 355-356, 2007.

KRUEGER, N. A., ANDERSON, R. C., TEDESCHI, L. O., CALLAWAY, T. R., EDRINGTON, T. S., & NISBET, D. J.. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. **Bioresearch Technology**, 101, 8469–8472, 2010.

LAGE, J.F, PAULINO, P.V.R., PEREIRA, L.G.R., DUARTE, M. S., VALADARES FILHO, S. C., OLIVEIRA, A. S., SOUZA, N. K. P., LIMA, J. C. M. Carcass characteristics of feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. **Meat Science**. 96, 108-113, 2013.

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

LINK, P. L.; DEFRAIN, J. M.; HIPPEN, A. R. JORDON, W. Ruminal and plasma responses in dairy cows to dranching or freding glycerol. **Journal of Dairy Science**. Champion. V. 87, n. 1, p. 343, 2004.

MACIEL, R. P. ; NEIVA, J. N. M., ARAÚJO, V. L. et al. Consumo, digestibilidade e desempenho de novilhas leiteiras alimentadas com dietas contendo torta de dendê, **Revista Brasileira de Zootecnia** v.41, n.3, p.698-706, 2012.

MIOTTO, F. R. C.; NEIVA, J. N. M.; ROGÉRIO, M. C. P.; CASTRO, K. J.; FACO, O.; VOLTOLINE, T. V.; RESTLE, J. Características da carcaça de tourinhos nelore x limousin alimentados com dietas contendo gérmen de milho integral. **Ciência Animal Brasileira**, v. 10, n. 2, p. 474-484, 2009.

MIOTTO, F. R.C.; RESTLE, J. ; NEIVA, J. N. M.; LAGE, M. E.; CASTRO, K. J. de; ALEXANDRINO, E. Farelo do mesocarpo do babaçu na terminação de tourinhos: características da carcaça e cortes secundários do traseiro especial. **Ciências Animal**, v. 13, n. 4, p. 440-449, 2012.

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

MOTA, C. J. A.; SILVA, C. X. A.; GONÇALVES, V. L. C. Gliceroquímica: novos rodutos e processos a partir da glicerina de produção de biodiesel. **Química Nova**, Vol. 32, No. 3, 639-648, 2009.

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

PINTO, A. C.; GUARIEIROA, L.L.N; REZENDE, M. J.C. et al. **Biodiesel: An Overview**. Journal of the Brazilian Chemical Society, Vol. 16, No. 6B, 1313-1330, 2005.

PLÁ, J. A. Perspectivas do biodiesel no Brasil. **Indicadores Econômicos FEE**, Porto Alegre, v. 30, n. 2, p. 179-190, 2002.

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

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. 892-9, 2012.

RESTLE, J.; BRONDANI, I.L.; BERNARDES, R.A.C. O novilho superprecoce. In: RESTLE, J. (Ed.) **Confinamento, pastagens e suplementação para produção de bovinos de corte**. Santa Maria: Imprensa Universitária, 1999. p.191-214.

RÉMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J. P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. **Animal Feed Science and Technology**, v.41, p.121-132, 1993.

RIBEIRO, T. R.; PEREIRA, J. C.; OLIVEIRA, M. V. M. de; QUEIROZ, A. C. de; CECON, P. R.; LEÃO, M. I.; MELO, R. C. de A. e. Influência do plano nutricional sobre o desempenho de bezerros holandeses para produção de vitelos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 30, n. 6, p. 2145-2153, 2001.

RIVALDI, J.D.; SARROUB, B.F.; FIORILO, R.; et al. Glicerol de biodiesel: Estratégias biotecnológicas para o aproveitamento do glicerol gerado da produção de biodiesel. **Biotecnologia, Ciência e Tecnologia**, v.37, p.44-51, 2007

ROCHA, E. O.; FONTES, C. A. A.; PAULINO, M.F.; LADEIRA, M.M. Ganho de Peso, Eficiência Alimentar e Características da Carcaça de Novilhos de Origem Leiteira. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.1, p.148-158, 1999.

RODRIGUES PERES, J. R.; FREITAS JUNIOR, E. GAZZONI, D. L. Biocombustíveis: Uma oportunidade para o agronegócio brasileiro. **Revista Política Agrícola**. Ano XIV - Nº 1 - Jan./Fev./Mar. 2005.

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

ROJEK, A.; PRAETORIUS, J.; FROKIAER, J.; NIELSEN, S.; FENTON, R. A. Acurrent view of the mammalian aquaglyceroporins, **Annual Review Physiology**, v. 70, p.301-327, 2008.

SANCANARI, J. B. D., EZEQUIEL, J. M. B. VAN CLEEF, E. H. C. B., FÁVARO, V. R. D'AREA, A. P., HOMEM, A. C., SILVA, Z. F., SILVA, D. A. V., CATTELAN, J. W.. Glycerin as a replacement for corn in dairy Holstein cows diets. **Jornal Dairy Science**. 89-94, p.126, 2011.E-Suppl.

SIGNRETTI, R. D.; SILVA, J. F. C.; VALADRES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; ARAUJO, G. G. L.; CECON, P. R.; QUEIROZ, A. C.; MUNIZ, E. B. Crescimento, Conversão Alimentar e Rendimento de Carcaça de Bezerros da Raça Holandesa Alimentados com Dietas Contendo Diferentes Níveis de Volumoso **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.28, n.1, p.185-194, 1999

SILVA, C.L.S. **Glicerina proveniente da produção de biodiesel como ingrediente de ração para frangos de corte**. 20 10. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Animal e Pastagens)- Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.

SIQUEIRA, K. B.; CARNEIRO, A. V.; ALMEIDA, M. F. de; HOTT, M. C.; GAMA, D. A. O mercado de láteos brasileiro no contexto mundial. In: STOCK, L. A.; ZOCCAL, R.; CARVALHO, G. R. de; SIQUEIRA, K. B. (Org.). **Competitividade do agronegócio brasileiro**. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília-DF, p. 13-33, 2011.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In: INTERNATIONAL RAPESSSED CONGRESS - NEW HORIZONS FOR AN OLD CROP, 10., 1999. Canberra. **Proceedings...** Canberra, p. 241. 1999.

THOMPSON, J. C.; HE, B. B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstock. **Applied Engineering in Agriculture, Saint Joseph**, v. 22, n. 2, p. 261-265, Apr. 2006.

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

ZACARONI, O.F. **Respostas de vacas leiteiras à substituição do milho por glicerina bruta**. 2010. p.43. Dissertação (Mestrado em Ciências Veterinárias) – Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2010.

**CAPÍTULO II - Desempenho, desenvolvimento do trato digestório superior e características de carcaças de bezerros de origem leiteira recebendo concentrado inicial com glicerina bruta**

O conteúdo deste capítulo segue as normas de formatação da Revista Animal Feed Science and Technology

1 **Desempenho, desenvolvimento do trato digestório superior e características de carcaças**  
2 **de bezerros de origem leiteira recebendo concentrado inicial com glicerina bruta**

3  
4 **Resumo:** Objetivou-se avaliar o consumo de nutrientes, desempenho produtivo,  
5 desenvolvimento ruminal e características de carcaças de bezerros leiteiros alimentados com  
6 concentrados contendo 0, 80, 160 e 240 g/kg de glicerina bruta com base na matéria seca.  
7 Utilizaram-se 28 bezerros mestiços com peso médio de  $38,03 \pm 7,2$  kg e cinco dias de idade  
8 distribuídos num delineamento inteiramente casualizado com quatro tratamentos (níveis de  
9 inclusão de glicerina bruta no concentrado) e sete repetições. Os bezerros foram alojados em  
10 abrigos individuais móveis, cobertos e providos de comedouro e bebedouro durante 56 dias. A  
11 inclusão da glicerina bruta no concentrado alterou a resposta dos bezerros ao longo das  
12 semanas, sendo o nível de inclusão de 240 g/kg o que proporcionou maior consumo de matéria  
13 seca (CMS) e ganho de peso diário (GMD). Não houve efeito sobre o peso final e ganho de  
14 peso total dos animais cujas médias obtidas foram de 73,60 e 35,16 Kg, respectivamente.  
15 Quando o peso do rúmen/retículo foi expresso em kg/100kgPC, kg/100kgPCVZ e kg/100kg do  
16 trato total verificou-se aumento linear com a inclusão da glicerina bruta. As concentrações de  
17 proteínas totais, globulinas, uréia, colesterol, amaglutamiltransferase (GGT) e aspartato  
18 aminotransferase (AST) e fosfatase alcalina (ALP) não diferiam entre os tratamentos. Os pesos  
19 de carcaça quente e carcaça fria bem como seus respectivos rendimentos, composição tecidual  
20 e os cortes primários da carcaça não foram alterados. A glicerina bruta pode ser adicionada ao  
21 concentrado inicial de bezerros leiteiros até 240 g/kg da matéria seca por favorecer o consumo  
22 de concentrado, o ganho de peso diário e o desenvolvimento ruminal sem afetar a qualidade da  
23 carcaça e saúde dos animais.

24

25 **Palavras-chave:** biodiesel, cortes primários, ganho de peso, machos leiteiros e subprodutos



26 **Performance, forestomach development and carcass characteristics of dairy calves fed**  
27 **starter concentrate with crude glycerin**

28

29 **Abstract:** This study aimed to assess the effects of crude glycerin inclusion in the diet on intake,  
30 performance, rumen development and carcass characteristics of dairy calves fed starter  
31 concentrate containing 0, 80, 160 and 240 g/kg of crude glycerin on dry matter. Twenty-eight  
32 crossbred dairy calves with average weight of  $38.03 \pm 6.7$  kg and five days of age were  
33 distributed in a completely randomized design with four treatments (levels of crude glycerin on  
34 concentrate) and with seven replications. Calves were individually housed, covered and  
35 equipped with feeders and drinkers for 56 days. The inclusion of crude glycerin on concentrate  
36 on the response of calves changed over the weeks and the inclusion level of  $240 \text{ g}^{-1} \text{ kg}$  resulted  
37 in greater dry matter intake (DMI) and average daily gain (ADG). There was no effect on the  
38 final weight and total weight gain of the animals with averages of 73.60 and 35.16 kg,  
39 respectively. When the weight of the rumen-reticulum was expressed in kg/100kgBW,  
40 kg/100kgEBW and kg/100kg of total tract there was a linear increase with the inclusion of crude  
41 glycerin. The total protein, globulin, urea, cholesterol, gamma glutamyl transferase (GGT),  
42 aspartate aminotransferase (AST) and alkaline phosphatase (AP) concentrations did not differ  
43 among treatments. The hot and cold carcass weight as well as their yields, tissue composition  
44 of carcasses and primary cuts of the carcass were not affected. The crude glycerin can be added  
45 to the initial concentrate of dairy calves up to 240 g/kg of dry matter by favoring concentrate  
46 intake, performance, ruminal development without affecting carcass quality and animals health.

47

48 **Key Words:** biodiesel, byproducts, male dairy, veal calves and weight gain

49

50

## 51 1. INTRODUÇÃO

52 O uso de técnicas de alimentação e manejo adequadas na criação de bezerros leiteiros  
53 machos permite a exploração desses animais para a produção de carne de qualidade e melhora  
54 a eficiência das propriedades leiteiras. No entanto, o elevado custo na fase inicial da criação é  
55 um dos fatores que levam os produtores a desprezarem essa fonte de renda.

56 O fornecimento de alimentos sólidos desde as primeiras semanas de vida é a principal  
57 forma de estimular a transição do animal recém-nascido à condição de ruminante, acelerando o  
58 desenvolvimento ruminal e diminuindo a idade de desmame. Dessa forma, os custos dessa fase  
59 são, consideravelmente reduzidos, favorecendo ainda o desempenho pós desmame (Baldwin et  
60 al., 2004).

61 A utilização de subprodutos no concentrado inicial em substituição de ingredientes nobres  
62 como milho e soja pode ser uma estratégia para exploração econômica desses animais com o  
63 objetivo de reduzir o custo da criação sem comprometimento do desempenho animal. Dentre  
64 os subprodutos, a glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel tem despertado grande  
65 interesse como alternativa alimentar para alimentação de ruminantes devido ao seu valor  
66 energético, similar ao do milho (Donkin, 2008). De maneira geral, a glicerina bruta é líquido  
67 viscoso, de cor marrom e de gosto doce derivada do processo de transesterificação de óleos e  
68 gorduras sendo gerada em aproximadamente 10% da produção do biodiesel (Donkin e Doane,  
69 2007; Rahmat et. al., 2010).

70 Com a crescente da produção de biodiesel, a oferta de glicerina bruta tem se mantido em  
71 alta, superior a demanda dos mercados que normalmente utilizam esse subproduto, tornando  
72 esse excedente um grande problema para a indústrias do biodiesel. Dessa forma, novas formas  
73 de utilização da glicerina bruta devem ser investigadas. Vários métodos de aproveitamento  
74 desse subproduto estão sendo estudados, dentre as quais se destaca seu uso na alimentação  
75 animal. A adição de 15% de glicerina no sucedâneo não afeta o desempenho e a saúde bezerros

76 holandeses (Drackley, 2008). De acordo com Chester-Jones et al. (2010), a glicerina bruta pode  
77 ser utilizada como fonte alternativa de energia em substituição parcial ao milho no concentrado  
78 inicial de bezerros até 6% da MS. Entretanto, efeitos de níveis mais elevados de inclusão de  
79 glicerina bruta no concentrado inicial de bezerros em aleitamento são desconhecidos.

80 O presente estudo foi desenvolvido com o objetivo de avaliar os efeitos da inclusão da  
81 glicerina bruta no concentrado inicial sobre o desempenho, desenvolvimento ruminal, o perfil  
82 bioquímico do sangue e as características de carcaça de bezerros machos leiteiros.

83

## 84 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

85 Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento foram aprovados pelo  
86 Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CUA-UFT) sob  
87 Processo nº 23101.003936/2012-00.

88

### 89 **2.1. Local, delineamento experimental, animais e tratamentos**

90 O experimento foi realizado no Centro Tecnológico da Cooperativa Agroindustrial dos  
91 Produtores Rurais do Sudoeste Goiano (CTC-COMIGO) no município de Rio Verde-GO, de  
92 fevereiro a abril de 2011. Utilizaram-se 28 bezerros mestiços holandês-zebu com peso médio  
93 de  $38,03 \pm 7,2$  kg e idade média de cinco dias distribuídos em delineamento inteiramente  
94 casualizado com quatro tratamentos e sete repetições. Foram avaliados quatro níveis de inclusão  
95 da glicerina bruta (0, 80, 160 e 240 g/kgMS) no concentrado inicial para bezerros. Os animais  
96 foram adquiridos em propriedades dos cooperados da COMIGO, onde receberam colostro de  
97 acordo com o manejo da fazenda de origem.

98

### 99 **2.2. Dietas**

100 O concentrado foi formulado de acordo com as recomendações do NRC (2001) para  
 101 atender as necessidades nutricionais de bezerros em aleitamento. A glicerina bruta (GENPA®-  
 102 80 – Glicerol energético nutricional para alimentação) utilizada na elaboração das dietas foi  
 103 oriunda do óleo de soja e apresentava 899,8 g/kg de matéria seca, 11,9 g/kg de extrato etéreo,  
 104 78,6 g/kg de matéria mineral, 803,5 g/kg de glicerol, 74,7 g/kg de cloreto de sódio, menos que  
 105 0,1 g/kg de metanol e densidade de 1,27 g/cm<sup>3</sup>, sendo fornecida pela empresa GRANOL S.A.  
 106 A composição percentual das dietas experimentais consta na Tabela 1.

107 Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes	Nível de glicerina bruta (g/kgMS)			
	0	80	160	240
Milho grão moído	743,8	647,5	550,0	452,5
Farelo de soja	226,2	242,5	260,0	277,5
Glicerina bruta	-	80,0	160,0	240,0
<sup>1</sup> Coopergold 3	30,0	30,0	30,0	30,0
	Composição química (g/kg de MS)			
Matéria Seca (g/kg de MN)	849,4	831,1	808,2	806,8
Proteína Bruta	181,0	183,7	182,4	182,6
Fibra em detergente neutro	100,3	104,6	104,8	100,8
Fibra em detergente ácido	35,7	34,7	34,6	34,9
Carboidratos não-fibrosos	651,8	632,2	618,2	611,2
Extrato etéreo	18,2	19,8	25,7	29,0
Nutrientes digestíveis totais <sup>2</sup>	806,2	790,0	780,4	786,8
NIDN (% N total) <sup>3</sup>	10,11	17,27	26,90	22,45
NIDA (% N total) <sup>4</sup>	4,09	3,02	2,72	2,70
Lignina	10,71	9,92	9,29	8,35
Cinzas	48,7	59,0	65,8	70,4

108 <sup>1</sup>Composição: Ca – 22 g/kg; P – 9 g/kg; Na – 4,5 g/kg (Apenas para dieta sem glicerina bruta); K – 0,08 g/kg; Mg  
 109 – 2,00 g/kg; S – 3,75 g/kg; Fe – 4673,20 mg/kg; vit A – 333,40 UI/g; vitD3 – 100,02 UI/g; vit E – 333,4 mg/kg;  
 110 saccharomyces cerevisea c. 1026 – 833,00 Col/kg; Fe ORG – 666,60 mg/kg; Cu ORG – 0,18 mg/kg; Mn ORG –  
 111 0,39 mg/kg; Zn ORG – 333,40 mg/kg; Se ORG – 3,28 mg/kg; Fe – 4671,95 mg/kg; Cu – 833,40 mg/kg; Mn –  
 112 2134,00 mg/kg; Zn – 3334,00 mg/kg; Co – 20,00 mg/kg; I – 83,40 mg/kg; Se – 33,40 mg/kg; Monensina Sódica -

113 833,40 mg/kg; biotina – 4125,00 MCG/kg; <sup>2</sup>NDT estimado pelas equações do NRC (2001); <sup>3</sup>Nitrogênio Insolúvel  
114 em detergente neutro; <sup>4</sup>Nitrogênio Insolúvel em detergente ácido.

115

### 116 **2.3. Manejo experimental**

117 Os animais foram identificados com brincos, contidos por cordas e coleira em abrigos  
118 individuais móveis e cobertos. Os bezerros receberam 4 litros de leite integral/animal/dia  
119 divididos em duas refeições diárias, às 8:00 e 16:00h, fornecido a 38°C em baldes individuais.  
120 A partir do quinto dia de vida passaram a receber também o concentrado inicial à vontade,  
121 sendo registrada diariamente a quantidade fornecida e as sobras de cada animal para estimativa  
122 do consumo de matéria seca e dos nutrientes. Os animais tiveram sempre livre acesso a  
123 água fresca.

124 Os animais foram pesados ao nascer, no quinto dia de vida e semanalmente, em balança  
125 eletrônica, sempre pela manhã antes do fornecimento da dieta até oitava semana de vida quando  
126 encerrou o período experimental. No momento das pesagens foram realizadas as medidas de  
127 altura de garupa e cernelha, largura de garupa, comprimento corporal e perímetro torácico com  
128 o auxílio de régua e fita flexível.

129 Na oitava semana de vida os animais foram pesados e em seguida abatidos por concussão  
130 cerebral, seguido de veneseção da jugular e da carótida, conforme Instrução Normativa N° 3  
131 de 13/01/2000 (Regulamento Técnico de Métodos de Insensibilização para o Abate  
132 Humanitário de Animais de Açougue). Para avaliação morfométrica do trato digestório  
133 superior, após o abate, a cavidade abdominal foi aberta, os quatro compartimentos foram  
134 removidos e o conteúdo do trato retirado com auxílio de lavagens com água, em seguida os  
135 compartimentos foram divididos em rúmen-retículo, omaso e abomaso.

136 O volume de todos os compartimentos foi medido efetuando amarrações nas suas saídas,  
137 enchendo com água até sua máxima capacidade e o volume medido com auxílio de proveta  
138 graduada. Após a remoção do excesso de água dos tecidos, foram tomadas medidas de peso do

139 retículo-rúmen, omaso, abomaso e dos compartimentos em conjunto. Amostras da porção  
140 cranial do pilar coronário ventral no saco ventral do rúmen foram retiradas com auxílio de  
141 bisturi, preservadas em solução de formol a 10% e posteriormente avaliadas quanto à altura e  
142 largura de papilas com o auxílio de microscópio estereoscópico e de régua milimetrada  
143 conforme proposto por Lesmeister et al. (2004).

144 Logo em seguida ao abate as carcaças foram pesadas obtendo-se o peso de carcaça quente  
145 (PCQ) e em seguida colocadas em câmara de refrigeração por 24 horas até serem novamente  
146 pesadas para obtenção do peso da carcaça fria (PCF). O peso corporal vazio (PCVZ) foi obtido  
147 diretamente pelo somatório dos pesos das patas, cabeça, couro, sangue, órgãos, vísceras,  
148 gorduras internas e carcaça. Foram obtidos a partir desses dados os rendimentos de carcaça  
149 quente e fria em função do peso vivo ao abate (RCQ/PV e RCF/PV, respectivamente), e em  
150 função do peso corporal vazio (RCQ/CV e RCF/CV).

151 Na meia-carcaça direita foram realizadas as medidas métricas da carcaça: comprimento  
152 de carcaça (correspondente à medida do bordo anterior do osso púbis ao bordo anterior medial  
153 da primeira costela); espessura de coxão (medida com auxílio de compasso posicionado entre  
154 a face lateral e a medial da porção superior do coxão); comprimento de perna (ponto da  
155 articulação tíbio-tarsiana até o bordo anterior do púbis); comprimento de braço (medida da  
156 articulação rádio-carpiana até a extremidade do olécrano); e perímetro de braço (envolvendo a  
157 parte média do rádio-cúbito e os músculos que recobrem a região). Nesta meia carcaça foi  
158 realizado um corte entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela para expor o músculo *Longissimus dorsi*. Em  
159 seguida, foi desenhado o contorno da área desse músculo com papel vegetal e com auxílio do  
160 programa ImageJ<sup>®</sup>, mensurada sua área expressa em cm<sup>2</sup>. A composição física da carcaça foi  
161 estimada segundo a metodologia de Hankins & Howe (1946).

162 Na meia carcaça esquerda foram separados os cortes primários, dianteiro, ponta de agulha  
163 e traseiro especial. O dianteiro foi separado do traseiro especial e da ponta de agulha entre a 5<sup>a</sup>

164 e 6ª costela, e incluiu o pescoço, a paleta, o braço e cinco costelas. O traseiro especial foi  
165 separado da ponta de agulha a 16 cm das vertebrae. A ponta de agulha incluiu as costelas (a  
166 partir da sexta) mais os músculos abdominais. Os cortes foram pesados para obtenção de seus  
167 rendimentos em relação ao peso da carcaça fria. O traseiro especial foi separado em cortes  
168 comerciais ou cortes secundários (patinho, músculo, coxão duro, coxão mole, alcatra, capa do  
169 filé, contrafilé, filé-mignon, lagarto e picanha) procedendo-se à pesagem de cada peça de forma  
170 individual.

171

#### 172 **2.4. Coletas de amostras e análises**

173 Foram coletadas semanalmente amostras representativas dos concentrados fornecidos e  
174 das sobras. Todas as amostras foram pré-secas em estufa ventilada a 55 °C por 72 horas, moídas  
175 em moinho com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas para posteriores análises no  
176 Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da  
177 Universidade Federal do Tocantins. As amostras dos alimentos, sobras e fezes foram analisadas  
178 quanto aos teores de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, nitrogênio insolúvel em  
179 detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, lignina, cinzas de acordo com  
180 AOAC (1995) e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato  
181 etéreo de acordo com a metodologia descrita e recomendada pelo fabricante do aparelho  
182 ANKON. Para as análises de FDN e FDA foram utilizados sacos de tecido-não-tecido (TNT –  
183 100 g/cm<sup>2</sup>) com dimensões de 4 x 5 cm, confeccionados no Laboratório de Nutrição Animal.  
184 Os carboidratos não-fibrosos foram calculados por meio da equação (Sniffen et al., 1992): CNF  
185 = 100 – (%FDN + %PB + %EE + %Cinzas). O teor dos nutrientes digestíveis totais (NDT) do  
186 concentrado foi calculado segundo a equação de predição utilizada pelo NRC (2001).

187 Foram colhidos 10 ml de sangue na primeira, na quarta e na oitava semana de vida através  
188 de punção da jugular utilizando-se tubos a vácuo (Vacutainer®) com tampa e EDTA de potássio

189 como anticoagulante. As amostras foram centrifugadas a 2000 x g, durante 20 minutos para  
190 obtenção do soro. Em seguida, o soro foi separado por aspiração, dividido em alíquotas e  
191 colocado em tubos plásticos com tampa (Eppendorf®) identificados e congelados em freezer  
192 para a posterior realização das análises bioquímicas. As análises bioquímicas no soro  
193 (colesterol, proteína total, uréia, albumina, creatinina, aspartato aminotransferase, fosfatase  
194 alcalina e gama glutamiltransferase) foram determinadas a temperatura de 37°C, utilizando-se  
195 reagentes comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.®, Lagoa Santa, MG). Para a leitura das reações  
196 utilizou-se analisador bioquímico automático (espectrofotômetro) marca Bioplus®, modelo  
197 Bio-2000 IL–A. A concentração da globulina foi calculada pela diferença entre proteínas totais  
198 e albumina.

199

## 200 **2.5. Análise estatística**

201 Antes das análises, foram verificadas as pressuposições de distribuição normal e  
202 homocedasticidade para todas as variáveis. Para avaliação do efeito dos tratamentos adotou-se  
203  $\alpha = 0,05$ , com modelo matemático representado por:  $\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \xi_j + \tau_i * \xi_j + \varepsilon_{ij}$ , onde:  $\gamma_{ij}$ =  
204 variável dependente;  $\mu$ = média geral;  $\tau_i$ = efeito do fator i (idade);  $\xi_j$  = efeito do fator (glicerina  
205 bruta);  $(\tau_i * \xi_j)$  = interação entre fator i e fator j;  $\varepsilon_{ij}$ = erro experimental residual. No estudo de  
206 regressão, o modelo foi:  $\gamma_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_j + \varepsilon_{ij}$ , onde:  $\gamma_{ij}$  = variáveis  
207 dependentes;  $\beta$ 's = coeficientes de regressão;  $X_i$  = níveis de substituição;  $\alpha_j$  = desvios da  
208 regressão; e  $\varepsilon_{ij}$  = erro aleatório residual. O peso inicial foi utilizado como co-variável, sendo  
209 que quando não significativo o efeito foi retirado do modelo.

210

## 211 **3. RESULTADOS**

### 212 **3.1. Consumo e desempenho**



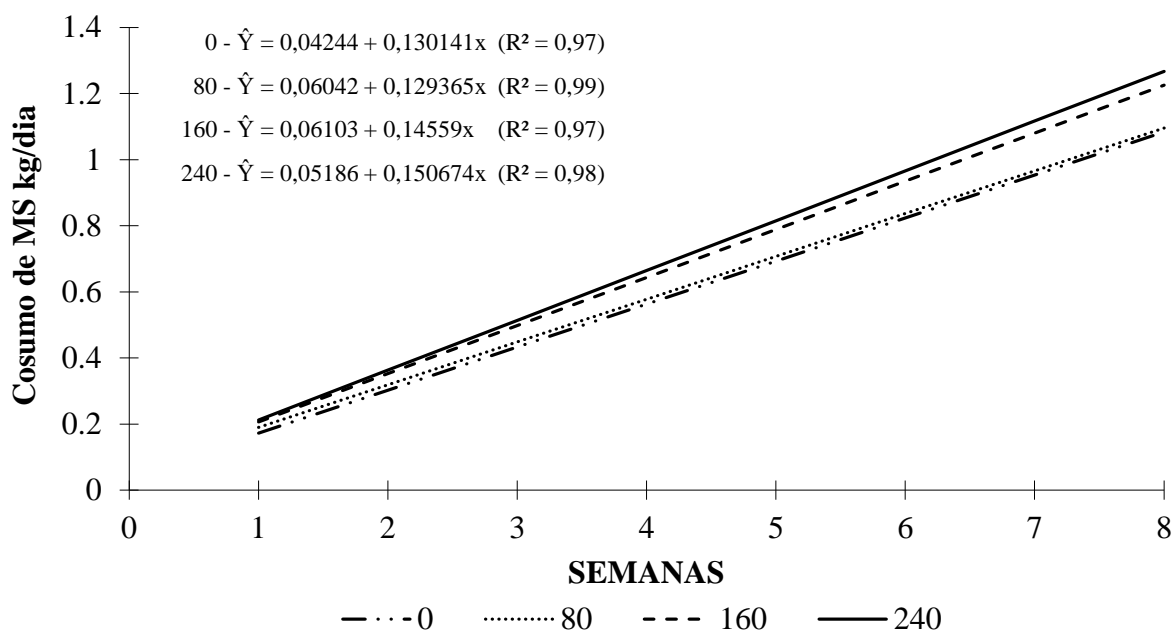
213 O consumo de matéria seca foi influenciado pela inclusão da glicerina bruta no  
 214 concentrado dos bezerros (Tabela 2), observando-se aumento linear com o avançar da idade  
 215 dos bezerros ( $P < 0,01$ ). A inclusão da glicerina bruta no concentrado alterou a resposta dos  
 216 bezerros ao longo das semanas, sendo o nível de inclusão de 240 g/kg o que levou ao maior  
 217 CMS (Figura 1). O consumo de proteína bruta e nutrientes digestíveis totais seguiram o mesmo  
 218 comportamento do CMS.

219 Tabela 2. Variáveis de desempenho de bezerros leiteiros recebendo concentrado inicial com  
 220 inclusão de glicerina bruta.

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kgMS)				Média	P-Valor <sup>1</sup>		
	0	80	160	240		GB	I	GB x I
CMS, kg/dia	0,425	0,461	0,473	0,518	0,469±0,08	0,001	0,001	0,002
CMSt, kg/dia	0,932	0,968	0,980	1,025	0,976±0,08	0,001	0,001	0,002
CPB, kg/dia	0,076	0,085	0,086	0,095	0,086±0,01	0,001	0,001	0,001
CPBt, kg/dia	0,207	0,216	0,217	0,226	0,217±0,01	0,001	0,001	0,001
CNDT, kg/dia	0,347	0,368	0,372	0,410	0,374±0,06	0,001	0,001	0,01
CMS, %PC	0,727	0,763	0,819	0,891	0,808±0,37	0,142	0,001	0,987
CMS, g/kgPC <sup>0,75</sup>	20,02	21,20	22,49	24,40	22,02±9,47	0,089	0,001	0,999
GMD, kg/dia	0,605	0,625	0,635	0,646	0,628±0,03	0,001	0,001	0,001

221 <sup>1</sup>Probabilidade - GB: Glicerina Bruta; I: idade; Equações de regressão para nível de inclusão da glicerina bruta:  
 222 CMS – Consumo de matéria seca ( $\hat{Y}=0,426+0,0004x$ ,  $R^2=0,96$ ; kg/100kgPC:  $\hat{Y}=0,731+0,0006x$ ,  $R^2=0,97$ );  
 223 g/kgPC<sup>0,75</sup>:  $\hat{Y}=19,86+0,018x$ ,  $R^2=0,98$ ); CMSt –Consumo de matéria seca total (leite + concentrado -  
 224  $\hat{Y}=0,932+0,0003x$ , ( $R^2=0,96$ ); CPB – consumo de Proteína bruta ( $\hat{Y}=0,076+0,00007x$ ,  $R^2=0,95$ ); CPBt – Consumo  
 225 de Proteína total ( $\hat{Y}=0,207+0,00007x$ ,  $R^2=0,95$ ); CNDT – Consumo de Nutrientes Digestíveis Total  
 226 ( $\hat{Y}=0,345+0,0002x$ ,  $R^2=0,90$ ); GMD – Ganho de peso médio diário ( $\hat{Y}=0,608+0,0001x$ ,  $R^2=0,97$ ).

227



228

229 Figura 1. Consumo diário de MS (kg/dia) de bezerros leiteiros recebendo concentrado inicial  
 230 com inclusão de glicerina bruta ao longo do período experimental.

231 Tabela 3. Variáveis de desempenho de bezerros leiteiros recebendo concentrado inicial com  
 232 inclusão de glicerina bruta.

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kgMS)				Média	P-Valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
Peso inicial, kg	39,03	39,13	36,84	38,76	38,03±7,2	-	-
Peso Final, kg	72,93	74,11	72,43	74,93	73,60±11,67	0,790	0,753
GPT, kg	33,90	34,99	35,59	36,17	35,16±7,09	0,541	0,927
CA, kgMS/kgPC	0,7	0,72	0,72	0,80	0,73±0,34	0,318	0,757
CAT, kg MS/kgPC	1,55	1,58	1,56	1,60	1,57±0,35	0,658	0,859

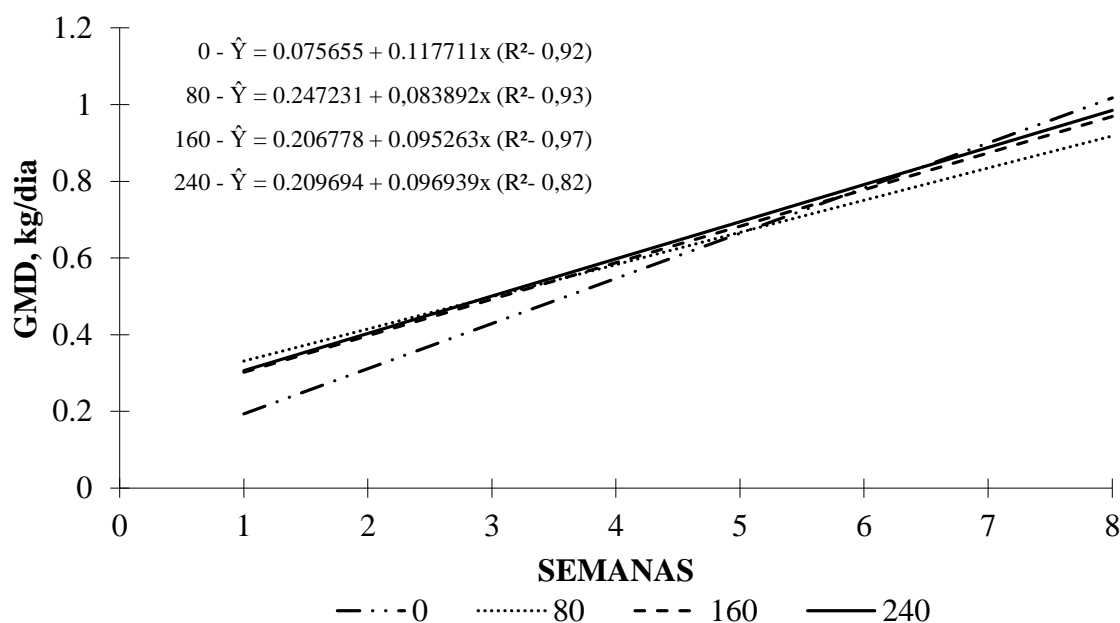
233 <sup>1</sup>Probabilidade - L: linear; Q: quadrático; GPT – Ganho de Peso total; CA – Conversão Alimentar; CA – Conversão  
 234 alimentar total.

235

236 O ganho de peso médio diário (GMD) foi afetado pela inclusão da glicerina bruta no  
 237 concentrado dos bezerros (Tabela 2) sendo observado aumento linear com avançar da idade dos  
 238 bezerros (P<0,001). A inclusão da glicerina bruta no concentrado alterou o GMD ao longo das  
 239 semanas, sendo o nível de 240 g/kg de inclusão que proporcionou o maior GMD (Figura 2).

240 Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da inclusão da glicerina bruta no peso final, ganho de peso total dos  
 241 animais e conversão alimentar.

242



243

244 Figura 2. Desempenho (Ganho de peso médio diário – kg/dia) de bezerros leiteiros recebendo  
 245 concentrado inicial com inclusão de glicerina bruta ao longo do período experimental.

246

247 As medidas corporais dos bezerros aumentaram com avançar da idade ( $P<0,01$ ), no  
 248 entanto, o perímetro torácico e a largura da garupa aumentaram linearmente ( $P<0,05$ ) em 0,06  
 249 e 0,03 cm para cada grama de glicerina bruta adicionada ao concentrado, respectivamente. A  
 250 altura de garupa, altura de cernelha e comprimento corporal não foram alterados ( $P>0,05$ ) com  
 251 a inclusão da glicerina bruta no concentrado (Tabela 4).

252

253

254

255

256 Tabela 4. Medidas corporais (cm) de bezerros leiteiros recebendo concentrado inicial com  
 257 inclusão de glicerina bruta.

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kgMS)				Média	P-Valor <sup>1</sup>		
	0	80	160	240		GB	I	GB x I
Perímetro Torácico								
Final	94,29	94,71	95,14	98,81	95,7±5,25	0,012	0,001	0,999
Largura de Garupa								
Final <sup>b</sup>	23,50	24,07	24,29	24,50	24,1±1,54	0,020	0,001	0,999
Altura de Garupa								
Final	88,60	89,86	88,77	89,00	89,1±3,80	0,588	0,0001	0,999
Altura de Cernelha								
Final	84,94	84,63	84,93	84,53	84,8±6,12	0,478	0,001	0,968
Comp. Corporal								
Final	74,29	76,93	76,00	75,00	75,6±6,08	0,715	0,001	0,650

258 <sup>1</sup>Erro padrão da média. <sup>2</sup> Probabilidade - GB: glicerina bruta; I: idade; Equações de regressão para nível de inclusão  
 259 da glicerina bruta: Perímetro Torácico ( $\hat{Y} = 85,9859 + 0,00661x$ ,  $R^2 = 0,60$ ); Largura de Garupa ( $\hat{Y} = 21,07 +$   
 260  $0,0252x$ ,  $R^2 = 0,66$ ).

261

### 262 3.2. Morfometria do trato digestório superior

263 A inclusão da glicerina bruta no concentrado não alterou ( $P>0,05$ ) o peso do retículo-  
 264 rúmen quando expresso em peso absoluto. Entretanto, quando o peso desse componente foi  
 265 expresso em %PC, %PCVZ e percentual do trato total verificou-se aumento linear ( $P<0,05$ ) de  
 266 0,0013; 0,0011 e 0,015 pontos percentuais para cada grama de inclusão da glicerina bruta no  
 267 concentrado, respectivamente (Tabela 5). O volume do retículo-rúmen não foi afetado ( $P>0,05$ )  
 268 pela inclusão de glicerina bruta (Tabela 5).

269 O peso do omaso não foi afetado ( $P>0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta no concentrado  
 270 quando expresso em peso absoluto, %PC e %PCVZ, mas quando foi expresso em percentual  
 271 do trato total foi reduzido linearmente ( $P<0,05$ ) em 0,002 pontos percentuais para cada grama  
 272 de inclusão de glicerina bruta.

273 Já o peso do abomaso aumentou linearmente ( $P<0,01$ ) quando expresso em peso absoluto,  
 274 %PC, %PCVZ. O peso dos compartimentos em conjunto (RROA) não foi influenciado  
 275 ( $P>0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta no concentrado em nenhuma das formas que foi  
 276 expresso. Não foi verificado efeito ( $P>0,05$ ) sobre a altura e largura das papilas ruminais  
 277 (Tabela 5).

278 Tabela 5. Medidas morfométricas do trato digestório superior de bezerros leiteiros recebendo  
 279 concentrado inicial com inclusão de glicerina bruta.

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kgMS)				Média	<i>P</i> -Valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
<b>Retículo-rúmen</b>							
kg	1,53	1,47	1,59	1,80	1,59±0,33	0,121	0,118
% PC <sup>2</sup>	2,08	1,96	2,16	2,35	2,14±0,18	0,002	0,754
% PCVZ <sup>3</sup>	2,36	2,16	2,42	2,55	2,36±0,21	0,022	0,754
% Trato total <sup>4</sup>	64,39	63,08	65,84	67,47	65,19±2,66	0,012	0,754
Volume, L	12,54	14,84	15,07	12,18	13,65±1,38	0,712	0,754
<b>Omaso</b>							
kg	0,44	0,43	0,40	0,37	0,41±0,13	0,269	0,543
% PC	0,62	0,56	0,55	0,50	0,55±0,15	0,156	0,372
% PCVZ	0,70	0,62	0,61	0,54	0,62±0,17	0,097	0,911
% Trato total <sup>5</sup>	19,25	17,68	16,35	14,40	16,92±3,66	0,016	0,894
<b>Abomaso</b>							
kg <sup>6</sup>	0,38	0,44	0,41	0,45	0,42±0,03	0,001	0,754
% PC <sup>7</sup>	0,53	0,59	0,57	0,61	0,57±0,03	0,001	0,754
% PCVZ <sup>8</sup>	0,60	0,65	0,64	0,67	0,64±0,09	0,003	0,714
% Trato total	16,36	19,24	17,81	18,13	17,89±1,81	0,217	0,754
<b>RROA, kg</b>							
kg	2,36	2,34	2,40	2,62	2,43±0,40	0,215	0,447
% PC	3,22	3,11	3,28	3,46	3,27±0,45	0,241	0,403
% PCVZ	3,66	3,42	3,68	3,76	3,63±0,49	0,514	0,388
Altura Papila, mm	0,81	0,82	0,81	0,95	0,85±0,19	0,238	0,368
Largura Papila, mm	0,21	0,21	0,21	0,21	0,21±0,05	0,987	0,918

280 <sup>1</sup>Probabilidade - L: linear; Q: quadrático. Retículo-rúmen ( ${}^2\hat{Y} = 1,985 + 0,0013x$ ,  $R^2 = 0,30$ ;  ${}^3\hat{Y} = 2,245 + 0,0011x$ ,  
 281  $R^2=0,18$ ;  ${}^4\hat{Y} = 63,40 + 0,015x$ ,  $R^2=0,22$ ); Omaso ( ${}^5\hat{Y} = 19,30 - 0,0020x$ ,  $R^2 = 0,20$ ); Abomaso ( ${}^6\hat{Y} = 0,389 +$   
 282  $0,00025x$ ,  $R^2 = 0,42$ ;  ${}^7\hat{Y} = 0,538 + 0,00032x$ ,  $R^2=0,45$ );  ${}^8\hat{Y} = 0,610 + 0,00024x$ ,  $R^2=0,30$ ).

283

### 284 3.3. Indicadores Sanguíneos

285 A inclusão da glicerina bruta no concentrado não alterou ( $P>0,05$ ) os indicadores  
 286 sanguíneos (Tabela 6). Entretanto, com o avançar da idade dos animais, as concentrações de  
 287 creatinina, proteínas totais, globulinas e gama glutamil transferase (GGT) foram reduzidas  
 288 linearmente ( $P<0,01$ ) enquanto os valores de aspartato aminotransferase (AST) apresentaram  
 289 aumento linear. As respostas relativas à inclusão da glicerina bruta sobre as concentrações de  
 290 albumina foram influenciadas pela idade dos animais, observando-se que a inclusão de 240 g/kg  
 291 de glicerina bruta no concentrado provocou redução linear nas concentrações desse metabólito.  
 292 As concentrações plasmáticas da uréia, colesterol e fosfatase alcalina (ALP) não foram afetadas  
 293 ( $P>0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta no concentrado nem pela idade dos bezerros.

294 Tabela 6. Indicadores sanguíneos de bezerros leiteiros recebendo concentrado inicial com  
 295 inclusão de glicerina bruta.

ITEM	Nível de glicerina bruta (g/kgMS)				Média	P-Valor <sup>1</sup>		
	0	80	160	240		GB	C	GB x C
Creatinina, mg/dL	1,44	1,24	1,22	1,29	1,29±0,30	0,08	0,001	0,06
Albumina, g/dL	2,41	2,47	2,91	2,56	2,58±0,66	0,06	0,051	0,008
Proteína Total, g/dL	6,78	6,66	6,91	6,30	6,66±1,87	0,938	0,001	0,601
Globulina, g/dL	4,39	4,20	3,99	3,74	4,08±1,90	0,864	0,001	0,960
GGT, UI/L	101,4	154,2	644,5	192,1	273,5±0,45	0,864	0,001	0,960
AST, UI/L	50,88	54,65	51,67	51,13	52,06±14,07	0,733	0,001	0,674
ALP, UI/L	180,1	226,4	231,8	206,9	211,30±83,35	0,184	0,061	0,741
Colesterol, mg/dL	82,77	66,79	72,40	56,28	69,56±25,28	0,881	0,586	0,06
Uréia, mg/dL	24,85	22,83	23,96	22,30	23,49±8,1	0,740	0,257	0,739

296 <sup>1</sup>Probabilidade - G: (Glicerina bruta); C (Coleta); Equações de regressão para efeito da coleta (1, 2 e 3): Creatinina  
 297 ( $\hat{Y} = 1,93 - 0,32x$ ,  $R^2=0,83$ ); Albumina ( $\hat{Y} = 3,4 - 0,42x$ ,  $R^2=0,86$ ); Proteína Total ( $\hat{Y} = 10,77 - 2,15x$ ,  $R^2=0,83$ );

298 Globulina ( $\hat{Y} = 8,428 - 2,23x$ ,  $R^2=0,79$ ); GGT - Gama glutamil transferase ( $\hat{Y} = 2,60 - 0,48x$ ,  $R^2=0,86$ ); AST -  
299 aspartato aminotransferase ( $\hat{Y} = -0,32 + 26,01x$ ,  $R^2=0,79$ ); ALP - Fosfatase alcalino.

300

### 301 **3.4. Características de Carcaça**

302 A inclusão da glicerina bruta no concentrado não influenciou ( $P>0,05$ ) as características  
303 de carcaças dos bezerros. Não houve efeito ( $P>0,05$ ) da inclusão da glicerina bruta sobre a área  
304 do *Longissimus dorsi* e a composição tecidual das carcaças (Tabela 7).

305 Os cortes secundários do traseiro especial, alcatra, maminha, contrafilé, lagarto, picanha,  
306 coxão mole e coxão duro, músculo e capa do filé, filé-mignon e patinho, não foram  
307 influenciados ( $P>0,05$ ) da inclusão da glicerina bruta no concentrado, quando expressos em kg  
308 (Tabela 8). Quando os cortes foram avaliados quanto à sua participação relativa ao traseiro  
309 especial, o filé mignon foi reduzido linearmente ( $P<0,01$ ) com a inclusão da glicerina bruta  
310 concentrado.

311

## 312 **4. DISCUSSÃO**

### 313 **4.1. Consumo e desempenho**

314 O aumento no CMS em função da idade é um comportamento comumente observado em  
315 bezerros na fase de aleitamento como registrados em outros trabalhos (Bach et al., 2007; Khan  
316 et al., 2008; Lee et al., 2008; Bach et al., 2013) como resultado do crescimento dos animais, e  
317 devido a ingestão de quantidade fixa do leite não atender toda a exigência de manutenção e  
318 ganho de peso dos animais. Várias pesquisas são desenvolvidas visando acelerar a ingestão de  
319 alimentos sólidos para que o desaleitamento possa ser realizado mais precocemente.

320

321

322 Tabela 7. Características quantitativas da carcaça de bezerros alimentados com concentrados  
 323 contendo glicerina bruta.

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kgMS)				Média	P-valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
PCVZ, kg	64,25	67,52	64,87	68,80	66,36±8,36	0,443	0,713
PCQ, kg	38,16	39,74	37,64	40,14	38,92±5,3	0,670	0,870
RCQ, %PC	52,18	53,32	51,92	53,60	52,76±2,69	0,540	0,797
RCQ, %PCVZ	59,24	58,67	57,91	58,40	58,55±2,04	0,350	0,507
PCF, kg	36,33	38,60	36,21	38,39	37,38±5,22	0,671	0,754
RCF, %PC	49,74	51,80	49,95	51,17	50,66±2,18	0,515	0,618
RCF, %PCVZ	56,52	57,01	55,71	55,74	56,24±1,71	0,219	0,730
Dianteiro, kg	14,15	14,85	13,90	15,10	14,5±2,00	0,568	0,810
Dianteiro, %CF	39,03	38,60	38,46	39,49	38,89±1,51	0,627	0,208
Traseiro Especial, kg	18,53	19,82	18,78	19,62	19,18±2,58	0,615	0,840
Traseiro Especial, %CF	51,15	51,33	51,81	51,16	51,16±1,29	0,816	0,406
Ponta de agulha, kg	3,36	3,67	3,62	3,78	3,60±0,50	0,163	0,367
Ponta de Agulha, %CF	9,20	9,36	9,94	9,77	9,56±0,96	0,171	0,658
Comprimento Corporal, cm	77,79	80,10	79,67	79,40	79,4±4,19	0,538	0,790
Comprimento de Perna, cm	47,10	47,71	47,84	47,11	47,11±2,47	0,968	0,950
Comprimento de Braço, cm	26,93	26,56	26,46	26,79	26,79±2,26	0,890	0,911
Perímetro de Braço, cm	20,07	20,54	20,50	19,81	19,81±1,30	0,713	0,890
Espessura de Coxão, cm	12,10	12,20	11,96	12,17	12,17±1,04	0,987	0,951
ALD, cm	21,37	22,22	21,78	20,7	20,70±2,08	0,491	0,754
Músculo, %CF	69,19	68,27	68,99	67,21	67,21±3,54	0,390	0,7548
Ossos, %CF	20,30	19,26	20,01	20,27	20,27±2,09	0,851	0,4177
Gordura, %CF	9,26	11,60	9,85	11,30	10,50±2,73	0,349	0,6762

324 <sup>1</sup>Probabilidade - L: linear; Q: quadrático. PCVZ – Peso corporal vazio; PCQ – Peso de carcaça quente; PCF – Peso  
 325 de carcaça fria; RCQ – Rendimento de carcaça quente; RCF – Rendimento de carcaça fria; ALD – Área do  
 326 *Longissimus dorsi*.

327



328 Tabela 8. Cortes secundários do traseiro especial de bezerros alimentados com concentrado  
 329 contendo glicerina bruta.

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kgMS)				Média	P-Valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
Alcatra, kg	0,50	0,56	0,51	0,54	0,53±0,07	0,591	0,825
Alcatra, %TE	5,35	5,67	5,39	5,47	5,47±0,34	0,908	0,642
Maminha, kg	0,15	0,15	0,13	0,15	0,15±0,01	0,923	0,947
Maminha, %TE	1,57	1,58	1,43	1,54	1,53±0,25	0,560	0,731
Contrafilé, kg	0,88	1,01	0,93	0,97	0,95±0,12	0,369	0,398
Contrafilé, %TE	9,41	10,09	9,81	9,82	9,78±0,87	0,519	0,488
Lagarto, kg	0,28	0,31	0,29	0,30	0,30±0,04	0,573	0,814
Lagarto, %TE	3,02	3,10	3,03	3,07	3,06±0,31	0,862	0,970
Picanha, kg	0,22	0,21	0,19	0,24	0,22±0,04	0,681	0,819
Picanha, %TE	2,39	2,16	2,08	2,40	2,26±0,49	0,960	0,337
Coxão Mole, kg	1,25	1,22	1,26	1,31	1,26±0,16	0,410	0,682
Coxão mole, %TE	13,47	12,30	13,38	13,33	13,12±0,88	0,667	0,220
Coxão duro, kg	0,60	0,84	0,64	0,66	0,69±0,13	0,938	0,995
Coxão duro, %TE	6,43	8,14	6,72	6,71	7,00±1,8	0,857	0,446
Músculo, kg	0,78	0,82	0,76	0,80	0,79±0,13	0,984	0,951
Músculo, %TE	8,42	8,15	8,10	8,19	8,22±0,23	0,064	0,176
Capa do Filé, kg	0,11	0,12	0,13	0,12	0,12±0,03	0,341	0,397
Capa Filé, %TE	1,16	1,23	1,36	1,24	1,25±0,10	0,058	0,164
File mignon, kg	0,36	0,38	0,34	0,35	0,36±0,06	0,513	0,771
Filé mignon, %TE	3,84	3,77	3,61	3,56	3,70±0,11	0,001	0,754
Patinho, kg	0,86	0,87	0,80	0,87	0,85±0,12	0,785	0,917
Patinho, %TE	9,22	8,82	8,47	8,85	8,84±0,54	0,119	0,641

330 <sup>1</sup>Probabilidade - L: linear; Q: quadrático; TE: Traseiro especial; Filé mignon ( $\hat{Y} = 3,848 - 0,0013x$ ,  $R^2 = 0,53$ ).

331

332 No presente estudo, a inclusão de glicerina bruta no concentrado favoreceu  
 333 significativamente o aumento no CMS, possivelmente pelas características de viscosidade,  
 334 higroscopia e sabor relativamente doce (Donkin e Doane, 2007) da glicerina bruta aumentando  
 335 a palatabilidade das dietas. Ainda, após a mistura os concentrados com glicerina bruta  
 336 apresentaram aspecto de textura grosseira, úmida e com os componentes bem agregados que

337 pode ter colaborado para maior consumo pelos bezerros. Entretanto, estudos anteriores não  
338 observaram efeito sobre o CMS (0,741 kg) com a substituição de 3 e 6% do milho pela glicerina  
339 bruta no concentrado peletizado para bezerros leiteiros em aleitamento (Chester-Jones et al.,  
340 2010).

341 Em função do maior CMS devido a inclusão da glicerina bruta, os bezerros poderiam ser  
342 desaleitados mais cedo, o que resultaria em redução dos custos com alimentação, uma vez que  
343 o concentrado é mais barato que o leite ou sucedâneo, além de estimular o desenvolvimento  
344 ruminal e contribuir para fornecimento de nutrientes para os animais (Baldwin et al., 2004;  
345 Suárez et al., 2006; Khan et al., 2007). Considerando o consumo de 700 g/dia de concentrado  
346 (Quigley, 1996; Campos & Lizieire, 2000) para a realização do desaleitamento, os bezerros que  
347 receberam concentrado com 240, 160, 80 e 0 g/kg de inclusão de glicerina bruta poderiam ter  
348 sido desaleitados aos 40, 42, 44 e 46 dias de idade, respectivamente (Figura 1). Esta diferença  
349 é significativa quando se considera despesas com alimentação e mão de obra, comercialização  
350 do leite e desempenho dos animais (Roth et al., 2009; Hulbert et al., 2011).

351 O maior CMS observado com a inclusão da glicerina bruta no concentrado favoreceu o  
352 desempenho dos bezerros. Entretanto, independentemente do tratamento, todos os animais  
353 apresentaram ganhos considerados ideais (acima de 0,600 g/dia) para fase de aleitamento  
354 (Hofman, 1997), permitindo aos bezerros alcançar o dobro de seu peso inicial ao desaleitamento  
355 (Chester-Jones et al., 2010). Drackley (2008) avaliou um sucedâneo com 15% de glicerina e  
356 um sucedâneo controle para bezerros holandeses. A adição da glicerina reduziu o percentual de  
357 lactose do sucedâneo do leite, mas não afetou o GMD (1,50 vs. 1,41 kg/dia para controle e  
358 glicerina, respectivamente), as mensurações corporais e a saúde dos animais.

359 O aumento semanal de perímetro torácico dos bezerros que receberam concentrado com  
360 240 g/kg de inclusão de glicerina bruta resultou num perímetro torácico 17% maior que os  
361 bezerros alimentados com concentrado padrão. O perímetro torácico possui alta correlação com

362 o peso vivo dos animais (Heinrichs et al., 1992; Ozkaya & Bozkurt, 2009) e o aumento dessa  
363 medida nesse estudo pode ser atribuído ao maior desempenho dos animais que receberam  
364 glicerina bruta (Tabela 2). Todas as mensurações corporais registradas são consideradas ideais  
365 para a fase de aleitamento e de acordo com dados obtidos em outros estudos com bezerros na  
366 mesma fase (Blome et al., 2003; Lesmeister & Heinrichs, 2005; Kehoe et al., 2007; Khan et al.,  
367 2007).

368

#### 369 **4.2. Morfometria do trato digestório superior**

370 Os dados mostraram o efeito positivo da inclusão da glicerina bruta no concentrado sobre  
371 o desenvolvimento do retículo-rúmen, provavelmente devido ao maior consumo de concentrado  
372 por parte dos animais dos tratamentos com glicerina bruta. O consumo de alimento sólido é  
373 considerado o principal estimulador do desenvolvimento do rúmen através do produto final de  
374 sua fermentação (Harrison et al., 1960; Lesmeister e Heinrichs, 2004; Coverdale et al., 2004;  
375 Khan et al., 2008; Boyd et al., 2013). Quanto ao peso do abomaso, os maiores valores  
376 observados para esse compartimento nos tratamentos com glicerina bruta também estão  
377 associados ao maior CMS. As proporções dos compartimentos observadas em relação ao trato  
378 total nesse estudo estão de acordo com outros estudos com bezerros de idades equivalentes  
379 (Khan et al., 2007; Bittar et al., 2009). O desenvolvimento das papilas está ligado à presença de  
380 alimentos sólidos no rúmen, à produção de ácidos graxos de cadeia curta resultantes de  
381 fermentação e o estímulo causados pelos alimentos (Sander et al., 1959; Tamate et al., 1962).  
382 O semelhante desenvolvimento das papilas no presente estudo deve se ao bom consumo de  
383 concentrado observado pelos bezerros de todos os tratamentos.

384

385

386

### 387 **4.3. Indicadores Sanguíneos**

388 A inclusão da glicerina bruta no concentrado alterou concentrações de creatinina,  
389 entretanto, os valores séricos ficaram dentro da faixa normal para bezerros de uma a oito  
390 semanas (Klinkon e Jezek, 2012) e foram reduzidas com o avançar da idade dos bezerros. A  
391 redução nas concentrações de creatinina com a idade é indicador do normal e gradativo aumento  
392 da capacidade funcional renal dos bezerros (Benesi et al., 2003; Mohri et al., 2007).  
393 Comportamento semelhante para as concentrações de creatinina com relação à idade foi  
394 descrito por Khan et al. (2007), Mohri et al. (2007) e Lee et al. (2008). Os níveis sanguíneos de  
395 creatinina são pouco afetados pela dieta (Klinkon e Jezek, 2012) e normalmente são usados  
396 como referência auxiliar para o diagnóstico nas variações de uréia sanguínea. No presente  
397 estudo, os níveis de plasmáticos de uréia não foram alterados em função da inclusão da glicerina  
398 bruta no concentrado e permaneceram dentro dos níveis observados em outros estudos com  
399 bezerros com idade equivalente (Knowles et al., 2000; Benesi et al., 2003; Klinkon e Jezek,  
400 2012), reforçando que as funções renais dos bezerros estavam normais.

401 As concentrações de proteínas totais e globulinas variaram em função da idade, mas  
402 encontraram-se dentro da faixa de variação considerada normal para padrões fisiológicos  
403 (Flagriari et al., 1998; Leal et al., 2003). As concentrações de proteínas totais, albumina e  
404 globulina são importantes no diagnóstico de várias doenças e distúrbios no funcionamento do  
405 fígado (Klinkon e Jezek, 2012). As mudanças nas concentrações séricas de proteína total e  
406 globulinas seguiram comportamento semelhantes com avançar da idade dos animais e  
407 compatíveis aos observados por Mohri et al. (2007) para bezerros até 8 semanas de vida. As  
408 variações nas concentrações de albuminas em função do efeito da idade apenas foram  
409 verificadas nos animais que receberam concentrado inicial com 240 g/kg de glicerina bruta,  
410 mas permaneceram dentro do intervalo de referência (2,7 a 3,9 g/dL) para bezerros (Knowles  
411 et al., 2000).

412 A atividade da GGT sérica nos bezerros foi reduzida com o avançar da idade atingindo  
413 valores estáveis descritos para bezerros de oito semanas de vida com normal funcionalidade  
414 hepática (Klinkon e Jezek, 2012). Após a ingestão do colostro, a atividade da enzima GGT é  
415 aumentada em razão de sua absorção através da parede intestinal, por isso a sua utilização para  
416 avaliação funcional do fígado é limitada nos primeiros dias de vida (Benesi et al., 2003), mas  
417 pode ser utilizada como indicadora indireta da transferência da imunidade passiva para bezerros  
418 (Feitosa et al., 2007), juntamente com as concentrações de proteína sérica total e globulina  
419 (Mohri et al., 2007). Apesar da maior atividade da GGT sérica na primeira coleta (5º dia de  
420 vida) registrada para bezerros do tratamento com 160 g/kg glicerina bruta no concentrado,  
421 verifica-se que todos os bezerros de todos os tratamentos receberam quantidade adequada (GGT  
422 - 848,8 U/L) de colostro, considerando o valor mínimo de 200 UI/L, descrito por Perino et al.  
423 (1993) para uma correta colostragem.

424 A atividade de AST variaram sobre influência da idade consistente com Mohri et al.  
425 (2007) que observaram valores elevados 24 a 48 horas após o nascimento e aumento da  
426 atividade de AST dos 14 aos 84 dias de idade. Na primeira e segunda coleta a atividade de AST  
427 variaram dentro dos valores referenciados por Klinkon e Jezek (2012). Os valores mais elevados  
428 nos bezerros neonatos podem estar relacionados a alterações ou imaturidade hepáticas (Benesi  
429 et al., 2003), uma vez que a ingestão de colostro não modifica a atividade da AST em bezerros  
430 neonatos (Hammon e Blum, 1998; Zanker et al., 2001). A atividade da enzima ALP também  
431 pode ser utilizada como indicador de danos no fígado (González e Scheffer, 2003), e nesse  
432 estudo sua atividade variou dentro dos valores normais referidos por Klinkon e Jezekem (2012),  
433 descartando qualquer problema hepático nos bezerros que poderia ser relacionado com o  
434 aumento da atividade da AST. As concentrações de colesterol verificadas nesse estudo estão  
435 em concordância aos referidos por Poligrali e Birgel Júnior (2007) para bezerros lactentes com

436 até três meses de idade e não sofreram influência da idade ou tratamento, que pode ser atribuído  
437 a constante oferta de leite durante todo o período experimental.

438

#### 439 **4.4. Características de Carcaça**

440 De forma geral, a semelhança entre os tratamentos para as variáveis relacionadas às  
441 características de carcaça dos bezerros pode ser atribuída às condições de peso semelhante em  
442 que foram abatidos (Kuss et al., 2005). Em estudos com cordeiros (Gunn et al., 2010a; Gunn et  
443 al., 2010b; Terré et al., 2011; Gomes et al., 2011; Avila-Stagno et al., 2012), novilhos em  
444 terminação (Mach, Bach e Devant, 2009; Borton et al., 2013) e bezerros (Ramos e Kerley,  
445 2012) tem sido descrito características de carcaça similares quando comparados a animais  
446 alimentados com dieta sem glicerina bruta e dietas com até 210 g/kg glicerina bruta na dieta.  
447 Os valores observados para peso e rendimento de carcaça concordam com os resultados obtidos  
448 por Brown et al. (2005) para bezerras abatidas com mesmo peso e idade do presente estudo. No  
449 Brasil, não existe consumo expressivo de carne de vitelo tipo branca como dos animais abatidos  
450 no presente estudo devido questões econômicas e culturais (Araújo, 2010). Este fato gera  
451 escassez de trabalhos relacionados às características de carcaça e da carne desses animais,  
452 dificultando o estabelecimento de um padrão para tal produto, mas possibilita novas pesquisas.

453

#### 454 **5. CONCLUSÃO**

455 A glicerina bruta pode ser adicionada até 240 g/kg da matéria seca do concentrado como  
456 alternativa ao uso do milho na alimentação de bezerros leiteiros pois proporciona maior  
457 consumo de concentrado, ganho de peso médio diário e desenvolvimento ruminal sem afetar a  
458 qualidade da carcaça e a saúde dos animais.

459

460

461 **6. REFERÊNCIAS**

- 462 AOAC, 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- 463 ARAUJO, L. L. S., 2010. Atributos sensoriais da carne de bezerros mestiços abatidos aos 60  
464 dias de idade. 40f. Dissertação (Mestrado em Produção Animal: Sistemas de produção  
465 sustentáveis no semiárido) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN.
- 466 AVILA-STAGNO, J., CHAVES, A. V., HE, M. L., HARSTAD, O. M., K. A. BEAUCHEMIN,  
467 MCGINN, S. M., MCALLISTER, T. A., 2012. Effects of increasing concentrations of  
468 glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid  
469 profiles, and carcass traits of lambs. *J. Anim. Sci.* 91, 829-837.
- 470 BACH, A., GIMÉNEZ, A., JARISTI, J. L. AHEDO, J., 2007. Effects of Physical Form of a  
471 Starter for Dairy Replacement Calves on Feed Intake and Performance. *J. Dairy Sci.* 90,  
472 3028-3033.
- 473 BACH, A., TERRÉ, M., PINTO, A., 2013. Performance and health responses of dairy calves  
474 offered different milk replacer allowances. *J. Dairy Sci.* 96, 7790–7797.
- 475 BALDWIN, R. L. VI, MCLEOD, K. R., KLOTZ, J. L., HEITMANN, R. N., 2004. Rumen  
476 Development, Intestinal Growth and Hepatic Metabolism In The Pre-and Postweaning  
477 Ruminant. *J. Dairy Sci.* 87, Supp. E55-E65.
- 478 BARTOŇ, L., BUREŠ, D., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., MAROUNEK, M., 2013. Effects of  
479 long-term feeding of crude glycerin on performance, carcass traits, meat quality, and blood  
480 and rumen metabolites of finishing bulls. *Livest. Sci.*,  
481 <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.04.010i>.
- 482 BENESI, F. J., LEAL, M. L. R., LISBÔA, J. A. N., COELHO, C. S., MIRANDOLA, R. M.  
483 S., 2003. Parâmetros bioquímicos para avaliação da função hepática em bezerras sadias, da  
484 raça holandesa, no primeiro mês de vida. *Ciênc. Anim.* 33, 311-317.

- 485 BITTAR, C. M. M., FERREIRA, L. S., SANTOS, F. A. P., ZOPOLLATTO, M., 2009.  
486 Desempenho e desenvolvimento do trato digestório superior de bezerros leiteiros  
487 alimentados com concentrados de diferentes formas físicas. R. Bras. Zootec. 38, 1561-1567.
- 488 BOYD, J., BERNARD, J. K, WEST, J. W., 2013. Effects of feeding different amounts of  
489 supplemental glycerol on ruminal environment and digestibility of lactating dairy cows. J.  
490 Dairy Sci. 96, 470–476.
- 491 BLOME, R. M., DRACKLEY, J. K., MCKEITH, F. K., HUTJENS, M. F., MCCOY, G. C.,  
492 2003. Growth, nutrient utilization, and body composition of dairy calves fed milk replacers  
493 containing different amounts of protein. J. Anim. Sci. 81, 1641-1655.
- 494 BROWN, E. G., VANDEHAAR, M. J., DANIELS, K. M., LIESMAN, J. S., CHAPIN, L. T.,  
495 KEISLER, D. H., WEBER NIELSEN, M. S., 2005. Effect of Increasing Energy and Protein  
496 Intake on Body Growth and Carcass Composition of Heifer Calves. J. Dairy Sci. 88, 585–  
497 594.
- 498 CAMPOS. O.F. de, LIZIEIRE, R.S., 2000. Produção do bezerrão. Juiz de Fora, MG: Embrapa  
499 Gado de Leite, 21p. (Embrapa Gado de Leite/Circular Técnica, 58).
- 500 COVERDALE, J. A., TYLER, H. D., QUIGLEY, III, J. D., BRUMM, J. A., 2004. Effect of  
501 Various Levels of Forage and Form of Diet on Rumen Development and Growth in Calves.  
502 J. Dairy Sci. 87, 2554–2562.
- 503 CHESTER-JONES, H., ZIEGLER, D. TIMMERMAN, D., GOLOMBESKI, G., RAETH-  
504 KNIGHT, M., 2010. Use of Glycerol as a Corn Replacement in Calf Starter Diets. Agric.  
505 Util. Res. Inst. PROJECT N° AIC044.
- 506 DONKIN, S.S Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. R. Bras.  
507 Zootec, 37, 280-286, 2008.
- 508 DONKIN, S.S., DOANE, P., 2007. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. In: TRI-  
509 STATE DAIRY NUTRITION CONFERENCE, April 24-25, 2007, 97-103.



- 510 DRACKLEY, J. K., 2008. Opportunities for glycerol use in dairy diets. In: STATE DAIRY  
511 NUTRITION AND MANAGEMENT CONFERENCE, 4., 2008, Dubuque. Proceedings...  
512 Dubuque: SDN.
- 513 FAGLIARI, J. J., SANTANA, A. E., LUCAS, F. A., CAMPOS FILHO, E., CURI, P. R., 1998.  
514 Constituintes sangüíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (*Bos indicus*) e  
515 Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. *Arq. Bras. Med.*  
516 *Vet. Zoot.* 50, 253-262.
- 517 FEITOSA, F. L. F., MENDES, L. C. N., PEIRÓ, J. R., CADIOLI, F. A., YANAKA, R.,  
518 BOVINO, F., FÉRES, F. C., PERRI, S. H. V., 2007. Influência da faixa etária nos valores  
519 de enzimas hepáticas e de uréia e creatinina em bezerros holandeses do nascimento até os  
520 365 dias de vida. *Ciênc. Vet. Tróp.* 10, 54-61.
- 521 GONZÁLEZ, F.H.D., SCHEFFER, J.F.S., 2003. Perfil sangüíneo: ferramenta de análise  
522 clínica, metabólica e nutricional. In: González, FH.D., Campos, R. (eds.): *Anais do I*  
523 *Simpósio de Patologia Clínica Veterinária da Região Sul do Brasil*. Porto Alegre:  
524 Universidade Federal do Rio Grande do Sul. p.73-89.
- 525 GOMES, M.A.B., DE MORAES, G.V., MATAVELI, M., DE MACEDO, F.D.F.,  
526 CARNEIRO, T.C., ROSSI, R.M., 2011. Performance and carcass characteristics of lambs  
527 fed on diets supplemented with glycerin from biodiesel production. *Rev. Bras. Zootec.* 40,  
528 2211–2219.
- 529 GUNN, P.J., NEARY, M.K., LEMENAGER, R.P., LAKE, S.L., 2010a. Effects of crude  
530 glycerin on performance and carcass characteristics of finishing wether lambs. *J. Anim. Sci.*  
531 88, 1771–1776.
- 532 GUNN, P.J., SCHULTZ, A.F., VAN EMON, M.L., NEARY, M.K., LEMENAGER, R.P.,  
533 RUSK, C.P., LAKE, S.L., 2010b. Effects of elevated crude glycerin concentrations on

- 534 feedlot performance, carcass characteristics, and serum metabolite and hormone  
535 concentrations in finishing ewe and wether lambs. *Prof. Anim. Scient.* 26, 298–306.
- 536 HAMMON, H.M. & BLUM, J.W., 1998. Metabolic and endocrine traits of neonatal calves are  
537 influenced by feeding colostrum for different durations or only milk replacer. *J. Nutr.* 128,  
538 624–632.
- 539 HANKINS, O.G., HOWE, P.E., 1946. Estimation of the composition of beef carcasses and cuts.  
540 Washington, D.C. (Tech, Bulletin – USDA, 926).
- 541 HARRISON, H. N., WARNER, R. G., SANDER, E. G., LOOSLI, J. K., 1960. Changes in the  
542 tissue and volume of the stomachs of calves following the removal of dry feed or  
543 consumption of inert bulk. *J. Dairy Sci.* 43, 1301-1312.
- 544 HEINRICHS, A.J., ROGERS, W.O., COOPER, J.B., 1992. Predicting body weight and wither  
545 height in Holstein heifers using body measurements. *J. Dairy Sci.* 75, 3576-3581.
- 546 HOFFMAN, P.C., 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 75,  
547 836-845.
- 548 HULBERT, L. E., COBB, C. J., CARROLL, J. A., BALLOU, M. A., 2011. The effects of early  
549 weaning on innate immune responses of Holstein calves. *J. Dairy Sci.* 94, 2545–2556.
- 550 KEHOE, S. I., DECHOW, C. D., HEINRICHS, A. J., 2007. Effects of weaning age and milk  
551 feeding frequency on dairy calf growth, health and rumen parameters. *Livest. Sci.* 110, 267–  
552 272.
- 553 KHAN, M. A., H. J. LEE, W. S. LEE, H. S. KIM, K. S. KI, T. Y. HUR, G. H. SUH, S. J.  
554 KANG, AND Y. J. CHOI., 2007. Structural growth, rumen development, and metabolic and  
555 immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional  
556 methods *J. Dairy Sci.* 90, 3376–3387.
- 557 KHAN, M. A., LEE, H. J., LEE, W. S., KIM, H. S., KIM, S. B., PARK, S. B., BAEK, K. S.,  
558 HA, J. K., CHOI, Y. J., 2008. Starch source evaluation in calf starter: II. Ruminal

- 559 parameters, rumen development, nutrient digestibilities, and nitrogen utilization in Holstein  
560 calves. *J. Dairy Sci.* 91, 1140–1149.
- 561 KUSS, F., RESTLE, J., BRONDANI, I.L., PASCOAL, L. L., FERNANDO, L., MENEZES,  
562 G., PAZDIORA, R. D., FREITAS, L. S., 2005. Características da carcaça de vacas de  
563 descarte de diferentes grupos genéticos terminadas em confinamento com distintos pesos.  
564 *Rev. Bras. Zootec.* 34, 915-925.
- 565 KLINKON, M., JEŽEK, J. 2012. Values of Blood Variables in Calves. In: *A Bird's-Eye View*  
566 *of Veterinary Medicine*. Tech, Available from: [http://www.intechopen.com/books/a-bird-s-](http://www.intechopen.com/books/a-bird-s-eye-view-of-veterinary-medicine/values-of-blood-variables-in-calves)  
567 [eye-view-of-veterinary-medicine/values-of-blood-variables-in-calves](http://www.intechopen.com/books/a-bird-s-eye-view-of-veterinary-medicine/values-of-blood-variables-in-calves).
- 568 KNOWLES, T.G., EDWARDS, J.E., BAZELEY, K.J., BROWN, S.N., BUTTERWORTH, A.,  
569 WARRISS, P.D., 2000. Changes in the blood biochemical and haematological profile of  
570 neonatal calves with age. *Vet. Rec.* 147, 593-598.
- 571 LEAL, M. L. R., BENESI, F. J., LISBÔA, J. A. N., COELHO, C. S., MIRANDOLA, R. M. S.,  
572 2003. Proteinograma sérico de bezerras sadias, da raça holandesa, no primeiro mês pós-  
573 nascimento. *Braz J. Vet. Res. Anim. Sci.* 40, 138-145.
- 574 LEE, H. J., KHAN, M. A., LEE, W. S., KIM, H. S., KI, K. S., KANG, S. J., HUR, T. Y.,  
575 KHAN, M. S., CHOI, Y. J., 2008. Growth, Blood Metabolites, and Health of Holstein  
576 Calves Fed Milk Replacer Containing Different Amounts of Energy and Protein. *Asian-*  
577 *Aust. J. Anim. Sci.* 21, 198-203.
- 578 LESMEISTER, K. E., HEINRICHS, A. J., 2004. Effects of corn processing on growth  
579 characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves, *J. Dairy*  
580 *Sci.* 87, 3439–3450.
- 581 LESMEISTER, K. E., TOZER, P. R., HEINRICHS, A. J., 2004. Development and analysis of  
582 a rumen tissue sampling procedure. *J. Dairy Sci.* 87, 1336-1344.

- 583 LESMEISTER, K. E., HEINRICHS, A. J., 2005. Effects of Adding Extra Molasses to a  
584 Texturized Calf Starter on Rumen Development, Growth Characteristics, and Blood  
585 Parameters in Neonatal Dairy Calves. *J. Dairy Sci.* 88, 411–418.
- 586 MACH, N., BACH, A., DEVANT, M., 2009. Effects of crude glycerin supplementation on  
587 performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 87,  
588 632-638.
- 589 MOHRI, M., SHARIFI, K., EIDI, S., 2007. Hematology and serum biochemistry of Holstein  
590 dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Res.*  
591 *Vet. Sci.* 83, 30-39.
- 592 NRC, Nutrient Requirement of Dairy Cattle, 2001. Seventh Revised Edition. National Research  
593 Council, National Academy Press. Washington, D.C.
- 594 OZKAYA, S., BOZKURT, Y., 2009. The accuracy of prediction of body weight from body  
595 measurements in beef cattle. *Arch. Tierz.* 52, 371-377.
- 596 PERINO, L.J., SUTHERLAND, R.L., WOOLLEN, N.E., 1993. Serum  $\gamma$ -glutamyltransferase  
597 activity and protein concentration at birth and after suckling in calves with adequate and  
598 inadequate passive transfer of immunoglobulin G. *Am. J. Vet. Res.* 54, 56-59.
- 599 POGLIANI, F. C., BIRGEL JUNIOR, E., 2007. Valores de referência do lipidograma de  
600 bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*  
601 44, 373-383.
- 602 QUIGLEY III, J. D., 1996. Influence of Weaning Method on Growth, Intake and Selected  
603 Blood Metabolites in Jersey Calves. *J. Dairy Sci.* 79, 2255-2260.
- 604 RAHMAT, N., ABDULLAH, A. Z., MOHAMMED A. R., 2010. Recent progress on  
605 innovative and potential technologies for glycerol transformation into fuel additives: a  
606 critical review. *Renew Sust Energ Rev*, 14, 987-1000.

- 607 RAMOS, M. H., KERLEY, M. S. 2012. Effect of dietary crude glycerol level on ruminal  
608 fermentation in continuous culture and growth performance of beef calves. *J. Anim. Sci.* 90,  
609 892–899.
- 610 ROTH, B. A., KEIL, N. M., GYGAX, L., HILLMANN, E., 2009. Influence of weaning method  
611 on health status and rumen development in dairy calves. *J. Dairy Sci.* 92, 645–656.
- 612 SANDER, E. G., WARNER, R. G., HARRISON, H. N., LOOSLI, J. K., 1959. The stimulatory  
613 effect of sodium butyrate and sodium propionate on the development of rumen mucosa in  
614 the young calf. *J. Dairy Sci.* 42,1600–1605.
- 615 SUÁREZ, B. J., VAN REENEN, C. G., GERRITS, W. J. J., STOCKHOFE, N., VAN  
616 VUUREN, A. M., DIJKSTRA, J., 2006. Effects of Supplementing Concentrates Differing  
617 in Carbohydrate Composition in Veal Calf Diets: II, Rumen Development. *J. Dairy Sci.* 89,  
618 4376–4386.
- 619 SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., RUSSELL, J. B., 1992.  
620 A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and  
621 protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 35621-3577.
- 622 TERRÉ, M., NUDDA, A., CASADO, P., BACH, A. 2011. The use of glycerine in rations for  
623 light lamb during the fattening period. *Anim. Feed Sci. Technol.* 164, 3262-267.
- 624 TAMATE, H.; MCGILLIARD, A.D.; JACOBSON, N.L.; GETTY, R. 1962. Effect of various  
625 dietaries on the anatomical development of the stomach in the calf. *J. Dairy Sci.*, 45, p.408-  
626 420.
- 627 ZANKER, I.A., HAMMON, H.M., BLUM, J.W., 2001. Activities of  $\gamma$ -glutamyltransferase,  
628 alkaline phosphatase and aspartate amino transferase in colostrums, milk and blood plasma  
629 of calves fed first colostrum at 0–2, 6–7, 12–13 and 24–25 h after birth. *J. Vet. Med.* 48,  
630 179–185.

**CAPÍTULO III – Desempenho, características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal e tamanho dos órgãos internos de bezerros de origem leiteira alimentados com dietas contendo glicerina bruta**

O conteúdo deste capítulo segue as normas de formatação da Revista Animal Feed  
Science and Technology

1 **Desempenho, características das carcaças, biometria do trato gastrintestinal e tamanho**  
2 **dos órgãos internos de bezerros de origem leiteira alimentados com dietas contendo**  
3 **glicerina bruta**

4  
5 Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de glicerina bruta na dieta sobre o consumo,  
6 desempenho, digestibilidade aparente dos nutrientes, medidas morfométricas do trato  
7 digestório, peso de órgãos internos e características de carcaça de bezerros mestiços de origem  
8 leiteira. Foram utilizados 24 bezerros com três meses de idade e peso inicial médio de  
9  $95,46 \pm 11,80$  kg, distribuídos em delineamento inteiramente casualizado com quatro níveis de  
10 inclusão de glicerina bruta (0, 80, 160 e 240 g/kg da matéria seca total) com seis repetições. Os  
11 consumos de matéria seca, fibra em detergente neutro, carboidratos não-fibrosos e nutrientes  
12 digestíveis totais e proteína bruta foram reduzidos linearmente com a inclusão da glicerina bruta  
13 na dieta. Não houve efeito sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes, ganho de peso médio  
14 diário (1,09 kg/dia), peso final (195,7 kg), ganho de peso total (100,2 kg). As características de  
15 carcaça não foram alteradas com a inclusão da glicerina bruta na dieta. Da mesma forma, o peso  
16 do pulmão, coração, rins e fígado também não foram influenciados. O peso do retículo-rúmen  
17 e do abomaso foram elevados com a inclusão da glicerina bruta na dieta. A concentração de  
18 colesterol total respondeu de forma quadrática aos incrementos da glicerina bruta na dieta. A  
19 inclusão da glicerina bruta na dieta de bezerros reduz o consumo, mas não compromete a  
20 digestibilidade dos nutrientes, as características de carcaça, o desempenho animal e a saúde dos  
21 animais.

22  
23 **Palavras-chave:** biodiesel, conversão alimentar, ganho de peso, subprodutos

24

25

26 **Performance, carcass characteristics, gastrointestinal tract biometry and internal organs**  
27 **weight of dairy calves fed diets containing crude glycerin**

28

29 The objective was to assess the effects of crude glycerin inclusion in the diet on the intake,  
30 apparent digestibility of nutrients and performance of dairy calves. Twenty-four crossbred  
31 calves with three months of age and average weight of  $95.46 \pm 11.80$  kg were distributed in a  
32 completely randomized design with four levels of crude glycerin (0, 80, 160 and 240 g/kg of  
33 total dry matter), with six replications. The crude glycerin inclusion in the diet caused a linear  
34 reduction ( $P < 0.01$ ) in the intakes of dry matter, neutral detergent fiber, non-fibrous  
35 carbohydrates and total digestible nutrients, without affecting ( $P > 0.05$ ) crude protein and ether  
36 extract intakes. There was no effect ( $P > 0.05$ ) on nutrients apparent digestibility. The average  
37 daily weight gain, final weight, total weight gain and feed conversion of calves were not  
38 affected ( $P > 0.05$ ) by the inclusion of crude glycerin in the diet with mean values of 1.09 kg/day,  
39 195.7 kg, 100.2 kg and 3.6 kg of dry matter/kg of weight gain, respectively. The main carcass  
40 characteristics and the weights of liver, lungs, heart, kidneys and liver were not affected by the  
41 levels of crude glycerin. The total cholesterol concentration showed a quadratic behavior as the  
42 levels of crude glycerin increased. The remaining blood parameters were not affected. The  
43 inclusion of crude glycerin in the diet of calves reduces nutrient intake, but does not  
44 compromise the apparent digestibility of nutrients and animal performance and the main carcass  
45 characteristics animal health.

46

47 **Key Words:** biodiesel, by-products, feed conversion, weight gain

48

49

50



## 51 1. INTRODUÇÃO

52 A pecuária mundial passa por modificações na forma de produção com objetivo de  
53 atender a demanda de consumidores cada vez mais exigentes quanto qualidade e segurança, no  
54 que se refere à origem dos alimentos. Quanto a produtos de origem animal, querem conhecer  
55 também a forma de produção e principalmente, se o bem-estar do animal que originou o produto  
56 foi atendido. Nesse sentido, o atual sistema de produção de leite que descarta o bezerro macho  
57 precisa encontrar formas mais eficientes e humanitárias para o aproveitamento desses animais.

58 Dentre as tecnologias disponíveis para o aproveitamento desses animais, a produção de  
59 carne de vitelo é uma opção bem difundida em países da Europa e América no Norte, mas ainda  
60 não consolidada na pecuária de leite brasileira que em geral dispõe de poucas opções de  
61 aproveitamento desses animais. A carne de vitelo abatido aos 5-6 meses de idade com carcaças  
62 pesando entre 135-150 kg seria uma alternativa interessante, pois apresenta características  
63 próximas da carne de bovinos adultos e atende à demanda de produtos de qualidade e saudáveis  
64 por ser considerada magra e com baixo teor de colesterol (Ribeiro et al., 2001). Todavia, a  
65 alimentação é o principal fator do custo de produção desse tipo de animal, o que sugere a  
66 necessidade de estudos que apontem alternativas alimentares de menor custo e que viabilize a  
67 produção sem comprometimento do desempenho e rendimento de carcaça dos animais.

68 Nesse sentido, o uso de subprodutos agroindustriais surge como alternativa importante.  
69 Atualmente, a glicerina bruta oriunda da produção de biodiesel tem despertado grande interesse  
70 pelo seu potencial como ingrediente energético na alimentação de ruminantes e devido a  
71 expectativa de produção nos próximos anos (Donkin, 2008; Defrain et al., 2004). Assim, a  
72 utilização da glicerina bruta na alimentação de bovinos foi avaliada em vários estudos sem  
73 afetar negativamente o desempenho dos animais (Mach et al., 2009; Ramos e Kerley, 2012;  
74 Bartoň et al., 2013).

75 A glicerina bruta é derivada do processo de transesterificação de óleos e gorduras sendo  
76 gerada em aproximadamente 10% da produção do biodiesel (Donkin e Doane, 2007; Rahmat  
77 et. al., 2010). Estima-se que até 2022 o mercado de biodiesel mundial irá atingir a quantidade  
78 de 52 bilhões de litros, o que significa aproximadamente 5 bilhões de litros de glicerina bruta  
79 (OECD-FAO, 2013). A purificação dessa glicerina bruta para uso dos mercados tradicionais  
80 (alimentação, cosméticos, plásticos, farmacêuticos e outros) seria antieconômico e insuficiente  
81 em função do volume de produção projetado para os próximos anos. Diante disso, seu uso como  
82 ingrediente energético na alimentação de animal apresenta-se como uma alternativa  
83 interessante.

84 O estudo foi realizado com objetivo de avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis  
85 de glicerina bruta na dieta sobre o desempenho, digestibilidade das dietas, características de  
86 carcaça, morfometria do trato gastrointestinal de bezerros mestiços de origem leiteira.

87

## 88 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

89 Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento foram aprovados  
90 pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CUA-UFT)  
91 sob Processo nº 23101.003936/2012-00.

92

### 93 **2.1. Local, delineamento experimental, animais e tratamentos**

94 O Trabalho foi conduzido na Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da  
95 Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína-TO. Foram avaliadas quatro dietas  
96 experimentais contendo 0; 80; 160 ou 240 g/kg de glicerina bruta na matéria seca da dieta.  
97 Utilizaram-se 24 bezerros de origem leiteira (Holandês x Zebu) com peso médio inicial de  
98  $95,46 \pm 11,80$  kg com três meses de idade, distribuídos em quatro tratamentos com delineamento  
99 inteiramente casualizado e seis repetições.

100

## 101 **2.2. Dietas e Manejo experimental**

102 As dietas foram formuladas com auxílio do programa RLM 3.2® na proporção de 10%  
103 de volumoso (cana-de-açúcar) e 90% de concentrado (Tabela 1) para atender as exigências de  
104 manutenção e ganho médio diário de 1,41 kg/dia. A glicerina bruta (GENPA®-80 – Glicerol  
105 energético nutricional para alimentação) utilizada na elaboração das dietas foi oriunda do óleo  
106 de soja e apresentava 899,8 g/kg de matéria seca, 11,9 g/kg de extrato etéreo, 78,6 g/kg matéria  
107 mineral, 803,5 g/kg de glicerol, 74,7 g/kg de cloreto de sódio, menos que 0,1 g/kg de metanol  
108 e densidade de 1,27 g/cm<sup>3</sup>, sendo fornecida pela empresa GRANOL® S.A. As dietas foram  
109 fornecidas uma vez ao dia, às 10 h da manhã em quantidade ajustada para manter sobras de 5 a  
110 10% do fornecido. A quantidade de ração fornecida e de sobras de cada animal foi registrada  
111 diariamente para estimativa do consumo de matéria seca e dos nutrientes.

112 Os animais foram identificados com brincos e, previamente ao experimento, receberam  
113 medicamento contra ecto e endoparasitas e complexo vitamínico ADE. Os bezerros foram  
114 pesados no início do experimento e, em seguida alojados em baias individuais de 12 m<sup>2</sup>, com  
115 piso de chão batido, parcialmente cobertas, providas de comedouro e bebedouro. O experimento  
116 durou 104 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais e 90 dias de coleta de dados divididos  
117 em cinco subperíodos de 14 dias. Ao final de cada subperíodo experimental os animais foram  
118 pesados para determinação do ganho de peso. As pesagens foram realizadas sempre pela manhã,  
119 antes do fornecimento da dieta. As medidas de altura de garupa e cernelha, largura de garupa,  
120 comprimento corporal e perímetro torácico foram realizadas no início e no final do período  
121 experimental.

122

123

124 Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes, g/kg de MS	Nível de glicerina bruta (g/kg)			
	0	80	160	240
Cana-de-açúcar	100,0	100,0	100,0	100,0
Farelo de soja	115,0	132,0	151,7	171,7
Milho grão moído	735,8	644,7	545,0	445,0
Glicerina bruta	-	80,0	160,0	240,0
Suplemento Mineral <sup>1</sup>	11,0	13,0	14,0	14,0
Calcário	22,0	19,0	18,0	18,0
Cloreto de Sódio	5,0	-	-	-
Uréia	9,9	9,9	9,9	9,9
Sulfato de Amônia	1,1	1,1	1,1	1,1
Rumensin <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25

	Cana de açúcar	Composição Bromatológica			
Matéria seca, g/kgMN	268,0	799,7	779,7	760,6	752,1
Proteína bruta	21,9	150,6	151,4	153,8	155,2
Fibra em detergente neutro	493,3	170,9	163,6	153,3	148,6
Fibra em detergente ácido	283,3	69,8	66,3	61,5	61,1
Hemicelulose	210,0	101,1	97,3	91,7	87,6
Carboidratos não fibrosos	460,0	663,4	659,4	646,9	641,4
Celulose	196,3	45,3	42,7	39,1	38,5
Lignina	72,1	20,3	20,0	19,1	19,5
Matéria mineral	20,2	38,6	46,1	64,0	73,3
NIDN <sup>4</sup> g/kgN	285,9	122,2	116,5	105,5	107,5
NIDA <sup>5</sup> g/kgN	89,0	43,6	36,7	31,0	28,3
Extrato etéreo	10,3	19,1	22,7	23,6	24,0

125 <sup>1</sup>Composição: Ca (max) - 269g/kg; Ca (min) - 220 g/kg; P (min) – 160 g/kg; Mg – 10g/kg; S – 15 g/kg; Zn – 5472  
126 mg/kg; Fe – 2610 mg/kg; Cu – 2100 g/kg; Mn – 992 mg/kg; Co – 200 mg/kg; I – 124 mg/kg; Se – 45 mg/kg; F  
127 (max) – 1476 mg; Sol. Fósforo/AC Cítrico 2% max – 90%; <sup>2</sup>10g/100g de monensina; <sup>4</sup>Nitrogênio Insolúvel em  
128 detergente neutro; <sup>5</sup>Nitrogênio Insolúvel em detergente ácido.

129

130

### 131 **2.3. Ensaio de digestibilidade**

132 A avaliação da digestibilidade foi realizada no final do último período experimental  
133 quando amostras das fezes de cada animal foram coletadas durante três dias consecutivos,  
134 diretamente no piso das baias, imediatamente após a defecação, descartando-se a porção que  
135 entrou em contato com solo. As amostras de fezes, devidamente identificadas, foram  
136 acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -10 °C. Posteriormente, foram descongeladas  
137 e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas e moídas em moinho com  
138 peneira com crivos de 2 mm e armazenadas para posteriores análises laboratoriais.

139 A excreção de matéria seca fecal foi estimada a partir da técnica de indicador interno  
140 (Cochran et al., 1986), sendo a fibra indigestível em detergente neutro (FDNi) o indicador  
141 adotado. Os teores de FDNi das amostras de fezes, de alimentos (volumosos e ingredientes do  
142 concentrado) e das sobras foram obtidos após incubação *in situ* em duas vacas mestiças de  
143 origem leiteira alimentadas com dietas similares por 240 horas. O cálculo de produção fecal  
144 (PF) foi realizado pela fórmula:  $PF \text{ (kg/MS/dia)} = (\text{consumo de FDNi}/\% \text{ FDNi nas fezes}) * 100$ .  
145 O cálculo para a digestibilidade aparente (DA) dos nutrientes foi realizado pela fórmula,  $DA$   
146  $(\%) = [(\text{nutriente ingerido} - \text{nutriente excretado}) / \text{nutriente ingerido}] \times 100$ .

147

### 148 **2.4. Coletas de amostras e análises**

149 Foram coletadas semanalmente amostras representativas dos concentrados, da cana-de-  
150 açúcar e das sobras. Todas as amostras foram pré-secas em estufa ventilada a 55 °C por 72  
151 horas, moídas em moinho com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas para posteriores  
152 análises no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da  
153 Universidade Federal do Tocantins. As amostras dos alimentos, sobras e fezes foram analisadas  
154 quanto aos teores de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, nitrogênio insolúvel em  
155 detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, lignina e cinzas de acordo com

156 AOAC (1995) e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e extrato  
157 etéreo de acordo com a metodologia descrita e recomendada pelo fabricante do aparelho  
158 ANKON. Para as análises de FDN e FDA foram utilizados sacos de tecido-não-tecido (TNT –  
159 100 g/m<sup>2</sup>) com dimensões de 4 x 5 cm, confeccionados no Laboratório de Nutrição Animal. Os  
160 carboidratos não-fibrosos foram calculados por meio da equação (Hall, 2000):  $CNF = 100 -$   
161  $[(\% PB - \% PB \text{ da uréia} + \% \text{ uréia}) + FDN_{ncp} + \%EE + \%Cinzas]$ , onde FDN<sub>ncp</sub> – fibra em  
162 detergente neutro corrigida para cinzas e proteína. Os valores de nutrientes digestíveis totais  
163 foram estimados para as diferentes dietas pela equação:  $NDT = PBD + (EED \times 2,25) + FDND$   
164  $+ CNFD$  (Sniffen et al., 1992), em que PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo  
165 digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; e CNFD = carboidratos não fibrosos  
166 digestíveis. As concentrações de NDT foram calculados por meio da equação (Sniffen et al.,  
167 1992):  $\% \text{ de NDT} = (\text{consumo de NDT} / \text{consumo de MS}) \times 100$ .

168 Amostras de sangue de cada animal foram coletadas a cada período através de punção da  
169 jugular utilizando-se tubos a vácuo (Vacutainer<sup>®</sup>) com fluoreto de sódio e outro com EDTA de  
170 potássio como anticoagulante. As amostras de sangue foram resfriadas e conduzidas até o  
171 laboratório de Patologia Animal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram  
172 centrifugadas a 2000 x g, durante 20 minutos para obtenção do soro. Em seguida, o soro foi  
173 separado por aspiração, dividido em alíquotas e colocado em tubos plásticos com tampa  
174 (Eppendorf<sup>®</sup>) identificados e congelados em freezer para a posterior realização das análises  
175 bioquímicas. As análises bioquímicas no soro (triglicerídeos, colesterol total, lipoproteína de  
176 alta densidade, proteína total, uréia, albumina, creatinina, aspartato aminotransferase - AST,  
177 Alanina aminotransferase - ALT e glicose) foram determinadas a temperatura de 37°C,  
178 utilizando-se reagentes comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.<sup>®</sup>, Lagoa Santa, MG). Para a  
179 determinação da concentração de glicose foram utilizadas as amostras dos tubos contendo

180 fluoreto de sódio. Nas leituras das reações utilizou-se analisador bioquímico automático  
181 (espectrofotômetro) marca Bioplus<sup>®</sup>, modelo Bio-2000 IL-A.

182

## 183 **2.5. Características das carcaças, biometria do trato gastrointestinal e órgãos**

184 Ao final do experimento, os animais foram transportados para frigorífico comercial. O  
185 abate ocorreu segundo normas do Serviço de Inspeção Estadual. Foram mensurados os pesos  
186 do retículo-rúmen, omaso, abomaso, intestino delgado, intestino grosso, coração, rins, fígado,  
187 pulmões, baço e gorduras internas (inguinal, renal, ruminal e de toaleta), cabeça, patas, sangue,  
188 couro e vassoura da cauda. O peso da carcaça mais o somatório de todos esses componentes  
189 resultaram no peso de corpo vazio (PCVZ). As vísceras foram pesadas cheias e lavadas em  
190 água corrente para determinação do peso do conteúdo do trato gastrointestinal. Amostras da  
191 porção cranial do pilar coronário ventral no saco ventral do rúmen foram retiradas com auxílio  
192 de bisturi, preservadas em solução de formal a 10%, e posteriormente avaliadas quanto à altura,  
193 largura e área das papilas através de análise de imagem das papilas digitalizadas com auxílio  
194 do programa ImageJ<sup>®</sup>. A espessura da parede ruminal (lâmina própria da mucosa, túnica  
195 muscular e túnica serosa) foram determinadas com auxílio de microscópio estereoscópico e de  
196 régua milimetrada conforme proposto por Lesmeister et al. (2004).

197 Após o abate, as carcaças foram identificadas, divididas ao meio e pesadas para  
198 determinação do rendimento de carcaça quente, lavadas e levadas ao resfriamento por 24 horas  
199 em temperatura variando entre 0 e 2 °C. Após o resfriamento, as carcaças foram pesadas e  
200 avaliadas quanto à conformação, baseada na expressão muscular (1-3 pontos =inferior; 4-6  
201 pontos = má; 7-9 pontos = regular; 10-12 pontos =boa; 13-15 pontos = muito boa; 16-18 =  
202 superior) segundo metodologia descrita por Müller (1987). O rendimento de carcaça quente e  
203 frio, expresso em percentual do peso corporal e do PCVZ foi obtido pela relação entre o peso  
204 de carcaça quente/frio e o peso de abate e o peso corporal vazio.

205 Na meia-carcaça direita foram realizadas as medidas métricas da carcaça: comprimento  
206 de carcaça (correspondente à medida do bordo anterior do osso púbis ao bordo anterior medial  
207 da primeira costela); espessura de coxão (medida com auxílio de compasso posicionado entre  
208 a face lateral e a medial da porção superior do coxão); comprimento de perna (ponto da  
209 articulação tíbio-tarsiana até o bordo anterior do púbis); comprimento de braço (medida da  
210 articulação rádio-carpiana até a extremidade do olécrano); e perímetro de braço (envolvendo a  
211 parte média do rádio-cúbito e os músculos que recobrem a região). Nesta meia carcaça foi  
212 realizado um corte entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela para expor o músculo *Longissimus dorsi*. Em  
213 seguida, foi desenhado o contorno da área desse músculo com papel vegetal e com auxílio do  
214 programa ImageJ<sup>®</sup>, mensurada sua área expressa em cm<sup>2</sup>. Ainda na face exposta do músculo  
215 *Longissimus dorsi*, após 30 minutos de exposição ao ar, foram realizadas as avaliações das  
216 características subjetivas da carne cor, marmoreio e textura, seguindo a metodologia descrita  
217 por Müller (1987). A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi obtida com auxílio de  
218 paquímetro sendo utilizada a média de duas leituras. A composição física da carcaça foi  
219 estimada segundo a metodologia de Hankins & Howe (1946).

220 As meias carcaças esquerdas foram separadas nos três cortes primários: dianteiro, traseiro  
221 especial e ponta de agulha. O dianteiro foi separado do traseiro especial e da ponta de agulha  
222 entre a 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> costela, e incluiu o pescoço, a paleta, o braço e cinco costelas. O traseiro especial  
223 foi separado da ponta de agulha a 22 cm das vertebrae. A ponta de agulha incluiu as costelas (a  
224 partir da sexta) mais os músculos abdominais. Os cortes foram pesados para obtenção de seus  
225 rendimentos em relação ao peso da carcaça fria.

226

## 227 **2.6. Análises estatísticas**

228 Antes das análises, verificaram-se as pressuposições de distribuição normal e  
229 homocedasticidade para todas as variáveis. Para avaliação do efeito dos tratamentos foram



230 realizadas análises de variância (teste F), regressão e correlação de Pearson. Para o estudo de  
231 regressão adotou-se o modelo matemático:  $\gamma_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_j + \epsilon_{ij}$ , onde:  $\gamma_{ij}$   
232 = variáveis dependentes;  $\beta$ 's = coeficientes de regressão;  $X_i$  = níveis de inclusão;  $\alpha_j$  = desvios  
233 da regressão; e  $\epsilon_{ij}$  = erro aleatório residual. A escolha do modelo mais adequado para cada  
234 variável baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, utilizando-se o nível de  
235 0,05 de significância. Para as variáveis subjetivas da carcaça (Cor, textura, conformação e  
236 marmoreio) utilizou-se o teste Kruskal-Wallis com o nível de 0,05 de significância. Para  
237 avaliação dos indicadores sanguíneos, adotou-se o modelo matemático representado por:  $\gamma_{ij} =$   
238  $\mu + \tau_i + \xi_j + \tau_i * \xi_j + \epsilon_{ij}$ , onde:  $\gamma_{ij}$  = variável dependente;  $\mu$  = média geral;  $\tau_i$  = efeito do fator i  
239 (coleta);  $\xi_j$  = efeito do fator (glicerina bruta);  $(\tau_i * \xi_j)$  = interação entre fator c e fator j;  $\epsilon_{ij}$  = erro  
240 experimental residual. O peso inicial foi utilizado como co-variável, sendo que quando não  
241 significativo o efeito foi retirado do modelo.

242

### 243 3. RESULTADOS

#### 244 3.1. Consumo, digestibilidade e desempenho

245 O consumo de matéria seca (CMS) decresceu linearmente ( $P < 0,01$ ) à medida que a  
246 glicerina bruta foi incluída na dieta (Tabela 2). Para cada grama de inclusão na dieta, o CMS  
247 dos bezerros expressos em kg/dia, g/kgPC<sup>0,75</sup> e %PC, reduziram 0,003 kg, 0,08 g/kgPC<sup>0,75</sup> e  
248 0,0024%, respectivamente. A ingestão dos nutrientes, exceto o consumo de extrato etéreo  
249 (CEE), também foram reduzidos com a inclusão da glicerina bruta na dieta (Tabela 2).

250 A inclusão da glicerina bruta na dieta não alterou ( $P > 0,05$ ) a digestibilidade aparente da  
251 MS, FDN, PB, CNF e EE (Tabela 3). Os valores dos nutrientes digestíveis totais das dietas  
252 também não foram alterados ( $P > 0,05$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta.

253 Tabela 2. Efeito da inclusão da glicerina bruta na dieta sobre o consumo dos bezerros mestiços  
254 de origem leiteira.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				EPM <sup>1</sup>	P-valor <sup>2</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
	kg/dia						
Matéria Seca <sup>3</sup>	4,14	4,11	3,80	3,49	3,89±0,36	0,002	0,952
Proteína Bruta <sup>4</sup>	0,61	0,62	0,60	0,56	0,60±0,05	0,070	0,952
Fibra em detergente Neutro <sup>5</sup>	0,71	0,68	0,60	0,54	0,63±0,05	0,001	0,952
Carboidratos não Fibrosos <sup>6</sup>	2,75	2,75	2,48	2,25	2,56±0,24	0,001	0,952
Extrato Etéreo	0,08	0,10	0,09	0,08	0,09±0,01	0,965	0,952
Nutrientes Digestíveis Totais <sup>7</sup>	3,21	3,20	2,96	2,73	3,03±0,29	0,005	0,709
	g/kgPC <sup>0,75</sup>						
Matéria Seca <sup>8</sup>	101,45	98,03	88,78	83,70	93,00±8,05	0,001	0,935
Nutrientes Digestíveis Totais <sup>9</sup>	78,68	76,27	69,11	65,53	72,39±6,25	0,001	0,861
	% do PC						
Matéria Seca <sup>10</sup>	2,96	2,84	2,55	2,43	2,70±0,22	0,0001	0,837
Fibra em detergente Neutro <sup>11</sup>	0,51	0,47	0,40	0,41	0,44±0,05	0,001	0,286

255 <sup>1</sup>Erro Padrão da Média; <sup>2</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; <sup>3</sup> $\hat{Y}=4,12-0,0029x$  ( $R^2=0,39$ ); <sup>4</sup> $\hat{Y}=0,62-0,0002x$   
256 ( $R^2=0,15$ ); <sup>5</sup> $\hat{Y}=0,71-0,0008x$  ( $R^2=0,66$ ); <sup>6</sup> $\hat{Y}=2,8-0,0023x$  ( $R^2=0,46$ ); <sup>7</sup> $\hat{Y}=3,27-0,0021x$  ( $R^2=0,32$ ); <sup>8</sup> $\hat{Y}=102,03-$   
257  $0,0799x$  ( $R^2=0,48$ ); <sup>9</sup> $\hat{Y}=79,28-0,0579x$  ( $R^2=0,44$ ); <sup>10</sup> $\hat{Y}=2,97-0,0024x$  ( $R^2=0,52$ ); <sup>11</sup> $\hat{Y}=0,503-0,0005x$  ( $R^2=0,42$ ).

258 Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas e valores de nutrientes digestíveis  
259 totais de dietas contendo glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-valor <sup>1</sup>	
	0	8	16	24		L	Q
Matéria Seca	0,73	0,72	0,73	0,74	0,73±2,53	0,202	0,372
Proteína Bruta	0,38	0,37	0,38	0,40	0,38±8,18	0,669	0,737
Fibra em detergente Neutro	0,78	0,77	0,78	0,79	0,78±3,26	0,563	0,656
Carboidratos não Fibrosos	0,85	0,84	0,85	0,87	0,85±2,22	0,313	0,235
Extrato Etéreo	0,70	0,71	0,71	0,72	0,71±5,15	0,610	0,848
NDT (g/kg)	777,0	778,8	777,7	780,1	778,4±2,05	0,822	0,967

260 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; NDT - Nutrientes Digestíveis Totais.

261 Embora o CMS tenha sido reduzido com o aumento da glicerina bruta na dieta, a  
 262 utilização desse ingrediente não afetou o desempenho animal (Tabela 4). O ganho de peso  
 263 diário, o peso final, o ganho de peso total e a conversão alimentar dos bezerros não foram  
 264 alterados ( $P>0,05$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta. As medidas de crescimento  
 265 corporal, altura na garupa, altura na cernelha, largura da garupa, perímetro torácico e  
 266 comprimento corporal, bem como seus respectivos ganhos ao longo do período experimental  
 267 não foram afetadas ( $P>0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta na dieta (Tabela 4).

268

269 Tabela 4. Variáveis de desempenho de bezerros alimentados com dietas com inclusão de  
 270 glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
Peso Inicial, kg	91,0	94,2	98,6	98,1	98,5±11,8	-	-
Peso Final, kg	194,8	195,2	199,1	193,6	195,7±16,1	0,808	0,952
GMD, kg/dia	1,121	1,095	1,106	1,033	1,09±0,16	0,592	0,940
Ganho de Peso Total, Kg	103,8	101,0	100,5	95,5	102,2±18,1	0,381	0,855
CA, kgMS/kgPC	3,6	3,8	3,4	3,4	3,6±0,53	0,405	0,952
Altura na Garupa final, cm	112,8	112,4	113,0	114,0	113,1±3,55	0,517	0,758
Ganho, cm	17,8	16,2	16,9	18,7	17,4±5,44	0,389	0,463
Altura na Cernelha final, cm	106,9	106,7	109,5	107,9	107,8±3,46	0,364	0,622
Ganho, cm	16,6	21,3	17,3	16,3	17,9±7,49	0,949	0,411
Largura de Garupa final, cm	35,2	35,0	34,5	35,2	34,9±1,49	0,858	0,916
Ganho, cm	9,4	8,8	9,0	9,8	9,3±3,21	0,788	0,961
Perímetro Torácico final, cm	131,8	132,5	133,8	135,1	133,3±4,35	0,180	0,388
Ganho, cm	27,6	28,9	27,4	30,4	28,6±8,68	0,303	0,937
Comprim. Corporal final, cm	99,2	99,3	98,8	97,8	98,8±3,31	0,442	0,698
Ganho, cm	17,8	17,9	18,6	18,4	18,2±6,75	0,420	0,852

271 <sup>1</sup>Probabilidade - L: linear; Q: quadrático; GMD: Ganho de peso médio diário; CA: Conversão alimentar.

272

273

### 274 3.2. Características de carcaça

275 Os valores médios para peso de abate, peso de corpo vazio (PCVZ), os pesos de carcaça  
 276 quente (PCQ) e carcaça fria (PCF), bem como seus respectivos rendimentos não foram  
 277 modificados ( $P>0,05$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta em nenhuma das formas em  
 278 que foram expressos (Tabela 5).

279

280 Tabela 5. Características quantitativas da carcaça de bezerros em função das dietas contendo  
 281 glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	<i>P</i> -valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
	kg						
Peso Corporal Vazio	167,4	171,3	178,6	172,6	172,5±16,4	0,451	0,707
Peso de Carcaça Quente	97,7	97,8	99,1	96,9	97,9±9,4	0,944	0,355
Peso de Carcaça Fria	95,0	94,6	96,9	94,4	95,2±9,4	0,976	0,707
	% PC						
Rendimento de Carcaça Quente	50,1	49,9	49,9	49,8	49,9±1,4	0,431	0,933
Rendimento de Carcaça Fria	48,8	48,2	48,8	48,5	48,6±1,5	0,315	0,813
	% PCVZ						
Rendimento de Carcaça Quente	58,4	56,8	55,7	56,0	56,7±1,7	0,770	0,421
Rendimento de Carcaça Fria	56,8	54,9	54,5	54,5	55,2±1,7	0,158	0,356

282 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático;

283

284 A inclusão da glicerina bruta na dieta não alterou ( $P>0,05$ ) os pesos dos cortes primários  
 285 da carcaça (Tabela 6). Quando os cortes foram calculados como percentual do peso da carcaça  
 286 fria, o dianteiro e a ponta de agulha apresentaram respostas quadráticas ( $P<0,05$ ) com os  
 287 incrementos da glicerina bruta na dieta. Segundo as equações de regressão, a menor proporção  
 288 do dianteiro foi estimada com a inclusão de 85,7 g/kg de glicerina bruta enquanto a máxima  
 289 proporção da ponta de agulha foi verificada com 96,3 g/kg de glicerina bruta na dieta. A

290 proporção do traseiro especial na carcaça, a quebra durante o processo de resfriamento (QR), a  
 291 espessura de gordura subcutânea (EGS), a área do *Longissimus dorsi* (ALD) e as medidas  
 292 métricas não foram alterados ( $P>0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta na dieta (Tabela 6).

293 Tabela 6. Características quantitativas, cortes primários e composição física da carcaça da  
 294 carcaça de bezerros em função das dietas contendo glicerina bruta.

Item	Nível de Glicerina Bruta (g/kg)				Média	P-valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
Traseiro Especial, kg	23,43	23,64	23,95	23,19	23,6±2,41	0,926	0,707
Traseiro Especial, %CF	49,33	50,14	49,34	49,27	49,5±1,01	0,277	0,639
Dianteiro, kg	18,50	18,04	18,76	18,89	18,6±9,28	0,553	0,707
Dianteiro <sup>2</sup> , %CF	38,95	38,10	38,78	40,01	38,9±0,86	0,025	0,012
Ponta de Agulha, kg	5,37	5,41	5,54	4,91	5,3±0,55	0,227	0,707
Ponta de Agulha <sup>3</sup> , %CF	11,29	11,34	11,43	10,30	11,1±0,70	0,189	0,020
Quebra por Resfriamento, kg	2,41	2,98	2,28	2,48	2,5±0,93	0,738	0,581
EGS, mm	1,00	0,80	0,87	0,78	0,8±0,38	0,573	0,900
Área de Olho de Lombo, cm <sup>2</sup>	44,82	44,81	47,11	44,21	45,2±3,87	0,861	0,952
Comprimento de Carcaça, cm	104,83	104,10	105,67	104,92	104,9±1,44	0,497	0,742
Comprimento de Perna, cm	57,50	58,10	58,17	58,17	57,9±1,25	0,375	0,634
Comprimento Braço, cm	32,25	31,90	32,33	32,67	32,3±1,40	0,408	0,491
Perímetro de Braço, cm	27,15	27,44	27,82	27,65	27,5±0,87	0,250	0,488
Espessura de Coxão, cm	17,75	17,38	17,33	17,20	17,4±0,96	0,344	0,601
Músculo, %CF	66,80	65,17	66,78	65,22	66,3±2,13	0,566	0,987
Ossos, %CF	16,82	18,08	16,67	18,57	16,2±1,87	0,221	0,538
Gordura, %CF	16,36	16,32	16,57	15,61	17,5±1,97	0,173	0,376

295 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático;  $^2\hat{Y} = 38,9055-0,012x+0,00007x^2$  ( $R^2 - 0,47$ );  $^3\hat{Y} = 11,2754+0,0104 -$   
 296  $0,000054x^2$  ( $R^2 - 0,33$ ); CF – carcaça fria; EGS: Espessura de Gordura Subcutânea.

297

298 A inclusão da glicerina bruta na dieta não afetou ( $P>0,05$ ) a composição tecidual, a  
 299 conformação das carcaças e as características ligadas à qualidade da carne: cor, textura e  
 300 marmoreio (Tabela 6). A conformação das carcaças foram classificadas como boa menos e a

301 carne classificada de cor vermelha; a textura fina e o marmoreio recebeu classificação traços  
302 (Tabela 7).

303

304 Tabelas 7. Características qualitativas da carcaça de bezerros em função com dietas contendo  
305 glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-KW <sup>1</sup>
	0	80	160	240		
Conformação <sup>2</sup>	8,00	10,00	8,33	9,50	8,96±6,1	0,1054
Marmoreio <sup>3</sup>	1,50	1,60	1,67	1,50	1,57±6,8	0,9308
Cor <sup>4</sup>	3,97	3,86	4,32	4,27	4,10±7,3	0,7095
Textura <sup>5</sup>	4,02	3,84	4,27	4,30	4,11±7,3	0,6847

306 <sup>1</sup>KW - teste de Kruskal-Wallis; <sup>2</sup>Conformação: Boa menos - 10 pontos; Boa típica - 11 pontos; Boa mais - 12  
307 pontos; <sup>3</sup>Marmoreio: 1 a 3 = traços; 4 a 6 = leve; 7 a 9 = pequeno; 10 a 12 = médio; 13 a 15 = moderado; 16 a 18  
308 = abundante; <sup>4</sup>Cor: 1 = escura; 2 = vermelho-escuro; 3 = vermelho levemente escuro; 4 = vermelha; 5 = vermelho  
309 vivo; <sup>5</sup>Textura: 1 = muito grosseira; 2 = grosseira; 3 = levemente grosseira; 4 = fina; 5 = muito fina.

310

### 311 3.3. Tamanho dos órgãos internos e biometria do trato gastrintestinal

312 O peso do pulmão, rins e fígado expressos em peso absoluto, % PC, % PCVZ não foram  
313 influenciados ( $P>0,05$ ) pelos níveis de inclusão da glicerina bruta na dieta. O peso do coração  
314 expresso em %PC, apresentou tendência ( $P=0,0531$ ) de efeito quadrático com peso máximo  
315 estimado com 113,3 g/kg de inclusão de glicerina bruta (Tabela 8).

316 A inclusão da glicerina bruta na dieta promoveu aumento do trato digestório superior dos  
317 animais (Tabela 9). O peso retículo-rúmen expresso em peso absoluto, % PC e % PCVZ  
318 aumentou linearmente ( $P<0,001$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta. O peso do omaso  
319 e abomaso expressos em peso absoluto foram elevados linearmente ( $P<0,05$ ) com a inclusão da  
320 glicerina bruta na dieta (Tabela 7). Quando expressos em % PC e % PCVZ o peso desses órgãos  
321 não foram alterados ( $P>0,05$ ).

322 Tabela 8. Pesos dos órgãos vitais de bezerros leiteiros alimentados com dieta contendo glicerina  
 323 bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
	kg						
Pulmão	2,05	2,35	1,90	2,07	2,1±0,32	0,607	0,878
Coração	0,92	0,95	0,99	0,91	0,9±0,05	0,987	0,930
Rins	0,66	0,67	0,60	0,69	0,7±0,12	0,866	0,244
Fígado	3,37	3,56	3,51	3,48	3,5±0,25	0,566	0,792
	% PC						
Pulmão	1,06	1,22	0,96	1,09	1,1±0,15	0,507	0,807
Coração	0,47	0,49	0,50	0,47	0,5±0,04	0,995	0,053
Rins	0,34	0,35	0,30	0,36	0,3±0,05	0,990	0,252
Fígado	1,72	1,83	1,78	1,80	1,8±0,20	0,604	0,305
	% PCVZ						
Pulmão	1,23	1,39	1,07	1,22	1,2±0,18	0,262	0,893
Coração	0,55	0,56	0,56	0,53	0,6±0,05	0,156	0,348
Rins	0,39	0,40	0,34	0,40	0,4±0,06	0,655	0,215
Fígado	2,01	2,08	1,99	2,02	2,0±0,23	0,869	0,409

324 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático.

325

326

327

328

329

330

331

332

333 Tabela 9. Variáveis do trato-gastrointestinal de bezerros alimentados com dietas contendo  
 334 glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
<b>Rúmen/retículo</b>							
kg <sup>2</sup>	3,97	4,27	4,56	4,45	4,3±0,24	0,001	0,707
% PC <sup>3</sup>	2,04	2,20	2,29	2,31	2,2±0,08	0,001	0,707
% PCVZ <sup>4</sup>	2,38	2,51	2,56	2,60	2,5±0,1	0,001	0,707
<b>Omaso</b>							
kg <sup>5</sup>	1,00	0,99	1,23	1,08	1,1±0,12	0,047	0,707
% PC	0,52	0,52	0,61	0,56	0,6±0,14	0,551	0,707
% PCVZ	0,60	0,59	0,68	0,63	0,6±0,16	0,791	0,649
<b>Abomaso</b>							
kg <sup>6</sup>	0,88	0,86	1,05	1,00	0,9±0,09	0,006	0,707
% PC	0,45	0,45	0,52	0,52	0,5±0,07	0,111	0,707
% PCVZ	0,52	0,51	0,58	0,59	0,6±0,08	0,218	0,770
<b>Intestino Grosso</b>							
kg	1,99	2,23	2,11	1,83	2,0±0,37	0,316	0,997
% PC	1,01	1,19	1,06	0,98	1,1±0,21	0,458	0,891
% PCVZ	1,18	1,35	1,18	1,11	1,2±0,25	0,300	0,995
<b>Intestino Delgado</b>							
Kg	3,22	3,22	3,14	2,81	3,1±0,47	0,210	0,487
% PC <sup>7</sup>	1,65	1,66	1,59	1,47	1,6±0,12	0,011	0,707
% PCVZ <sup>8</sup>	1,93	1,89	1,78	1,66	1,8±0,14	0,002	0,707
<b>Papilas</b>							
Área, mm <sup>2</sup>	20,0	24,8	21,0	25,0	22,7±4,26	0,488	0,986
Altura, mm	5,6	6,5	6,1	6,5	6,2±1,45	0,374	0,697
Largura, mm	2,4	2,5	2,3	2,6	2,5±0,50	0,488	0,614
EPR, µm	1230	1292	1642	1685	1462±168	0,001	0,917

335 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; <sup>2</sup> $\hat{Y}=4,05+0,002x$  ( $R^2=0,41$ ); <sup>3</sup> $\hat{Y}=2,08+0,001x$  ( $R^2=0,64$ );

336 <sup>4</sup> $\hat{Y}=2,41+0,0009x$  ( $R^2=0,41$ ); <sup>5</sup> $\hat{Y}=1,00+0,0006x$  ( $R^2=0,17$ ); <sup>6</sup> $\hat{Y}=0,86+0,0007x$  ( $R^2=0,29$ ); <sup>7</sup> $\hat{Y}=1,68-0,0008x$

337 ( $R^2=0,26$ ); <sup>8</sup> $\hat{Y}=1,95-0,0011x$  ( $R^2=0,36$ ); EPR - Espessura da Parede do Rúmen ( $\hat{Y}=1204,58+2,14x$ ,  $R^2=0,60$ ); PC-

338 Peso corporal; PCVZ – Peso corporal vazio.

339



340 O peso do intestino grosso, expresso em kg, % PC e % PCVZ não foi alterado ( $P>0,05$ )  
341 com a inclusão da glicerina bruta na dieta (Tabela 9). Todavia, o peso do intestino delgado foi  
342 reduzido linearmente com a inclusão da glicerina bruta na dieta. A área, altura e largura das  
343 papilas ruminais não foram alteradas ( $P>0,05$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta, mas  
344 a espessura da parede do rúmen aumentou linearmente ( $P<0,01$ ) à medida que a glicerina bruta  
345 foi incluída na dieta (Tabela 9).

346

### 347 **3.4. Indicadores Sanguíneos**

348 A inclusão da glicerina bruta na dieta não afetou ( $P>0,05$ ) as concentrações séricas de  
349 glicose, triglicerídeos, lipoproteína de alta densidade (HDL), proteínas totais (PT), albumina,  
350 uréia, alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase (AST) (Tabela 10).  
351 Entretanto, verificou-se efeito quadrático ( $P<0,05$ ) da inclusão da glicerina bruta na dieta sobre  
352 as concentrações de colesterol total com maior valor estimado com 117,9 g/kg de glicerina bruta  
353 na dieta. Todos os parâmetros analisados, com exceção da uréia, foram modificados ( $P<0,05$ )  
354 ao longo do período experimental (Tabela 10). As concentrações de glicose, colesterol total,  
355 colesterol HDL, albumina e a atividade da enzima ALT apresentaram comportamento  
356 quadrático ( $P<0,05$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta. Os valores mínimos para  
357 glicose, colesterol total, colesterol HDL e albumina foram estimados na 3ª coleta e na 2ª para  
358 enzima ALT, de acordo com as equações de regressão. As concentrações de triglicerídeos e a  
359 atividade da enzima AST foram reduzidas linearmente e as concentrações de PT foram  
360 aumentadas de forma linear. Não foram verificadas interações ( $P>0,05$ ) para nenhuma das  
361 variáveis.

362

363

364 Tabela 10. Efeito da inclusão da glicerina bruta sobre o perfil bioquímicos do sangue dos  
365 bezerros.

ITEM	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-valor <sup>1</sup>		
	0	80	160	240		GB	C	GB X C
Glicose, mg/dL	105,11	101,04	107,34	103,61	104,3±15,07	0,219	0,074	0,994
Triglicerídeos, mg/dL	122,23	127,25	127,81	122,41	124,9±45,66	0,989	0,000	0,999
Colesterol, mg/dL	103,95	114,68	113,48	103,60	108,9±25,85	0,141	0,000	0,414
HDL <sup>2</sup> , mg/dL	81,10	80,41	80,59	80,43	80,6±15,47	1,000	0,014	0,987
Proteínas totais, g/dL	4,83	4,78	5,20	4,86	4,9±1,02	0,408	0,000	0,965
Albumina, g/dL	3,54	3,51	3,51	3,52	3,5±0,27	0,876	0,000	0,835
Uréia, mg/dL	28,46	28,98	28,40	27,89	28,4±3,98	0,894	0,921	0,342
ALT <sup>3</sup> , UI/L	13,72	16,13	16,31	15,74	15,5±12,65	0,780	0,000	0,710
AST <sup>4</sup> , UI/L	17,86	17,75	15,44	15,11	16,5±11,16	0,672	0,020	0,809

366 <sup>1</sup>Probabilidade; <sup>2</sup>HDL - Colesterol de alta densidade; <sup>3</sup>Alanina aminotransferase; <sup>4</sup>Aspartato aminotransferase;  
367 Colesterol ( $\hat{Y}=107,79+2,17x-0,092x^2$ ,  $R^2 = 0,99$ ).

368

## 369 4. DISCUSSÃO

### 370 4.1. Consumo, digestibilidade e desempenho

371 O consumo de nutrientes é um dos principais fatores afetando o desempenho dos animais  
372 (Van Soest, 1994). No presente estudo, embora o CMS e dos nutrientes tenha apresentado  
373 redução, não foi observada redução no desempenho dos animais. Este fato sugere uma melhoria  
374 na eficiência no metabolismo energético com a inclusão da glicerina bruta na dieta,  
375 provavelmente devido ao efeito do glicerol sobre o metabolismo ruminal e pós-absortivo, ou  
376 uma combinação de ambos em favor de ganho de tecido corporal (Donkin et al. 2009).

377 De acordo com Lee et al. (2011), dietas com inclusão de glicerina bruta melhoram a  
378 eficiência de utilização da energia pelo animal em função da menor perda de energia na forma  
379 de CH<sub>4</sub> (15,3 vs 29,6 mL/g de MS), que podem ser direcionadas para ganho de tecido. Estudo  
380 utilizando glicerol com carbono marcado demonstrou que a maior parte do carbono do glicerol

381 foi encontrada no propionato (Bergner et al., 1995). Dessa forma, a glicerina bruta favorece o  
382 aumento no aporte substâncias gliconeogênicas e melhoria eficiência metabólica da energia. O  
383 metabolismo intermediário do glicerol também é mais eficiente. Após ser absorvido através do  
384 intestino (Donkin et al., 2009) e ou, através da parede do rúmen (Rojek et al. 2008) o glicerol  
385 segue para o fígado onde a enzima glicerol quinase mais ATP o converte em glicerol-3-fosfato  
386 e ADP, sendo esta uma etapa intermediária da glicólise em que o glicerol pode ser direcionado  
387 tanto para a glicólise ou gliconeogênese. Esse processo de metabolização do glicerol leva a  
388 vantagem não ter a sua regulação limitada pelas enzimas da piruvato carboxilase e  
389 fosfoenolpiruvato carboxilase, pois entra no caminho da gliconeogênicas ao nível de fosfato  
390 triose, metabolicamente mais perto da glicose (Rémond et al., 1993; Defrain et al., 2004).

391 Resultados de desempenho similares aos observados no presente estudo foi registrado na  
392 terminação de novilhas cruzadas (334 kg PV) alimentadas com dietas com alta proporção de  
393 concentrado com inclusão de 0, 7,5 e 15% de glicerina bruta que reduziram o consumo sem  
394 efeito sobre o ganho de peso (Van Cleef et al., 2011). Da mesma forma, Anderson e Ilse (2012)  
395 verificaram redução linear no CMS com a inclusão da glicerina bruta (0, 6, 12 e 18%) na dieta  
396 de terminação de novilhas sem efeito sobre ganho médio diário. Com relação as taxas de  
397 crescimento observadas, todas estão de acordo com sugeridos por Hoffman (1997) para animais  
398 de origem leiteira.

399 Quanto ao comportamento registrado para o CMS, embora a glicerina bruta utilizada no  
400 presente estudo tenha passado por processo de separação de impurezas e apresentasse boa  
401 qualidade, o teor de cloreto de sódio na sua composição (7,47% de Na Cl) é o fator mais  
402 provável para a redução no CMS. O sódio exerce importante função na regulação do consumo,  
403 e animais jovens são mais sensíveis ao sal que bovinos adultos (Berger e Rasby, 2011), por esse  
404 motivo, a quantidade de sódio na dieta não deve ultrapassar as exigências do animal. O consumo  
405 médio de glicerina neste estudo foi de 329, 608 e 838 g/dia, logo, o consumo diário de NaCl foi

406 de 24, 45,4 e 62,56 g, respectivamente, para as dietas com 80, 160 e 240 g/kg de glicerina bruta.  
407 Considerando o NaCl com 39% de sódio, a quantidade de sódio consumida ultrapassou as  
408 exigências dos animais, que para bovinos em crescimento é de 1,5 g Na absorvido/100kg de PC  
409 (NRC, 2001). O percentual de cloreto de sódio (6% NaCl) na glicerina bruta também foi  
410 apontado por Sancanari et al. (2011) como responsável redução no consumo MS de vacas  
411 leiteiras alimentadas com dietas contendo 0, 15 e 30% de inclusão de glicerina bruta em  
412 substituição ao milho.

413 O CMS engloba a ingestão de todos os nutrientes e por consequência do efeito da inclusão  
414 da glicerina bruta na dieta sobre essa variável, a ingestão da PB, CNF e FDN foram reduzidos.  
415 A elevação do teor de EE na dieta com a inclusão de glicerina bruta provavelmente compensou  
416 o menor CMS, conseqüentemente, o consumo deste nutriente não sofreu alteração. O  
417 decréscimo no CCNF e CFDN deve-se a menor participação desses nutrientes nas dietas com  
418 glicerina bruta. Redução no CFDN semelhante ao que aconteceu nesse estudo foi relatado por  
419 Leão et al. (2012) em dietas com 0, 6, 12 e 24% de glicerina bruta para vacas e novilhos de  
420 aptidão leiteira. Vacas leiteiras alimentadas com dietas contendo 0, 5, 10 e 15% na MS de  
421 glicerol refinado durante 56 dias também diminuíram o CFDN, entretanto, o CMS não diferiu  
422 (Donkin et al., 2009). A menor ingestão de energia pelos animais alimentados com glicerina  
423 bruta na dieta está diretamente relacionada à redução no CMS semelhante ao verificado por  
424 Farias et al. (2012) que observaram decréscimos no consumo de NDT por novilhas  
425 suplementadas com 0; 2,8; 6,1 e 9% de glicerina bruta na dieta total.

426 Quanto a digestibilidade aparente das dietas, os resultados obtidos estão de acordo com  
427 estudos anteriores que relataram nenhum efeito sobre a digestibilidade aparente dos nutrientes  
428 em dietas com inclusão de glicerina bruta avaliaram a inclusão de glicerina bruta na dieta  
429 (Avila-Stagno et al., 2012; Kass et al., 2012; Boyd et al., 2013; Wilbert et al., 2013). A inclusão  
430 da glicerina bruta parece influenciar negativamente a digestibilidade da fibra como efeito sobre

431 o crescimento e atividade de bactérias celulolíticas (Roger et al., 1992; Abughazaleh et al.,  
432 2008; Abo El-nor et al., 2010). A inclusão de 0, 5 e 10% de glicerina bruta não afetou a DAMS  
433 em dietas para vacas leiteiras a base de casca de algodão ou silagem de milho, mas a  
434 digestibilidade da fibra em detergente neutro (DAFDN) decresceu linearmente (Shin et al.,  
435 2012), sugerindo que a inclusão da glicerina bruta na dieta deprime a digestibilidade ruminal  
436 da fibra, principal local de digestão da fibra em ruminantes (Van Soest, 1994). Entretanto, no  
437 presente estudo a inclusão da glicerina bruta na dieta não provocou qualquer efeito sobre a  
438 digestibilidade aparente da FDN, demonstrando que a inclusão da glicerina bruta não provoca  
439 efeitos negativos sobre o aproveitamento de nenhum componente da dieta.

440

#### 441 **4.2. Características de carcaça**

442 A ausência de efeito da inclusão glicerina bruta na dieta sobre o PCQ e PCF pode ser  
443 explicada pelo fato dos animais apresentarem semelhante peso de abate, evidenciada pela  
444 correlação entre peso de abate e peso de carcaça quente ( $r=0,96$ ;  $P<0,0001$ ). Os percentuais dos  
445 cortes primários da carcaça são calculados em unidade relativas da carcaça, assim o aumento  
446 ou redução da participação de um corte no total, resulta na redução ou aumento do outro. Com  
447 a redução no percentual do peso do dianteiro na carcaça com incremento de quantidades  
448 maiores que 85,7 g/kg de glicerina bruta na dieta, a ponta de agulha passou a participar mais da  
449 carcaça explicando o aumento de seu percentual até o nível de 96,3 g/kg de inclusão. Respostas  
450 semelhantes para as características de carcaça foram verificadas por Mach et al. (2009), que  
451 também não observaram efeito da inclusão de 0, 4, 8 e 12% de glicerina bruta sobre o peso vivo  
452 final, peso de carcaça quente e rendimento de carcaça de novilhos holandeses e por Gunn et al.  
453 (2011) obtiveram PCQ e RCQ semelhante de bezerros de corte desaleitados precocemente que  
454 receberam dieta com 15 ou 30% de glicerina bruta na MS.

455 A ausência de gordura de cobertura e maior proporção de água nos tecidos dos bezerros  
456 justifica elevado valor (2,54 kg) observado para quebra durante o processo de resfriamento.  
457 Embora a EGS seja importante para proteger a carcaça dos efeitos prejudiciais do resfriamento  
458 como encurtamento das fibras musculares e desidratação, vitelos são animais de baixo  
459 percentuais de gordura na composição da corporal, sendo esse um atributo diferencial desse  
460 tipo de carne (Almeida Junior et al., 2008). Quanto à composição física das carcaças, as  
461 modificações nas proporções dos tecidos (músculo, gordura e osso) são observadas à medida  
462 que o animal cresce e estão diretamente relacionadas a diferentes taxas de crescimento e  
463 composições do ganho de peso (Carvalho et al., 2003). Todavia, a carcaça de vitelo deve  
464 apresentar quantidade máxima de músculo, mínima de osso e de gordura, característica  
465 diferencial desse tipo de carne.

466 A ALD, o comprimento de carcaça, de perna e de braço; o perímetro de braço e a  
467 espessura do coxão expressam à musculosidade da carcaça e são importantes por estarem  
468 associadas diretamente com a porção comestível, e por aumentar o rendimento dos cortes  
469 secundários (Costa et al., 2002; Pascoal et al., 2009). No presente estudo essas variáveis não  
470 foram alteradas de forma semelhante aos dados obtidos por Bartoñ et al. (2013), que não  
471 registraram efeito da inclusão de 0; 4,7 e 9,3% de glicerina bruta na dieta de touros em  
472 terminação sobre as características da carcaça e qualidade da carne.

473 Os bezerros desse estudo são classificados como vitelos de carne rosa, animais que  
474 recebem alimentos sólidos e abatidos com até 200 kg PV. A classificação vermelha viva seria  
475 a cor ideal para a carne de vitelos, mas a vermelha também é aceitável (Lagoda et al., 2002).  
476 De acordo com Cozzi et al. (2009), produtores de vitelo que utilizam alimentos sólidos na dieta  
477 dos animais comumente têm dado preferência para o fornecimento de grãos de milho sozinho  
478 para reduzir o risco de prejudicar a cor da carcaça. Em função disso, o uso de alimentos  
479 alternativos na alimentação de bezerros destinados à produção de vitelos não deve alterar, entre

480 outros fatores, a cor da carne. Para vitelos, a cor constitui uma importante característica de  
481 classificação (Cozzi et al., 2002), além de ser o atributo da carne mais importante no momento  
482 da comercialização por ser a primeira assimilada pelo consumidor (Ramos & Gomide, 2009).  
483 No presente estudo, a inclusão da glicerina bruta na dieta não causou qualquer efeito prejudicial  
484 sobre a cor da carne demonstrando que a glicerina bruta pode ser utilizada na alimentação de  
485 vitelos sem alterar parâmetro.

486

#### 487 **4.3. Tamanho dos órgãos internos e biometria do trato gastrintestinal**

488 O coração e os pulmões são órgãos que tendem a manter sua integridade por terem  
489 prioridade na utilização de nutrientes, independentemente do nível de alimentação (Perón et al.,  
490 1993), por isso a semelhança do peso desses órgãos mesmo com animais alimentados com  
491 dietas diferentes é esperada. No entanto, para o fígado e rins, esperava-se um aumento com o  
492 incremento dos níveis de glicerina bruta na dieta por estes serem os principais órgãos  
493 responsáveis por metabolizar o glicerol absorvido (Lin, 1977). Além do fígado e dos rins, o  
494 coração, o tecido adiposo e os músculos também metabolizam o glicerol (Lee et al., 2001). Um  
495 provável aumento na taxa metabólica do coração com o incremento da glicerina na dieta e  
496 consequente glicerol no organismo pode ter contribuído para o aumento no percentual do  
497 coração em relação ao peso vivo com a inclusão da glicerina na dieta.

498 O aumento do peso do retículo-rúmen pode ocorrer em função de dois aspectos: aumento  
499 da massa do rúmen e crescimento das papilas (Baldwin et al., 2004; Khan et al., 2007). No  
500 entanto, não foram verificadas diferenças significativas para área, altura e largura das papilas  
501 ruminais com a inclusão da glicerina bruta na dieta. De acordo com Bergman (1990), cerca de  
502 50% do propionato e quase a totalidade do butirato produzidos no rúmen são metabolizados no  
503 epitélio ruminal. Assim, o aumento do peso vazio do retículo-rúmen está associado ao aumento  
504 da espessura da parede do rúmen em resposta aos incrementos da glicerina bruta na dieta,

505 provavelmente devido ao maior metabolismo que ocorre nesse tecido em função da maior  
506 produção de propionato e butirato produzidos quando se inclui glicerina na dieta (Rémond et  
507 al., 1993; Wang et al., 2009).

508 Quanto ao aumento no peso do omaso nos animais que receberam glicerina bruta na deita,  
509 maior desenvolvimento desse compartimento ocorre em animais consumindo dietas com maior  
510 proporção de fibra, possivelmente, pelo tamanho das partículas e do tempo de retenção pelo  
511 omaso (Cozzi et al., 2002; Ribeiro et al., 2001). Ademais, pode ocorrer involução do omaso em  
512 bovinos alimentados com dietas contendo altos níveis de concentrado (Van Soest, 1994). A  
513 redução do peso do intestino delgado pode ser explicado pelo menor consumo de MS,  
514 correlacionado positivamente ( $r = 0,60$ ;  $P=0,0026$ ) com peso do intestino. Embora a dieta  
515 influencie o desenvolvimento das papilas, a inclusão da glicerina bruta na dieta não exerceu  
516 nenhum efeito sobre a largura e altura das papilas. A glicerina bruta substituiu parcialmente o  
517 grão de milho na dieta, ingrediente rico em amido e com características fermentativas ruminais  
518 semelhantes ao glicerol (principal componente da glicerina bruta) quanto a produção de ácidos  
519 graxos voláteis, promovendo desenvolvimento semelhante entre os tratamentos.

520

#### 521 **4.4. Indicadores sanguíneos**

522 Os resultados para as concentrações plasmáticas de glicose observadas no presente estudo  
523 é semelhante as observadas em outras pesquisas com glicerina bruta na alimentação de bovinos  
524 (Mach et al., 2009; Boyd et al., 2011; Gunn et al., 2011; Bartoñ et al., 2013). Os valores  
525 observados para glicose permaneceram dentro da variação relatada por Swenson (1996) para  
526 bezerros que é de 8 a 120 mg/dL. A idade dos animais é importante ao se interpretar a  
527 concentração de glicose sanguínea, já que animais jovens possuem valores mais elevados em  
528 relação a animais adultos (Mohri et al., 2007). Os níveis mais altos da glicose sanguínea para  
529 animais jovens são relacionados à alta atividade de enzimas hepáticas responsáveis pela



530 liberação de glicose e maiores concentrações plasmáticas do hormônio do crescimento (GH)  
531 para suportar o rápido crescimento (Shaffer et al., 1981; Mondal e Prakash, 2004). Além disso,  
532 a digestão de parte do amido no intestino delgado que escapa da digestão ruminal em dietas  
533 com alto concentrado, conduz a um posterior aumento na liberação de glicose pelo fígado na  
534 circulação periférica (Huntington et al., 2006; Kozloski, 2009).

535 Grande parte do glicerol contido na glicerina bruta é fermentado no rúmen na sua maior  
536 parte a propionato ou absorvido diretamente pela parede do rúmen seguindo para o metabolismo  
537 hepático (Remond et al., 1993). Tem sido descrito que a concentração portal de propionato e  
538 de glicose estimula a liberação de insulina plasmática. Esse hormônio, apesar de inibir a  
539 gliconeogênese a partir de glicerol, por exemplo, não afeta a produção de glicose a partir de  
540 propionato (Kozloski, 2009), principal AGV produzido com dieta de alto concentrado, o que  
541 também explicaria os elevados valores de glicose observados no presente estudo.

542 Ao mesmo tempo, a alta concentração de glicose, também pode ter contribuído para as  
543 elevadas as concentrações de triglicerídeos e colesterol total, considerando os valores de  
544 referências recomendados para bezerros desmamados entre 3 e 12 meses de 46,3 a 79,7 mg/dL  
545 (Pogliani e Birgel Junior, 2007). Esses valores mais elevados estariam ligados aos incrementos  
546 da lipogênese e redução na lipólise estimulada pela insulina no tecido adiposo (Frenghf e  
547 Kennell, 1990; Thrall et al., 2006; Kozloski, 2009). As HDL apresentaram efeito para idade  
548 semelhante ao colesterol total, justificado já que as HDL é a principal forma de transferência  
549 de colesterol do fígado e intestino delgado para os tecidos periféricos. As HDL nos bezerros  
550 foram de acordo com os valores relatados por Osorio et al. (2012) de  $81,22 \pm 30,06$  mg/L para  
551 machos jovens.

552 A mensuração da concentração de proteínas totais, albumina e globulina são importantes  
553 no diagnóstico de doenças e distúrbios no funcionamento do fígado, onde são sintetizadas  
554 (Klinkon e Ježekem, 2012). Apesar de mostrar-se abaixo do intervalo de referência

555 recomendado para bezerros de 5-7 g/dL nas primeiras três coletas, a concentração plasmática  
556 de proteínas totais e os valores de albumina, apresentaram-se dentro da faixa oscilação  
557 considerada normal para bezerros cruzados de 3 a 5 meses de idade registrada por Lohakare et  
558 al. (2006), indicando normal funcionamento do fígado com dietas com glicerina bruta.  
559 Geralmente, animais jovens apresentam valores mais baixos de PT e albumina que animais  
560 adultos (Doornenbal e Murray, 1988) e tendem a se elevar com o crescimento dos animais  
561 (Shaffer et al., 1981). Nenhum efeito dos níveis de inclusão de glicerina bruta ou da idade foi  
562 verificado para níveis de uréia sanguínea que permaneceram dentro dos níveis relatados por  
563 Kaneko et al (1997) de 20 a 30 mg/dL, sugerindo normais funções renais dos bezerros.

564 A atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST) apresentou redução com a idade  
565 e valores sempre abaixo (48,6 a 53,6 UI/L) dos relatados por Klinkon e Ježekem (2012) para  
566 bezerros de três a seis meses de idade. Baixa atividade da AST também foi relatada por Bartoñ  
567 et al. (2013) na terminação de novilhos recebendo glicerina bruta na dieta. A enzima alanina  
568 aminotransferase (ALT) apresentou menor atividade na segunda coleta e aumento nas demais  
569 coletas com valores superiores aos sugeridos por Fagliari et al. (1998). De acordo com Thrall  
570 et al. (2006) quantidade moderada dessa enzima é encontrada nos músculos de ruminantes e  
571 um aumento moderado da ALT é observado quando há lesão muscular. Entretanto, outras  
572 enzimas musculares específicas são mais adequadas para diagnosticar lesão muscular.

573

## 574 **5. CONCLUSÃO**

575 A inclusão de até 240 g/kg MS de glicerina bruta na dieta de bezerros destinados à  
576 produção de vitelos reduz o consumo de matéria seca sem afetar a digestibilidade, o ganho de  
577 peso, as características de carcaça e a saúde dos animais.

578

579

**580 7. REFERÊNCIAS**

- 581 AOAC, 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- 582 ALMEIDA JÚNIOR, G. A.; COSTA, C.; CARVALHO, S. M. R.; JÚNIOR, P. P.; PANICHI,  
583 A. 2008. Composição físico-química de carcaças de bezerros holandeses alimentados após  
584 o desaleitamento com silagem de grãos úmidos ou grãos secos de milho ou sorgo. R. Bras.  
585 Zootec. 37: 164-170.
- 586 AVILA, J. S., CHAVES, A. V., HERNANDEZ-CALVA, M., BEAUCHEMIN, K. A.,  
587 MCGINN, S. M., WANG, Y. HARSTAND, O. M., McALLISTER, T. A. 2011. Effects of  
588 replacing barley grain in feedlot diets with increasing levels of glycerol on in vitro  
589 fermentation and methane production. Anim. Feed Sci. Technol. 166, 265-268.
- 590 ABUGHAZALEH, A. A., ABO EL-NOR, S., BABU. R. 2008. The effect of replacing corn  
591 with glycerol on rumen fermentation and fiber digestibility. J. Anim. Sci. 86 (E-Suppl. 2),  
592 474. (Abstract).
- 593 ABO EL-NOR, S., ABUGHAZALEH, A. A., POTU, R. B., HASTINGS, D., KHATTAB, M.  
594 S. A. 2010. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. Anim.  
595 Feed Sci. Technol. doi:10.1016/j.anifeedsci.2010.09.012.
- 596 ANDERSON, V.L., ILSE, B.R. 2012. Effect of glycerol level in feedlot finishing diets on  
597 animal performance. NDSU Carrington Research Extension Center. Disponível em:  
598 [http://www.ag.ndsu.edu/archive/carringt/livestock/Beef%20Report%2008/Effect%20of%20Glycerol%20Level%20in%20Feedlot%20Finishing%20Diets%20on%20Animal%20Perf](http://www.ag.ndsu.edu/archive/carringt/livestock/Beef%20Report%2008/Effect%20of%20Glycerol%20Level%20in%20Feedlot%20Finishing%20Diets%20on%20Animal%20Performance.pdf)  
599 [ormance.pdf](http://www.ag.ndsu.edu/archive/carringt/livestock/Beef%20Report%2008/Effect%20of%20Glycerol%20Level%20in%20Feedlot%20Finishing%20Diets%20on%20Animal%20Perf). Acesso em: 16 de dezembro de 2012.
- 600
- 601 AVILA-STAGNO, J., CHAVES, A. V., HE, M. L., HARSTAD, O. M., K. A. BEAUCHEMIN,  
602 MCGINN, S. M., MCALLISTER, T. A., 2012. Effects of increasing concentrations of  
603 glycerol in concentrate diets on nutrient digestibility, methane emissions, growth, fatty acid  
604 profiles, and carcass traits of lambs. J. Anim. Sci. 91, 829-837.

- 605 BALDWIN, R. L. VI, MCLEOD, K. R., KLOTZ, J. L., HEITMANN, R. N., 2004. Rumen  
606 Development, Intestinal Growth and Hepatic Metabolism In The Pre-and Postweaning  
607 Ruminant. *J. Dairy Sci.* 87, Supp. E55-E65.
- 608 BARTOŇ, L., BUREŠ, D., HOMOLKA, P., JANČÍK, F., MAROUNEK, M., 2013. Effects of  
609 long-term feeding of crude glycerin on performance, carcass traits, meat quality, and blood  
610 and rumen metabolites of finishing bulls. *Livest. Sci.*,  
611 <http://dx.doi.org/10.1016/j.livsci.2013.04.010i>.
- 612 BERGMAN, E.N. 1990. Energy contributions of volatile fatty acids from the gastrointestinal  
613 tract in various species. *Physiology Review.* 10, 567-589.
- 614 BERGER, A. L., RASBY, R. J. 2011. Limiting feed intake with salf in beef cattle diets.  
615 University of Nebraska-Lincoln Extension, Institute of Agriculture and Natural Resources.  
616 In: Beef feeding and nutrition. February 2011.
- 617 BOYD, J., WEST, J. W., BERNARD, J. K. 2011. Effects of the addition of direct fed microbials  
618 and glycerol to the diet of lactating dairy cows on milk yield and apparent efficiency of yield.  
619 *J. Dairy Sci.* 94, 4616–4622.
- 620 CARVALHO, P. A.; SANCHEZ, L. M. B.; VIÉGAS, J.; VELHO, J. P.; JAURIS, G. C.,  
621 RODRIGUES, M. B. 2003. Desenvolvimento de estômago de bezerros holandeses desaleitados  
622 precocemente. *R. Bras. Zootec.* 32, 1461-1468.
- 623 CASALI, A.O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C. PEREIRA, J. C., HENRIQUES,  
624 L. T., FREITAS, S. G., PAULINO, M. F. 2008. Influência do tempo de incubação e do  
625 tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes  
626 bovinas obtidos por procedimentos in situ. *R. Bras. Zootec.* 37, 335-342.
- 627 COCHRAN, R.C., ADANS, D.C., WALLACE, J.D., GALYEAN M. L. 1986. Predicting  
628 digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *J.*  
629 *Anim. Scie.* 63, 1476-1483.

- 630 COSTA, E.C., RESTLE, J., VAZ, F.N., ALVES FILHO, D. C. BERNARDES, R. A. L. C.,  
631 KUSS, F. 2002. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos  
632 com diferentes pesos. R. Bras. Zootec. 31, 119-128.
- 633 COZZI, G., GOTTARDO, F., MATTIELLO, S., CANALI, E., SCANZIANI, E., VERGA, M.,  
634 ANDRIGHETTO, I., 2002. The provision of solid feeds to veal calves: I. Growth  
635 performance, forestomach development, and carcass and meat quality. J. Anim. Sci. 80, 357-  
636 366.
- 637 CHUNG, Y. H., RICO, D.E, MARTINEZ, C. M., CASSIDY, T. W., NOIROT, V., AMES, A.,  
638 VARGA, G. A. 2007. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein dairy cows  
639 on lactational performance and metabolic profiles. J. Dairy Sci. 90, 5682–5691.
- 640 DEFRAIN, J.M.; HIPPEN, R.; KALSCHEUR, K.F.; JARDON, P.W. 2004. Feeding glycerol  
641 to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. J. Dairy  
642 Sci, 87, 4195–4206.
- 643 DOORNENBAL, H., TONG, A.K.W., MURRAY, N.L. 1988. Reference Values of Blood  
644 Parameters in Beef Cattle of Different Ages and Stages of Lactation. Can. J. Vet. Res. 52,  
645 99-105.
- 646 DONKIN, S. S., KOSER, S. L., WHITE, H. M., DOANE, P. H., CECAVA, M. J. 2009. Feeding  
647 value of glycerol as a replacement for corn grain in rations fed to lactating dairy cows. J.  
648 Dairy Sci. 92, 5111–5119.
- 649 ELAM, N. A., ENG., K. S., BECHTEL, B., HARRIS, J. M., CROCKER, R. 2008. Glycerol  
650 from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. Proceedings of the Southwest  
651 Nutrition Conference, Tempe AZ, n. 21.
- 652 EZEQUIEL, J. M., QUEIROZ, M. A. A., GALATI, R. L., MENDES, A. R., PEREIRA, E. M.  
653 O., FATURI, C., NASCIMENTO FILHO, V. F., FEITOSA, J. V. 2005. Processamento da

- 654 Cana-de-Açúcar: Efeitos sobre a Digestibilidade, o Consumo e a Taxa de Passagem. R. Bras.  
655 Zootec. 34, 1704-1710.
- 656 FAGLIARI, J. J., SANTANA, A. E., LUCAS, F. A., CAMPOS FILHO, E., CURI, P. R., 1998.  
657 Constituintes sangüíneos de bovinos recém-nascidos das raças Nelore (*Bos indicus*) e  
658 Holandesa (*Bos taurus*) e de bubalinos (*Bubalus bubalis*) da raça Murrah. Arq. Bras. Med.  
659 Vet. Zoot. 50, 253-262.
- 660 FARIAS, M. S., PRADO, I. N., VALERO, M. V.F., ZAWADZKI, F. SILVA, R. R., EIRAS,  
661 C. E., RIVAROLI, D. C., LIMA, B. S. 2012. Níveis de glicerina para novilhas  
662 suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade.  
663 Ci. Agr. 33, 1177-1188.
- 664 FRENCH, N., KENNELLY, J. J. 1990. Effects of feeding frequency on ruminal parameters,  
665 plasma insulin, milk yield, and milk composition in holstein cows. J. Dairy Sci. 73, 1857-  
666 1863.
- 667 GUNN, P. J., LEMENAGER, R. P., BUCKMASTER, D. R. PAS., CLAEYS, M. C., LAKE,  
668 S. L. PAS. 2011. Effects of dried distillers grains with solubles and crude glycerin on  
669 performance, carcass characteristics, and metabolic parameters of early weaned beef calves.  
670 Prof. Anim. Scient. 27, 283–294.
- 671 HALL, M.B. 2000. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain  
672 non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, p.A-25 (Bulletin, 339).
- 673 HANKINS, O.G., HOWE, P.E. 1946. Estimation of composition of beef carcasses and cuts.  
674 Washington, D.C., USDA, 20p. (Technical Bulletin USDA, 926).
- 675 HEINRICHS, J. 2005. Rumens Development in the Dairy Calf. Adv. Dairy Tech. 17, 179-187.
- 676 HEINRICHS, A.J., P.J. KONONOFF. 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs  
677 using the new Penn State Forage Particle Separator. Technical Bulletin. College of  
678 Agriculture Science, Cooperative Extension. DAS 02-42.

- 679 HESS, B. W., LAKE, S. L., GUNTER, S. A. 2008. Using glycerin as a supplement for forage-  
680 fed ruminants. *J. Anim. Sci.* 86 (E-Suppl. 2), 392. (Abstract)
- 681 HOFFMAN, P.C., 1997. Optimum body size of Holstein replacement heifers. *J. Anim. Sci.* 75,  
682 836-845.
- 683 HUNTINGTON, G. B., HARMON, D. L., RICHARDS, C. J. 2006. Sites, rates, and limits of  
684 starch digestion and glucose metabolism in growing cattle. *J. Anim. Sci.* 84, E14-E24.
- 685 KANEKO, J. J., HARVEY, J. W., BRUSS, M. L. 1997. *Clinical Biochemistry of Domestic*  
686 *Animals*, Academic Press, California, USA.
- 687 KASS, M., ARIKO, T., KAART, T., RIHMA, E., OTS, M., ARNEY, D., KÄRT, O.,  
688 2012. Effect of replacement of barley meal with crude glycerol on lactation  
689 performance of primiparous dairy cows fed a grass silage-based diet. *Livest. Sci.* 150,  
690 240–247.
- 691 KASS, M., ARIKO, T., SAMARUTEL, J. LING, K., JAAKSON, H., KAART, T., ARNEY,  
692 D., KART, O., OTS, M. 2013. Long-term oral drenching of crude glycerol to primiparous  
693 dairy cows in early lactation. *Anim. Feed Sci. Technol.* 184, 58-66.
- 694 KOZLOSKI, G. V. 2009. *Bioquímica dos ruminantes*. 2. ed. Santa Maria: Ed. da UFMS. 214p.
- 695 KHAN, M. A., H. J. LEE, W. S. LEE, H. S. KIM, K. S. KI, T. Y. HUR, G. H. SUH, S. J.  
696 KANG, AND Y. J. CHOI., 2007. Structural growth, rumen development, and metabolic and  
697 immune responses of Holstein male calves fed milk through step-down and conventional  
698 methods *J. Dairy Sci.* 90, 3376–3387.
- 699 KLINKON, M., JEŽEK, J. 2012. Values of Blood Variables in Calves. In: *A Bird's-Eye View*  
700 *of Veterinary Medicine*. Tech, Available from: [http://www.intechopen.com/books/a-bird-s-](http://www.intechopen.com/books/a-bird-s-eye-view-of-veterinary-medicine/values-of-blood-variables-in-calves)  
701 [eye-view-of-veterinary-medicine/values-of-blood-variables-in-calves](http://www.intechopen.com/books/a-bird-s-eye-view-of-veterinary-medicine/values-of-blood-variables-in-calves).
- 702 KRUEGER, N. A., ANDERSON, R. C., TEDESCHI, L. O., CALLAWAY, T. R.,  
703 EDRINGTON, T. S. NISBET, D. J. 2010. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid

- 704 production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. *Bioresour.*  
705 *Technol.* 101, 8469-8472.
- 706 LAGE, J.F, PAULINO, P.V.R., PEREIRA, L.G.R., DUARTE, M. S., VALADARES FILHO,  
707 S. C., OLIVEIRA, A. S., SOUZA, N. K. P., LIMA, J. C. M. 2013. Carcass characteristics of  
708 feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. *Meat*  
709 *Sci.* 96, 108-113.
- 710 LEE, H. J., KHAN, M. A., LEE, W. S., KIM, H. S., KI, K. S., KANG, S. J., HUR, T. Y.,  
711 KHAN, M. S., CHOI, Y. J., 2008. Growth, Blood Metabolites, and Health of Holstein Calves  
712 Fed Milk Replacer Containing Different Amounts of Energy and Protein. *Asian-Aust. J.*  
713 *Anim. Sci.* 21, 198-203.
- 714 LEÃO, J. P., MIRANDA NEIVA, J. N. M., RESTLE, J. PAULINO, P. V. R., SANTANA, A.  
715 E. M., MIOTTO, F. R. C., MÍSSIO, R. L. 2012. Consumo e desempenho de bovinos de  
716 aptidão leiteira em confinamento alimentados com glicerol. *Ci. Anim. Bras.* 13, 421-428.
- 717 LAGODA, H. L., WILSON, L. L., HENNING, W. R., FLOWES, S. L., MILLS, E. W. 2002.  
718 Subjective and objective evaluation of veal lean color. *J. Anim. Sci.* 80, p. 1911–1916.
- 719 LESMEISTER, K. E., HEINRICHS, A. J., 2004. Effects of corn processing on growth  
720 characteristics, rumen development, and rumen parameters in neonatal dairy calves, *J. Dairy*  
721 *Sci.* 87, 3439–3450.
- 722 LIN, E.C. 1977. Glycerol utilization and its regulation in mammals. *Annu. Rev. Biochem.* 46,  
723 765–795.
- 724 LOHAKARE, J. D., PATTANAIK, A. K., KHAN, S. A. 2006. Effect of Dietary Protein Levels  
725 on the Performance, Nutrient Balances, Metabolic Profile and Thyroid Hormones of  
726 Crossbred Calves. *Asian-Aust. J. Anim. Sci.* 19, 1588-1596.



- 727 MACH, N., BACH, A., DEVANT, M., 2009. Effects of crude glycerin supplementation on  
728 performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 87,  
729 632-638.
- 730 MOHRI, M., SHARIFI, K., EIDI, S., 2007. Hematology and serum biochemistry of Holstein  
731 dairy calves: Age related changes and comparison with blood composition in adults. *Res.*  
732 *Vet. Sci.* 83, 30-39
- 733 MONDAL, M., PRAKASH, B. S. 2004. Changes on plasma non-esterified fatty acids, glucose  
734 and  $\alpha$ -amino nitrogen and their relationship with body weigh and plasma growth hormone  
735 in growing buffaloes (*Bubalus bubalis*). *J. Anim. Physiol. a. Anim. Nutr.* 88, 223-228.
- 736 NRC, Nutrient Requirement of Dairy Cattle, 2001. Seventh Revised Edition. National Research  
737 Council, National Academy Press. Washington, D.C.
- 738 Organisation for Economic Co-operation and Development (OECD) and the Food and  
739 Agriculture Organization (FAO) of the United Nations -OECD-FAO Agricultural Outlook  
740 2013-2022(2013). Disponível em: [http://www.oecd.org/site/oecd-](http://www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/highlights-2013-EN.pdf)  
741 [faoagriculturaloutlook/highlights-2013-EN.pdf](http://www.oecd.org/site/oecd-faoagriculturaloutlook/highlights-2013-EN.pdf)
- 742 OSORIO, J. H., VINAZCO, J., PÉREZ, J. E. 2012. Comparación de perfil lipídico por sexo y  
743 edad en bovinos. *Biosalud.* 11, 25–33.
- 744 POGLIANI, F. C., BIRGEL JUNIOR, E., 2007. Valores de referência do lipidograma de  
745 bovinos da raça holandesa, criados no Estado de São Paulo. *Braz. J. Vet. Res. Anim. Sci.*  
746 44, 373-383.
- 747 PARSONS, G. L. AND DROUILLARD, J. S. 2010. Effects of crude glycerin on ruminal  
748 metabolism and diet digestibility in flaked corn finishing diets. p.3. In: Proceedings of the  
749 43rd Midwestern Meeting of American Dairy Science Association and American Society of  
750 Animal Science. ASAS, Des Moines. Disponível em: <http://krex.k->

- 751 [state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/8141/cattle10pg90-92.pdf?sequence=1](http://state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/8141/cattle10pg90-92.pdf?sequence=1). Acesso em:  
752 16 de dezembro de 2012.
- 753 PARKER, A. J., DOBSON, G. P., FITZPATRICK, L. A. 2007. Physiological and metabolic  
754 effects of prophylactic treatment with the osmolytes glycerol and betaine on *Bos indicus*  
755 steers during long duration transportation. *J. Anim. Sci.* 85, 2916–2923.
- 756 PASCOAL, L. L., LOBATO, J.F.P., RESTLE, J., VAZ, R.Z., VAZ, F.N. 2009. Meat yield of  
757 culled cow and steer carcasses. *Rev. Bras. Zootec.* 38, 2230-2237.
- 758 PERÓN, A.J., FONTES, C.A.A., LANA, R.P., SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C., PAULINO,  
759 M. F. 1993. Tamanho de órgãos internos e distribuição da gordura corporal, em novilhos de  
760 cinco grupos genéticos, submetidos à alimentação restrita e ad libitum. *R. Bras. Zootec.* 22,  
761 813-819.
- 762 PYATT, N. A., DOANE, P. H., CECAVA, M. J., CECAVA, M. J. 2007. Effect of crude  
763 glycerin in finishing cattle diets. *J. Anim. Sci.*, 85(Suppl. 1), 530. (Abstract)
- 764 RAMOS, M. H., KERLEY, M. S. 2012. Effect of dietary crude glycerol level on ruminal  
765 fermentation in continuous culture and growth performance of beef calves. *J. Anim. Sci.* 90,  
766 892–899.
- 767 RAMOS, E. M., GOMIDE, L. A. M. 2007. Avaliação da qualidade de carne: fundamentos e  
768 metodologias. Viçosa, MG: E. M. Ramos. p.599.
- 769 RÉMOND, B., SOUDAY, E., JOUANY, J. P., 1993. In vitro and in vivo fermentation of  
770 glycerol by rumen microbes. *Anim. Feed Sci. Technol.* 41,121–132.
- 771 RIBEIRO, T. R., PEREIRA, J. C, LEÃO, M. I. OLIVEIRA, M. V. M., QUEIROZ, A. C.,  
772 CECON, P. R., ALVARENGA E MELO, R. C. 2001. Tamanho de órgãos e vísceras de  
773 bezerros holandeses, para produção de vitelos, recebendo dietas com diferentes níveis de  
774 concentrado. *R. Bras. Zootec.* 30, 2163-2168.

- 775 RICO, D. E., CHUNG, Y.-H., MARTINEZ, C. M., CASSIDY, T. W., HEYLER, K. S.,  
776 VARGA, G. A. 2012. Effects of partially replacing dietary starch with dry glycerol in a  
777 lactating cow diet on ruminal fermentation during continuous culture. *J. Dairy Sci.* 95, 3310–  
778 3317.
- 779 ROGER, V., FONTY, G., ANDRE, C., GOUET, P. 1992. Effects of glycerol on the growth,  
780 adhesion, and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. *Curr.*  
781 *Microbiol.* 25, 197–201.
- 782 SANCANARI, J. B. D., EZEQUIEL, J. M. B. VAN CLEEF, E. H. C. B., FÁVARO, V. R.  
783 D'AREA, A. P., HOMEM, A. C., SILVA, Z. F., SILVA, D. A. V., CATTELAN, J. W. 2011.  
784 Glycerin as a replacement for corn in dairy Holstein cows diets. *J. Dairy Sci.* 89-94, p.126.  
785 E-Suppl.
- 786 SILVA, D. J., QUEIROZ, A. C., 2002. *Análise de alimentos (métodos químicos e biológicos)*  
787 2 ed. Viçosa: UFV, Imp. Univ., p.165.
- 788 SCHRODER, A., SUDEKUM, K. H. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production  
789 in diets for ruminants. In: *New Horizons for an Old Crop. Proc. 10th Int. Rapeseed*  
790 *Congresso Canberra, Australia. Paper n. 241. N. Wratten and P. A. Salisbury, ed. The*  
791 *Regional Institute Ltd., Gosford, New South Wales, Australia.*
- 792 SHAFFER, L., ROUSSEL, J. D., KOONCE K. L. 1981. Effects of Age, Temperature-Season,  
793 and Breed on Blood Characteristics of Dairy Cattle. *J. Dairy Sci.* 64, 62-70.
- 794 SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., RUSSELL, J. B., 1992.  
795 A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and  
796 protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 35621-3577.
- 797 SWENSON, M.J. Propriedades fisiológicas e constituintes químicos e celulares do sangue. In:  
798 SWENSON, M.J., REECE, W.O. *Dukes fisiologia dos animais domésticos.* 11.ed. Rio de  
799 Janeiro: Guanabara Koogan, 1996. p.19-43.

- 800 TOMATE, H, MCGILLIARD, A. D., JACOBSON, N. L. et al. 1962. Effect of various dietaries  
801 on the anatomical development of the stomach in the calf. *Journal of Dairy Science*, 45:408-  
802 420.
- 803 THRALL, M. A., BAKER, D. C., CAMPBELL, T. W., DeNICOLA, D. FETTMAN, M. J.,  
804 LASSEN, E. D., REBAR, A., WEISER, G. 2006. *Hematologia e Bioquímica Clínica*  
805 *Veterinária*. Roca, 582p.
- 806 VEISSIER, I. A. R., FE, R. M., PRADEL, P. 1998. Nonnutritive oral activities and stress  
807 responses of veal calves in relation to feeding and housing conditions, *Appl. Anim. Behav.*  
808 *Sci.* 57, 35–49.
- 809 VAN CLEEF, E. H. C. B, UWITUZE, S., VAN BIBBER, C. L., MILLER, K. A., APERCE,  
810 C. C., BLAINE, K. L. HIGGINS, J. J., DROUILLARD, J. S. 2011. Effects of crude glycerin  
811 in byproducts diets on performance and carcass characteristics of feedlot cattle. *J. Anim. Sci.*  
812 89-94, p.198, E- Suppl.
- 813 VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant*. 2.ed. Ithaca: Cornell University  
814 Press. 476p.
- 815 WANG, C., LIU, Q., HUO, W., YANG, W., DONG, K., HUANG, Y., GUO, G., 2009. Effects  
816 of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed  
817 digestibility in steers. *Livest. Sci.* 121, 15–20.

**CAPÍTULO IV - Desempenho e características de carcaça de novilhos de origem leiteira alimentados com dietas contendo glicerina bruta**

O conteúdo deste capítulo segue as normas de formatação da Revista Animal Feed Science and Technology

1 **Desempenho e características de carcaça de novilhos de origem leiteira alimentados com**  
2 **dietas contendo glicerina bruta**

3

4 **Resumo:** Objetivou-se avaliar os efeitos da inclusão de glicerina bruta na dieta sobre o  
5 desempenho, digestibilidade dos nutrientes, parâmetros sanguíneos e característica de carcaça  
6 de machos de origem leiteira. Utilizaram-se 24 novilhos mestiços, castrados, com peso médio  
7 de  $337,3 \pm 39,8$  kg e 15 meses de idade distribuídos num delineamento inteiramente casualizado  
8 com quatro tratamentos e seis repetições. As dietas foram formuladas com 0, 80, 160 e 240 g/kg  
9 de inclusão de glicerina bruta na matéria seca total da dieta. O consumo e a digestibilidade de  
10 matéria seca e dos nutrientes não foram alterados com a inclusão da glicerina bruta na dieta. O  
11 peso final (430,2 kg), ganho de peso médio diário (1,38 kg/dia) e ganho de peso total (97,2 kg),  
12 os pesos de carcaça quente (218,9 kg) e fria (215,2 kg), rendimento de carcaça quente, a área  
13 do *Longissimus dorsi* (62,86 cm<sup>2</sup>), a espessura de gordura (4,05 mm), a composição física da  
14 carcaça, as concentrações séricas de glicose, triglicérides, colesterol total, colesterol HDL e  
15 creatinina não foram alterados em função da inclusão de glicerina bruta nas dietas. Entretanto,  
16 os teores sanguíneos de proteína total foram reduzidos linearmente porém sem atingir níveis  
17 que indicassem ocorrência de doenças. A glicerina bruta pode ser adicionada até 240 g/kg da  
18 MS da dieta sem afetar consumo, a digestibilidade dos nutrientes e as características da carcaça  
19 e a saúde de novilhos mestiços de origem leiteira.

20

21 **Palavras-chave:** biodiesel, ganho de peso, machos leiteiros, rendimento de carcaça e  
22 subprodutos

23

24

25 **Performance and carcass characteristics of dairy steers fed diets containing crude**  
26 **glycerin**

27

28 **Abstract:** The objective was to assess the effects of crude glycerin inclusion in the diet on the  
29 performance, digestibility of nutrients, blood parameters and carcass traits of dairy steers.  
30 Twenty-four crossbred steers with average weight of  $337.3 \pm 39.8$  kg and 15 months were  
31 distributed in a completely randomized design with four levels of crude glycerin (0, 80, 160  
32 and 240 g/kg of total dry matter), with six replications. No significant effect of glycerin  
33 inclusion was observed in intake of dry matter and apparent digestibility of nutrients. Final  
34 weight (430.2 kg), average daily weight gain (1.38 kg/day), total weight gain (97.2 kg), hot  
35 carcass weight (218.9 kg) and cold (215.2 kg), hot carcass yield, *Longissimus dorsi* area (62.86  
36 cm<sup>2</sup>), subcutaneous fat thickness (4.05 mm), carcass composition and quality traits were not  
37 changed with the addition of crude glycerin in the diet. The serum concentrations of glucose,  
38 triglycerides, total cholesterol, HDL cholesterol and creatinine were not affected with the  
39 inclusion of crude glycerin in diets. However, blood levels of total protein were reduced linearly  
40 without reaching levels that indicate the occurrence of diseases. The crude glycerin can be  
41 added to 240 g/kg DM diet without affecting intake, digestibility and carcass characteristics of  
42 steers and health of dairy. The crude glycerin can be added up to 240 g/kg DM of the high  
43 concentrate diet without affecting intake, digestibility of nutrients, carcass characteristics and  
44 health of dairy steers.

45

46 **Key Words:** biodiesel, byproducts, carcass yield, dairy male and weight gain

47

48

49

## 50 1. INTRODUÇÃO

51 A pecuária brasileira vem apresentando alguns avanços nos últimos anos, embora ainda  
52 apresente baixos índices produtivos devido ao sistema de exploração extensiva e ao baixo nível  
53 tecnológico adotado, onde na sua maioria, os animais são mantidos e terminados em pastejo  
54 com idade de abate elevada. Essas condições associada à necessidade de aumentar a  
55 produtividade, perspectiva de preços favoráveis e a demanda crescente de carne de qualidade,  
56 tem resultado em crescimento no número de bovinos confinados no Brasil. De acordo com  
57 Millen e Arrigoni (2013), houve um aumento de 46,76% de 2001 a 2012 no número de bovinos  
58 terminados em confinamento, saindo de 1,8 para 4,02 milhões de animais, totalizando 13% dos  
59 animais abatidos.

60 Com a ampliação do número de confinamento e possibilidade de se confinar animais mais  
61 jovens para se produzir carnes de melhor qualidade aumentou também a demanda por alimentos  
62 que pudessem atender às exigências de animais mais jovens com melhor grau de acabamento  
63 da carcaça (Restle et al. 1999; Vaz e Restle, 2000). Dessa forma, o crescimento dos  
64 confinamentos também acentua o interesse por fontes de alimentos alternativas pelo fato das  
65 elevadas proporções de concentrado que normalmente são utilizadas e devido às altas nos  
66 preços dos alimentos comumente utilizados nas dietas.

67 Neste sentido, a utilização de subprodutos como ingrediente na alimentação de animais  
68 tem sido avaliada em várias pesquisas (Anderson et al., 2006; Vander Pol et al., 2006; Meyer  
69 et al., 2010; Moriel et al., 2011; Bartoň et al 2013) e, atualmente com a expansão do biodiesel,  
70 a glicerina bruta tem despertado grande interesse pelo seu potencial como ingrediente  
71 energético na alimentação de ruminantes (Defrain, et al., 2004; Donkin, 2008).

72 Dessa forma, a inclusão da glicerina bruta como fonte energética da dieta de ruminantes  
73 tem sido avaliada em alguns trabalhos (Parsons et al., 2008; Mach et al., 2009; Leão et al.  
74 2012a). No entanto, a utilização desse subproduto ainda é limitada pelo conhecimento ainda



75 limitado de seu uso como ingrediente na ração. Neste sentido, objetivou-se avaliar os efeitos da  
76 inclusão da glicerina bruta na dieta sobre o desempenho, parâmetros sanguíneos, digestibilidade  
77 dos nutrientes e características de carcaça de novilhos mestiços de origem leiteira terminados  
78 em confinamento.

79

## 80 **2. MATERIAL E MÉTODOS**

81 Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento foram aprovados  
82 pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CUA-UFT)  
83 sob Processo nº 23101.003936/2012-00.

84

### 85 **2.1. Local, delineamento experimental, animais e tratamentos**

86 O Trabalho foi conduzido nas dependências da Escola de Medicina Veterinária e  
87 Zootecnia da Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína. Foram avaliadas  
88 quatro dietas experimentais contendo 0; 80; 160 ou 240 g/kg de glicerina bruta na matéria seca  
89 da dieta. Utilizaram-se 24 novilhos mestiços, castrados de origem leiteira (Holandês x Zebu)  
90 com peso médio inicial de  $337,3 \pm 39,7$  kg e 15 meses de idade, distribuídos nos quatro  
91 tratamentos em delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. Previamente ao  
92 estudo, os animais encontravam-se em experimentação em pastejo, os quais recebiam ração  
93 concentrada 0,75% do peso vivo com os mesmos níveis de inclusão de glicerina bruta, em  
94 pastagem de Mombaça sob lotação intermitente durante quatro meses do período chuvoso.

95

### 96 **2.2. Dietas e Manejo experimental**

97 As dietas foram formuladas com auxílio do programa RLM 3.2® na proporção de 10%  
98 de volumoso (silagem de sorgo) e 90% de concentrado para atender as exigências de manutença  
99 e ganho médio diário de 1,28 kg/dia (Tabela 1).

100 Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais.

Ingredientes (g/kgMS)	Glicerina bruta (g/kg)				
	0	80	160	240	
Silagem de sorgo	100,0	100,0	100,0	100,0	
Farelo de soja	69,0	89,0	109,0	128,0	
Milho grão moído	804,2	706,7	606,7	507,7	
Glicerina bruta	-	80,0	160,0	240,0	
Suplemento Mineral <sup>1</sup>	5,0	5,0	5,0	5,0	
Calcário	8,0	8,0	8,0	8,0	
Cloreto de sódio	2,5	-	-	-	
Uréia	9,9	9,9	9,9	9,9	
Sulfato de Amônia	1,1	1,1	1,1	1,1	
Rumensin <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Silagem	Composição Bromatológica (g/kg)			
Matéria seca (g/kgMN)	296,1	785,5	752,5	755,9	752,2
Proteína bruta	65,9	133,6	13,48	136,5	138,5
Fibra em detergente neutro	632,7	176,7	174,4	165,4	164,5
Fibra em detergente ácido	360,1	69,9	69,7	66,3	68,5
Hemicelulose	272,7	106,8	104,7	99,1	96,0
Carboidratos não-fibrosos	230,3	653,5	649,3	644,9	632,9
Nutrientes digestíveis totais <sup>3</sup>	569,2	837,6	833,8	829,5	822,7
Celulose	280,9	43,2	43,0	40,8	40,4
Lignina	63,8	20,1	19,4	19,8	19,6
Matéria mineral	75,8	45,0	49,6	56,0	61,9
NIDN <sup>4</sup> (g/kg N total)	35,47	15,01	15,86	14,28	15,68
NIDA <sup>5</sup> (% N total)	15,56	5,52	4,40	4,40	3,82
Extrato etéreo	27,1	36,0	34,4	34,6	35,4

101 <sup>1</sup>Composição: Ca (max) - 269g/kg; Ca (min) - 220 g/kg; P (min) - 160 g/kg; Mg - 10g/kg; S - 15 g/kg; Zn - 5472  
102 mg/kg; Fe - 2610 mg/kg; Cu - 2100 g/kg; Mn - 992 mg/kg; Co - 200 mg/kg; I - 124 mg/kg; Se - 45 mg/kg; F  
103 (max) - 1476 mg; Sol. Fósforo/AC Cítrico 2% max - 90%; <sup>2</sup>10g/100g de monensina; <sup>3</sup>NDT estimado pelas  
104 equações do NRC (2001); <sup>4</sup>Nitrogênio Insolúvel em detergente neutro; <sup>5</sup>Nitrogênio Insolúvel em detergente ácido.

105 A glicerina bruta (GENPA®-80 – Glicerol energético nutricional para alimentação)  
106 utilizada na elaboração das dietas foi oriunda do óleo de soja e apresentava 899,8 g/kg de  
107 matéria seca, 11,9 g/kg de extrato etéreo, 78,6 g/kg matéria mineral, 803,5 g/kg de glicerol, 74,  
108 7 g/kg de cloreto de sódio, menos que 0,1 g/kg de metanol e densidade de 1,27 g/cm<sup>3</sup>, sendo  
109 fornecida pela empresa GRANOL S.A.

110 As dietas foram fornecidas uma vez ao dia às 9h da manhã em quantidade ajustada para  
111 manter sobras de 5 a 10% do fornecido. A quantidade de ração fornecida e de sobras de cada  
112 animal foi registrada diariamente para estimativa do consumo de matéria seca e dos nutrientes.

113 Os animais foram identificados com brincos e, previamente ao experimento, receberam  
114 medicamento contra ecto e endoparasitas e complexo vitamínico ADE. Os novilhos foram  
115 pesados no início do experimento e, em seguida alojados em baias individuais de 12 m<sup>2</sup>, com  
116 piso de chão batido, parcialmente cobertas, providas de comedouro e bebedouro. O experimento  
117 durou 84 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais e 70 dias de coleta de dados divididos  
118 em dois subperíodos de 21 dias e um de 28 dias. Ao final de cada subperíodo experimental, os  
119 animais foram pesados para determinação do ganho de peso. As pesagens foram realizadas  
120 sempre pela manhã, antes do fornecimento da dieta.

121

### 122 **2.3. Ensaio de digestibilidade**

123 A avaliação da digestibilidade foi realizada no final do último período experimental,  
124 quando amostras das fezes de cada animal foram coletadas durante três dias consecutivos  
125 diretamente no piso das baias, imediatamente após a defecação, descartando-se a porção que  
126 entrou em contato com solo. As amostras de fezes, devidamente identificadas, foram  
127 acondicionadas em sacos plásticos e congeladas a -10 °C. Posteriormente, foram descongeladas  
128 e pré-secas em estufa de ventilação forçada a 55 °C por 72 horas e moídas em moinho com  
129 peneira com crivos de 2 mm e armazenadas para posteriores análises laboratoriais. A excreção  
130 de matéria seca fecal foi estimada a partir da técnica de indicador interno (Cochran et al., 1986),

131 sendo a fibra indigestível em detergente neutro (FDNi) o indicador adotado. Os teores de FDNi  
132 das amostras de fezes, de alimentos (volumosos e ingredientes do concentrado) e das sobras  
133 foram obtidos após incubação in situ em duas vacas mestiças de origem leiteira alimentadas  
134 com dietas similares por 240 horas. O cálculo de produção fecal (PF) foi realizado pela fórmula:  
135  $PF (kg/MS/dia) = (\text{consumo de FDNi} / \% \text{ FDNi nas fezes}) * 100$ . O cálculo para a digestibilidade  
136 aparente (DA) dos nutrientes foi realizado pela fórmula,  $DA (\%) = [(\text{nutriente ingerido} -$   
137  $\text{nutriente excretado}) / \text{nutriente ingerido}] * 100$ .

138

#### 139 **2.4. Coletas de amostras e análises**

140 Foram coletadas semanalmente amostras representativas dos concentrados, da silagem  
141 e das sobras. Todas as amostras foram pré-secas em estufa ventilada a 55 °C por 72 horas,  
142 moídas em moinho com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas para posteriores análises no  
143 Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da  
144 Universidade Federal do Tocantins. Nas amostras dos alimentos, sobras e fezes foram  
145 analisadas quanto aos teores de matéria seca, matéria orgânica, proteína bruta, nitrogênio  
146 insolúvel em detergente neutro, nitrogênio insolúvel em detergente ácido, lignina, cinzas de  
147 acordo com AOAC (1995) e fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido  
148 (FDA) e extrato etéreo de acordo com a metodologia descrita e recomendada pelo fabricante  
149 do aparelho ANKON. Para as análises de FDN e FDA foram utilizados sacos de tecido-não-  
150 tecido (TNT – 100 g/m<sup>2</sup>) com dimensões de 4 x 5 cm, confeccionados no Laboratório de  
151 Nutrição Animal. Os carboidratos não-fibrosos foram calculados por meio da equação (Hall,  
152 2000):  $CNF = 100 - [(\% \text{ PB} - \% \text{ PB da uréia} + \% \text{ uréia}) + \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas}]$ , onde  
153 FDNcp – fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína. Os valores de nutrientes  
154 digestíveis totais foram estimados para as diferentes dietas pela equação:  $NDT = \text{PBD} + (\text{EED}$   
155  $\times 2,25) + \text{FDND} + \text{CNFD}$  (Sniffen et al., 1992), em que PBD = proteína bruta digestível; EED

156 = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; e CNFD =  
157 carboidratos não fibrosos digestíveis. As concentrações de NDT foram calculados por meio da  
158 equação (Sniffen et al., 1992): % de NDT = (consumo de NDT/consumo de MS) x 100.

159 Amostras de sangue de cada animal foram coletadas no início do experimento e ao final  
160 de cada subperíodo experimental, totalizando quatro coletas, através de punção da jugular  
161 utilizando-se tubos a vácuo (Vacutainer<sup>®</sup>) com fluoreto de sódio e outro com EDTA de potássio  
162 como anticoagulante. As amostras de sangue foram resfriadas e conduzidas até o laboratório de  
163 Patologia Animal da Universidade Federal do Tocantins, onde foram centrifugadas a 2000 x g,  
164 durante 20 minutos para obtenção do soro. Em seguida, o soro foi separado por aspiração,  
165 dividido em alíquotas e colocado em tubos plásticos com tampa (Eppendorf<sup>®</sup>) identificados e  
166 congelados em freezer para a posterior realização das análises bioquímicas. As análises  
167 bioquímicas no soro (triglicerídeos, colesterol total, lipoproteína de alta densidade - HDL,  
168 proteína total, uréia, albumina, creatinina, aspartato aminotransferase - AST, Alanina  
169 aminotransferase - ALT e glicose) foram determinadas a temperatura de 37°C, utilizando-se  
170 reagentes comerciais (Labtest Diagnóstica S.A.<sup>®</sup>, Lagoa Santa, MG). Para a determinação da  
171 concentração de glicose foi utilizado as amostras dos tubos contendo fluoreto de sódio. Nas  
172 leituras das reações utilizou-se analisador bioquímico automático (espectrofotômetro) marca  
173 Bioplus<sup>®</sup>, modelo Bio-2000 IL-A.

174

## 175 **2.5. Características das carcaças**

176 Ao final do experimento, os animais foram pesados para se obter o peso ao abate sendo  
177 então transportados para frigorífico comercial. O abate ocorreu segundo normas do Serviço de  
178 Inspeção Federal, seguindo o fluxo normal da linha de abate. Após o abate, as carcaças foram  
179 identificadas, divididas ao meio e pesadas para determinação do rendimento de carcaça quente,  
180 lavadas e levadas ao resfriamento por 24 horas em temperatura variando entre 0 e 2 °C. Após o

181 resfriamento, as carcaças foram pesadas e avaliadas quanto à conformação, baseada na  
182 expressão muscular (1-3 pontos =inferior; 4-6 pontos = má; 7-9 pontos = regular; 10-12 pontos  
183 =boa; 13-15 pontos = muito boa; 16-18 = superior) segundo metodologia descrita por Müller  
184 (1987). O rendimento de carcaça quente e frio, expresso em kg/100 kg de peso corporal foi  
185 obtido pela relação entre o peso de carcaça quente/frio e o peso de abate. Foi obtido ainda, a  
186 proporção de recorte de gordura em função do peso integral da carcaça – PCQi (peso da carcaça  
187 quente antes da retirada do excesso de tecido adiposo), a proporção em função do peso da  
188 carcaça quente limpa.

189 Na meia-carcaça direita foram realizadas as medidas métricas da carcaça: comprimento  
190 de carcaça (correspondente à medida do bordo anterior do osso púbis ao bordo anterior medial  
191 da primeira costela); espessura de coxão (medida com auxílio de compasso posicionado entre  
192 a face lateral e a medial da porção superior do coxão); comprimento de perna (ponto da  
193 articulação tíbio-tarsiana até o bordo anterior do púbis); comprimento de braço (medida da  
194 articulação rádio-carpiana até a extremidade do olécrano); e perímetro de braço (envolvendo a  
195 parte média do rádio-cúbito e os músculos que recobrem a região). Nesta meia carcaça foi  
196 realizado um corte entre a 12<sup>a</sup> e 13<sup>a</sup> costela para expor o músculo *Longissimus dorsi*. Em  
197 seguida, foi desenhado o contorno da área desse músculo com papel vegetal e com auxílio do  
198 programa ImageJ®, mensurada sua área expressa em cm<sup>2</sup>. Ainda na face exposta do músculo  
199 *Longissimus dorsi*, após 30 minutos de exposição ao ar, foram realizadas as avaliações das  
200 características subjetivas da carne cor, marmoreio e textura, seguindo a metodologia descrita  
201 por Müller (1987). A espessura de gordura subcutânea (EGS) foi obtida com auxílio de  
202 paquímetro sendo utilizada a média de duas leituras. A composição física da carcaça foi  
203 estimada segundo a metodologia de Hankins & Howe (1946).

204 As meias carcaças esquerdas foram separadas nos três cortes primários: dianteiro,  
205 traseiro especial e ponta de agulha, conforme método usado pelos frigoríficos. O dianteiro foi

206 separado do traseiro especial e da ponta de agulha entre a 5<sup>a</sup> e 6<sup>a</sup> costela e incluiu o pescoço, a  
207 paleta, o braço e cinco costelas. O traseiro especial foi separado da ponta de agulha a 22 cm da  
208 coluna vertebral. A ponta de agulha incluiu as costelas (a partir da sexta) mais os músculos  
209 abdominais. Os cortes foram pesados para obtenção de seus rendimentos em relação ao peso da  
210 carcaça fria.

211 O corte primário traseiro especial foi separado em dez cortes comerciais ou cortes  
212 secundários, realizados segundo a rotina do frigorífico (patinho, músculo, coxão duro, coxão  
213 mole, alcatra, capa do filé, contrafilé, filé-mignon, lagarto e picanha), procedendo-se à pesagem  
214 de cada peça para avaliação do rendimento cárneo do traseiro especial e do peso dos cortes  
215 comerciais individuais. Foram avaliados também a porção comestível (cortes comerciais  
216 secundários mais recortes de carne destinados ao consumo humano), os recortes de gorduras  
217 retirados da limpeza dos cortes secundários, os recortes cárneos descartados (tecido conjuntivo,  
218 coágulos de sangue, pedaços de músculo descartados e glândulas que não servem para o  
219 consumo humano). O peso do osso foi obtido por subtração e sua proporção calculada em  
220 relação ao traseiro especial.

221

## 222 **2.6. Análises estatísticas**

223 Antes das análises, verificaram-se as pressuposições de distribuição normal e  
224 homocedasticidade para todas as variáveis. Para avaliação do efeito dos tratamentos foram  
225 realizadas análises de variância (teste F), regressão e correlação de Pearson. Para o estudo de  
226 regressão adotou-se o modelo matemático:  $\gamma_{ij} = \beta_0 + \beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_j + \epsilon_{ij}$ , onde:  $\gamma_{ij}$   
227 = variáveis dependentes;  $\beta$ 's = coeficientes de regressão;  $X_i$  = níveis de inclusão;  $\alpha_j$  = desvios  
228 da regressão; e  $\epsilon_{ij}$  = erro aleatório residual. A escolha do modelo mais adequado para cada  
229 variável baseou-se na significância dos coeficientes linear e quadrático, utilizando-se o nível de  
230 0,05 de significância. Para avaliação dos indicadores sanguíneos, adotou-se o modelo

231 matemático representado por:  $\gamma_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \tau_i * \beta_j + \epsilon_{ij}$ , onde:  $\gamma_{ij}$ = variável dependente;  $\mu$ =  
232 média geral;  $\tau_i$ = efeito do fator i (coleta);  $\beta_j$  = efeito do fator (glicerina bruta); ( $\tau_i * \beta_j$ ) =  
233 interação entre fator c e fator j;  $\epsilon_{ij}$ = erro experimental residual. Para as variáveis subjetivas da  
234 carcaça (Cor, textura, conformação e marmoreio) utilizou-se o teste Kruskal-Wallis com o nível  
235 de 0,05 de significância. O peso inicial foi utilizado como co-variável, sendo que quando não  
236 significativo o efeito foi retirado do modelo.

237

### 238 **3. RESULTADOS**

#### 239 **3.1. Consumo, digestibilidade e desempenho**

240 O consumo de matéria seca (CMS), proteína bruta (CPB), fibra em detergente neutro  
241 (CFDN), carboidratos não fibrosos (CCNF), extrato etéreo (CEE) e os nutrientes digestíveis  
242 totais (CNDT) não foram alterados ( $P > 0,05$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta em  
243 nenhuma das formas de expressão (Tabela 2).

244 A digestibilidade aparente da matéria seca, dos nutrientes e os nutrientes digestíveis totais  
245 não foram afetados ( $P > 0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta na dieta (Tabela 3). A inclusão da  
246 glicerina bruta na dieta não alterou ( $P > 0,05$ ) o ganho de peso médio diário (GMD), o ganho de  
247 peso total (GPT), o peso final e a conversão alimentar dos animais (Tabela 4).

248

#### 249 **3.2. Características de carcaça**

250 A inclusão da glicerina bruta na dieta não afetou ( $P > 0,05$ ) o peso da carcaça quente  
251 (PCQ), peso de carcaça quente integral (PCQi), peso de carcaça fria, o rendimento de carcaça  
252 quente (RCQ) e rendimento de carcaça quente integral (RCQi) (Tabela 5). Já o rendimento da  
253 carcaça fria (RCF) aumentou linearmente ( $P < 0,05$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta.  
254 A inclusão da glicerina bruta na dieta não alterou ( $P > 0,05$ ) o recorte de gordura das carcaças, a  
255 quebra durante o processo de resfriamento e espessura de gordura subcutânea (EGS).



256 Tabela 2. Efeito da inclusão da glicerina bruta na dieta sobre o consumo de novilhos mestiços  
 257 de origem leiteira.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-Valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
	kg/dia						
Matéria Seca	8,06	9,05	8,09	7,39	8,1±1,49	0,287	0,217
Proteína Bruta	1,03	1,22	1,11	1,02	1,1±0,19	0,751	0,091
Fibra em detergente Neutro	1,45	1,64	1,4	1,27	1,4±0,26	0,120	0,142
Carboidratos não Fibrosos	5,32	5,87	5,24	4,72	5,3±0,96	0,181	0,178
Extrato Etéreo	0,30	0,32	0,29	0,27	0,3±0,05	0,191	0,331
Nutrientes Digestíveis Totais	6,25	6,98	6,25	5,78	6,3±1,22	0,343	0,238
	g/kgPC <sup>0,75</sup>						
Matéria Seca	91,82	100,23	91,34	83,44	91,7±14,45	0,210	0,179
Nutrientes Digestíveis Totais	72,85	76,90	63,68	61,86	68,8±12,42	0,305	0,281
	% PC						
Matéria Seca	2,07	2,24	2,05	1,88	2,1±0,32	0,216	0,211
Fibra em detergente Neutro	0,37	0,41	0,36	0,36	0,4±0,08	0,554	0,689

258 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático;

259

260 Tabela 3. Coeficientes de digestibilidade aparente das dietas com inclusão da glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-Valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
Matéria Seca	0,71	0,71	0,72	0,75	0,72±5,78	0,243	0,499
Proteína Bruta	0,72	0,73	0,73	0,75	0,73±7,27	0,515	0,797
Fibra em detergente Neutro	0,43	0,43	0,43	0,45	0,44±10,67	0,734	0,850
Carboidratos não Fibrosos	0,83	0,83	0,83	0,85	0,84±4,89	0,402	0,675
Extrato Etéreo	0,71	0,71	0,71	0,75	0,72±9,09	0,495	0,618
NDT <sup>2</sup> (g/kg)	773	773	770	788	776±5,24	0,661	0,656

261 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; <sup>2</sup>Nutrientes digestíveis totais.

262

263

264 Tabelas 4. Variáveis de desempenho de novilhos alimentados com dietas com inclusão de  
 265 glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-Valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
Peso Inicial, kg	339,2	336,9	335,7	337,3			
Peso Final, kg	425,4	446,3	428,9	420,3	430,2±47,09	0,709	0,911
GMD, kg/dia	1,305	1,628	1,363	1,257	1,388±0,31	0,475	0,089
GPT, kg	91,4	113,9	95,4	88,0	97,2±21,6	0,475	0,089
CA, kg MS/kgPC	5,9	5,5	5,9	5,8	5,8±0,75	0,998	0,471

266 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático;

267

268 Os cortes primários, traseiro especial, do dianteiro e da ponta de agulha permaneceram  
 269 inalterados ( $P < 0,05$ ) com a inclusão da glicerina bruta na dieta, assim como a proporção do  
 270 dianteiro e da ponta de agulha em relação ao peso de carcaça fria (Tabela 5). Contudo, a  
 271 proporção do traseiro especial decresceu ( $P < 0,05$ ) linearmente em 0,005 pontos percentuais.  
 272 As medidas métricas da carcaça, comprimento de carcaça, perna e braço; perímetro de perna e  
 273 braço e espessura do coxão não foram alterados ( $P > 0,05$ ) com a inclusão da glicerina na dieta.

274 A composição tecidual das carcaças dos novilhos não foi alterada ( $P > 0,05$ ) com a inclusão  
 275 da glicerina bruta na dieta (Tabela 6). Do mesmo modo, a inclusão da glicerina bruta na dieta  
 276 não influenciou ( $P > 0,05$ ) a ALD (62,86 cm<sup>2</sup>), a ALD/100 kg (29,28 cm<sup>2</sup>/100 kg de carcaça fria)  
 277 e a conformação das carcaças. As características que avaliam a qualidade da carne, cor, textura  
 278 e marmoreio também não foram alteradas ( $P > 0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta na dieta  
 279 (Tabela 7).

280

281

282

283 Tabela 5. Características quantitativas da carcaça de novilhos terminados em confinamento com  
 284 dietas contendo glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta				Média	P-Valor <sup>1</sup>	
	(g/kg)					L	Q
	0	80	160	240			
PCQ, kg	217,9	223,0	216,6	218,3	218,95±26,17	0,915	0,911
PCQi, kg	232,2	238,2	230,1	231,9	233,10±29,6	0,875	0,865
RCQ, % PC	50,6	49,5	50,2	51,2	50,38±1,29	0,366	0,057
RCQi, % PC	53,9	52,8	53,3	54,4	53,60±1,11	0,225	0,002
PCF, kg	213,9	218,3	212,7	215,9	215,20±1,15	0,998	0,911
RCF <sup>2</sup> % PC	49,7	48,5	49,3	50,5	49,50±0,72	0,022	0,910
RGC, kg	14,2	15,2	13,5	13,6	14,13±26,64	0,117	0,300
RGC, % PC	6,06	6,41	5,90	5,91	6,07±0,72	0,499	0,602
Traseiro Especial, kg	51,7	52,7	50,2	50,8	51,35±5,77	0,624	0,910
Traseiro Especial <sup>3</sup> , % CF	48,3	48,3	47,3	47,2	47,78±0,51	0,001	0,910
Dianteiro, kg	41,2	41,8	41,3	42,1	41,60±5,55	0,827	0,910
Dianteiro, % CF	38,5	38,2	38,8	38,8	38,58±0,98	0,406	0,693
Ponta de Agulha, kg	14,1	14,7	14,8	15,1	14,68±2,03	0,417	0,910
Ponta de Agulha, % CF	13,1	13,4	13,9	13,9	13,58±0,99	0,137	0,732
Quebra por Resfriamento, kg	2,2	2,1	1,5	1,9	1,93±0,87	0,287	0,571
EGS, mm	3,8	3,9	4,8	3,7	4,05±0,57	0,458	0,811
Comprimento de Carcaça, cm	130,8	136,3	133,1	132,8	133,25±3,54	0,650	0,910
Comprimento de Perna, cm	67,7	68,1	65,3	68,4	67,38±1,45	0,925	0,913
Comprimento Braço, cm	38,4	38,3	38,1	38,5	38,33±0,85	0,966	0,359
Perímetro de Braço, cm	36,3	36,8	36,1	36,4	36,40±1,54	0,883	0,911
Espessura de Coxão, cm	28,2	28,9	25,8	26,9	27,45±2,90	0,189	0,859

285 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; PCQ – Peso de carcaça quente; PCQi – Peso de carcaça quente integral;

286 PCF – Peso de carcaça fria; RCQ – Rendimento de carcaça quente; RCF – Rendimento de carcaça fria; RGC –

287 Recorte de gordura da carcaça; CF – carcaça fria; <sup>2</sup> $\hat{Y} = 48,98+0,0004 (R^2 - 0,21)$ ; <sup>3</sup> $\hat{Y} = 48,43-0,0054x (R^2 - 0,49)$ .

288 EGS - Espessura de gordura subcutânea

289 Não foram verificados efeitos ( $P>0,05$ ) dos níveis de inclusão da glicerina bruta sobre os  
 290 cortes secundários do traseiro especial quando expressos em peso absoluto (Tabela 8). Assim  
 291 como para peso dos recortes de carne, gordura e do osso do traseiro especial.

292

293 Tabela 6. Composição física da carcaça de novilhos terminados em confinamento com dietas  
 294 contendo glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	<i>P</i> -Valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
Músculo, % CF	63,15	60,56	62,35	61,03	61,77±3,31	0,459	0,652
Músculo, kg	134,55	132,06	133,10	131,60	132,83±16,26	0,795	0,911
Gordura, % CF	25,55	26,00	23,03	25,24	24,96±3,74	0,573	0,577
Gordura, kg	54,69	56,89	48,53	54,55	53,67±5,06	0,352	0,911
Osso, % CF	14,03	14,46	15,26	14,66	14,60±1,68	0,064	0,124
Osso, kg	28,05	31,54	32,41	31,69	30,92±5,07	0,217	0,911
<sup>3</sup> ALD, cm <sup>2</sup>	62,97	62,80	63,95	61,73	62,86±5,73	0,808	0,911
<sup>4</sup> ALD (cm <sup>2</sup> ) /% CF	29,47	28,80	30,03	29,23	29,38±2,83	0,887	0,941

295 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; <sup>3</sup>Área de olho de lombo; <sup>4</sup>Área do *Longissimus dorsi* relativa ao peso  
 296 de carcaça fria.

297

298 Tabelas 7. Médias para variáveis subjetivas das carcaças de novilhos terminados em  
 299 confinamento com dietas contendo glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	<i>P</i> -KW <sup>1</sup>
	0	80	160	240		
Conformação <sup>2</sup>	10,33	9,83	9,17	9,67	9,75±6,74	0,3968
Cor <sup>3</sup>	3,55	3,23	3,33	3,68	3,45±7,31	0,6805
Textura <sup>4</sup>	3,80	3,70	3,52	3,65	3,67±7,34	0,8500
Marmoreio <sup>5</sup>	6,00	8,33	7,33	4,33	6,50±6,67	0,1789

300 <sup>1</sup>Probabilidade: KW - teste de Kruskal-Wallis; <sup>2</sup>Boa menos - 10 pontos; Boa típica – 11 pontos; Boa mais – 12  
 301 pontos; <sup>3</sup>Cor: 1 = escura; 2 = vermelho-escuro; 3 = vermelho levemente escuro; 4 = vermelha; 5 = vermelho vivo;

302 <sup>4</sup>Textura: 1 = muito grosseira; 2 = grosseira; 3 = levemente grosseira; 4 = fina; 5 = muito fina; <sup>5</sup>Marmoreio: 1 a 3  
 303 = traços; 4 a 6 = leve; 7 a 9 = pequeno; 10 a 12 = médio; 13 a 15 = moderado; 16 a 18 = abundante.

304

305 Tabela 8. Cortes secundários do traseiro especial, em kg, de novilhos terminados em  
 306 confinamento com dietas contendo glicerina bruta.

Item	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-Valor <sup>1</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
Picanha	1,28	1,31	1,38	1,28	1,31±0,15	0,824	0,911
Maminha	1,06	1,18	1,07	1,08	1,10±0,15	0,851	0,911
Alcatra	3,00	3,27	3,16	3,10	3,13±0,36	0,747	0,911
Coxão Mole	7,73	7,91	7,03	7,33	7,5±0,85	0,196	0,911
Coxão Duro	4,29	4,38	3,96	4,19	4,21±0,54	0,456	0,913
Músculo	3,74	3,61	3,69	3,65	3,67±0,31	0,737	0,921
Filé Mignon	1,75	1,85	1,77	1,66	1,76±0,19	0,336	0,911
Contrafilé	7,09	7,40	7,25	7,11	7,21±0,81	0,951	0,911
Patinho	4,40	4,49	4,31	4,42	4,41±0,44	0,874	0,910
Lagarto	2,00	2,08	1,93	2,06	2,02±0,21	0,964	0,911
Capa do Filé	0,88	0,91	0,83	0,88	0,88±0,13	0,718	0,911
Fraldinha	0,72	0,64	0,57	0,66	0,65±0,33	0,269	0,101
Recorte Carne	1,28	1,28	1,26	1,21	1,26±0,11	0,263	0,911
Recorte Gordura	2,06	2,18	2,04	2,05	2,08±0,05	0,770	0,911
Osso	10,02	10,20	9,98	10,12	10,08±1,01	0,972	0,911

307 <sup>1</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático;

308

### 309 3.3. Indicadores Sanguíneos

310 A inclusão da glicerina bruta na dieta não afetou ( $P>0,05$ ) as concentrações séricas de  
 311 glicose, triglicerídeos, colesterol total, lipoproteína de alta densidade (HDL) e creatinina, mas  
 312 foram verificados variações em função das coletas ( $P<0,05$ ) para esses indicadores. A  
 313 concentração sérica de glicose e colesterol total foram elevadas linearmente em 9,25 e 18,17  
 314 mg/L, enquanto a concentração de HDL foi reduzida em 0,029 mg/L a cada coleta. Já os teores  
 315 de triglicerídeos e creatinina variaram de forma quadrática com maior valor estimado na  
 316 segunda e terceira coleta, respectivamente, segundo as equações de regressão. Não foi

317 observado nenhum efeito da inclusão da glicerina bruta na dieta ou da coleta para as  
 318 concentrações de albumina, uréia, alanina aminotransferase (ALT) e aspartato aminotransferase  
 319 (AST). Entretanto, os teores sanguíneos de proteína total foram reduzidos linearmente ( $P < 0,05$ )  
 320 com incremento da glicerina bruta na dieta e do período de coleta.

321

322 Tabela 9. Indicadores sanguíneos de novilhos mestiços de origem leiteira alimentados com  
 323 dietas contendo glicerina bruta.

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kg)				Média	P-Valor <sup>1</sup>		
	0	80	160	240		GB	P	GB x P
Glicose	95,27	93,75	95,53	91,80	94,09±12,08	0,695	0,001	0,923
Triglicerídeos	36,42	35,96	37,42	36,00	36,45±3,86	0,532	0,032	0,058
Colesterol	126,91	126,10	135,72	128,42	129,29±55,96	0,931	0,002	0,939
HDL <sup>3</sup>	69,04	68,47	69,72	69,68	69,23±4,25	0,706	0,001	0,613
Proteína Total	6,35	6,16	6,25	6,15	6,23±0,26	0,033	0,001	0,470
Albumina	3,80	3,81	3,86	3,83	3,83±0,12	0,432	0,625	0,395
ALT <sup>4</sup>	18,17	17,54	18,21	18,63	18,14±1,78	0,217	0,979	0,906
AST <sup>5</sup>	63,21	61,75	59,29	63,50	61,94±9,16	0,372	0,121	0,248
Creatinina	0,97	0,92	0,98	0,93	0,95±0,15	0,474	0,008	0,052
Ureia	34,36	32,31	35,46	32,20	33,58±6,94	0,289	0,309	0,139

324 <sup>1</sup>Probabilidade: GB – glicerina bruta; P – coleta; GBxP – Interação; <sup>3</sup>Colesterol de alta densidade; <sup>4</sup>Aspartato  
 325 aminotransferase; <sup>5</sup>Alanina aminotransferase; Proteína Total ( $\hat{Y}=6,3 - 0,006x$ ,  $R^2=0,49$ ).

326

## 327 4. DISCUSSÃO

### 328 4.1. Consumo, digestibilidade e desempenho

329 Os resultados desse estudo para a CMS é consistente com trabalhos anteriores que  
 330 também não verificaram alteração na ingestão de matéria seca quando a glicerina bruta foi  
 331 incluída na dieta de bovinos (Mach et al., 2009; Leão et al., 2012a; Bortón et al., 2013; Van  
 332 Cleef et al., 2014). O consumo de matéria seca é determinante para ingestão dos nutrientes,  
 333 assim, os consumos de PB, FDN, CNF, EE e NDT estão diretamente ligados ao comportamento  
 334 observado para CMS e também não foram alterados com a inclusão da glicerina bruta na dieta.

335 A pureza da glicerina é relatada como um fator determinante para efeitos adversos da  
336 glicerina bruta, particularmente no caso da redução na ingestão de alimentos (Chung et al.,  
337 2007). Os diferentes protocolos utilizados nas usinas de biodiesel resultam em um amplo  
338 conteúdo de substâncias como sais, metanol e ácidos graxos utilizados no processo de  
339 transesterificação podem exercer efeito negativo na ingestão de matéria seca (Schröder &  
340 Südekum, 1999; Elam et al., 2008). Entretanto, a glicerina bruta utilizada no presente estudo  
341 apresentava boa qualidade quanto a quantidade de glicerol e reduzida quantidade de  
342 contaminantes o que justifica os resultados de desempenho dos animais.

343 Os resultados obtidos nesse estudo para a digestibilidade das dietas estão de acordo com  
344 trabalhos anteriores que não relataram efeito da inclusão de glicerina bruta sobre a  
345 digestibilidade aparente dos nutrientes (Avila-Stagno et al., 2012; Kass et al., 2012; Boyd et al.,  
346 2013; Wilbert et al., 2013). A inclusão da glicerina bruta parece influenciar negativamente a  
347 digestibilidade da fibra como efeito sobre o crescimento e atividade de bactérias celulolíticas  
348 (Roger et al., 1992; Abughazaleh et al., 2008; Abo El-nor et al., 2010). A inclusão de 0, 5 e  
349 10% de glicerina bruta não afetou a DAMS em dietas para vacas leiteiras a base de casca de  
350 algodão ou silagem de milho, mas a digestibilidade da fibra em detergente neutro (DAFDN)  
351 decresceu linearmente (Shin et al., 2012), sugerindo que a inclusão da glicerina bruta na dieta  
352 deprime a digestibilidade ruminal da fibra, principal local de digestão da fibra em ruminantes  
353 (Van Soest, 1994). Entretanto, no presente estudo a inclusão da glicerina bruta na dieta não  
354 provocou qualquer efeito sobre a digestibilidade aparente da FDN, demonstrando que a inclusão  
355 da glicerina bruta não provoca efeitos negativos sobre o aproveitamento de nenhum  
356 componente da dieta.

357 Os resultados de desempenho deste estudo corroboram com as respostas obtidas por  
358 Ramos & Kerley (2012) que avaliaram a inclusão de até 200 g/kg de glicerina bruta em dietas  
359 a base de alto concentrado e forragem sem alteração observada para o desempenho. O mesmo

360 comportamento para o GMD e conversão alimentar foi constatado por Mach et al. (2009) e por  
361 Bortoñ et al. (2013) quando incluíram até 120 g/kg de glicerina bruta na dieta de novilhos em  
362 terminação. De forma semelhante, Leão et al. (2012b), não observaram efeito sobre o ganho de  
363 peso e conversão alimentar de novilhos castrados quando avaliaram a inclusão de até 240 g/kg  
364 de glicerina bruta na dieta.

365

#### 366 **4.2. Característica de carcaça**

367 A semelhança nos PCQ, PCQi e PCF entre os tratamentos pode ser explicada pelo fato  
368 dos animais não terem apresentado diferença no peso de abate, evidenciada pela alta correlação  
369 entre peso de abate e peso de carcaça ( $r=0,97$ ;  $P<0,001$ ). O peso de carcaça é a característica  
370 mais importante para o produtor, pois está associado diretamente ao valor comercial do animal,  
371 além de representar grande interesse aos frigoríficos já que carcaças com pesos diferentes  
372 demandam a mesma mão-de-obra e tempo de processamento (Costa et al., 2002; Restle et al.,  
373 2002).

374 Os resultados do presente estudo estão de acordo com Mach et al. (2009), que incluíram  
375 até 12% de glicerina bruta na dieta de terminação de novilhos Holandeses e não observaram  
376 efeito sobre PCQ, entretanto, com PCQ superior ao do presente estudo (244 kg) em função do  
377 maior peso de abate. O mesmo foi observado por Bortoñ et al. (2013) quando forneceram  
378 durante um logo período dietas com 9,3% de glicerina bruta na terminação de touros e não  
379 observaram efeito sobre características de carcaça.

380 De acordo com Pascoal et al. (2011), o rendimento de carcaça é afetado negativamente  
381 pelo volume do trato digestório e visceral por elevar sua participação no peso corporal total,  
382 reduzindo o rendimento. Apesar de não ter sido comprovado estatisticamente, o CMS  
383 numericamente menor dos animais alimentados com dieta contendo acima de 80 g/kg de  
384 glicerina bruta pode ter contribuído para o menor conteúdo gastrointestinal, o que explicaria o



385 aumento no RCF com os incrementos da glicerina bruta na dieta. Deve ser ressaltar também a  
386 elevada quantidade de recorte de gordura nas carcaças (14,1 kg), provavelmente devido ao  
387 longo período (recria e terminação) recebendo dieta com alta energia. É importante destacar  
388 também que a eliminação dessa gordura antes da pesagem da carcaça, acarreta duplo prejuízo  
389 aos produtores, pela perda de peso das carcaças e pelo alto custo ao aumentar a quantidade de  
390 gordura na carcaça (Santos et al., 2008). Mach et al. (2009) relataram RCQ de 52,3; 53,1; 52,90  
391 e 52,5% para carcaça de touros Holandeses alimentados com dietas contendo 0, 4, 8, 12% de  
392 inclusão com glicerina bruta na dieta, respectivamente, semelhante aos valores observados no  
393 presente estudo.

394 As carcaças apresentaram boa espessura de gordura dentro do limite recomendado de 3 a  
395 6 mm (Costa et.al., 2002) que assegurou perda de líquidos semelhantes entre as dietas durante  
396 o processo de resfriamento. A deposição de gordura nos animais depende de vários fatores,  
397 como grupo genético, peso vivo do animal, intensidade do ganho de peso diário, maturidade e  
398 da densidade energética da dieta (NRC, 1996). A deposição de gordura na carcaça segue ainda  
399 uma sequência cronológica onde a deposição de gordura subcutânea é tardia. Portanto, pela  
400 idade e peso de abate dos animais, a EGS observada pode ser considerada excelente e atribuída  
401 ao período de recria acelerado recebendo dieta com alto nível de energia. Resultados  
402 semelhantes foram obtidos por Mach et al. (2009) para os valores de EGS (3,65, 3,86, 4,10,  
403 3,73 mm) na carcaça de novilhos Holandeses alimentados com dietas contendo 0, 4, 8 e 12% de  
404 glicerina bruta, respectivamente.

405 A intensidade da deposição dos tecidos é influenciada pelo crescimento e maturidade,  
406 refletindo a condição fisiológica em que os animais se encontram. Inicialmente é priorizado o  
407 crescimento ósseo e muscular, que são diminuídos percentualmente quando o animal atinge a  
408 maturidade fisiológica, com maior deposição de tecido adiposo (Berndt et al., 2002).  
409 Considerando o recorte de gordura, a EGS e o percentual de gordura das carcaças (25%) pode-

410 se inferir que os animais se encontravam em fase de constante deposição de gordura e com  
411 adequado acabamento para o abate, influenciados pelo manejo e dietas ricas em energia na  
412 recria e terminação. O resultado desse estudo para a composição tecidual das carcaças foram  
413 similares as observadas em ensaios anteriores que avaliaram a inclusão da glicerina bruta na  
414 dieta de bovinos e também não verificaram diferença na deposição tecidual da carcaça (Leão,  
415 2011; Bartoñ et al., 2013; Van Cleef et al., 2014).

416 As variáveis relacionadas ao desenvolvimento muscular refletem o semelhante peso de  
417 abate dos animais, constatado pela correlação entre essa variável e a ALD ( $r=0,71$ ;  $P=0,0001$ ),  
418 a espessura do coxão ( $r=0,44$ ;  $P=0,03$ ) e o perímetro de braço ( $r=0,64$ ;  $P=0,0007$ ). O mesmo  
419 foi evidenciado por Van Cleef et al. (2014) para ALD de carcaça de touros Nelore alimentados  
420 com até 30% de inclusão de glicerina bruta. Também não foram relatadas diferenças na ALD  
421 ( $39,5 \text{ cm}^2$ ) de novilhos alimentados com até 12% de glicerina bruta na dieta no trabalho  
422 conduzido por Mach et al. (2009). No entanto, Parsons et al. (2009) alimentaram novilhas  
423 mestiças com dietas contendo 0, 2, 4, 8 12 e 16% de glicerina bruta e observaram redução linear  
424 na ALD, fato relacionado a diminuição no consumo de alimentos quando se acrescentava  
425 maiores quantidades de glicerina bruta. Já a avaliação do grau de desenvolvimento muscular  
426 das carcaças mensurado com a avaliação subjetiva da conformação obteve média de 9,7 na  
427 escala de 1 a 15 (Müller, 1987) e correspondendo à classificação boa menos. As carcaças com  
428 maior conformação estão associadas à maior desenvolvimento muscular e maior rendimento de  
429 carne na desossa (Santos et al., 2008). A baixa conformação está relacionada diretamente ao  
430 grupo genético dos animais utilizados no experimento, novilhos mestiços de origem leiteira.

431 As variáveis que refletem o crescimento esquelético (comprimento de carcaça, braço e  
432 perna) corroboram com os resultados registrados por Leão (2011) que também não observou  
433 efeito da inclusão da glicerina bruta (0, 6, 12 e 24%) sobre as medidas métricas da carcaça de  
434 novilhos leiteiros. Quanto à resposta da proporção dos cortes primários da carcaça frente à

435 inclusão da glicerina bruta na dieta, a redução observada na participação do traseiro especial na  
436 carcaça é uma resposta indesejável pelo fato dos cortes mais valorizados da carcaça estarem  
437 localizados nesta peça. A redução linear observada nessa peça está relacionada à diminuição do  
438 rendimento dos cortes importantes que compõe o peso do traseiro especial e correlacionam  
439 positivamente com essa peça, como coxão mole ( $r = 0,94$ ;  $P < 0,001$ ), alcatra ( $r = 0,84$ ;  $P < 0,001$ )  
440 e filé-mignon ( $0,84$ ;  $P < 0,001$ ). O efeito observados sobre a participação desses cortes no  
441 traseiro especial podem ser explicados pela fato dos músculos nessa região serem precoces no  
442 seu desenvolvimento em relação ao todo da carcaça, predispondo-os a maior variação quanto a  
443 idade (Berg & Butterfield, 1976).

444 Quanto às características qualitativas, a carne apresentou pontuação de 3,45 para cor,  
445 valor inferior ao relatado por Vaz e Restle (2000) de 4,37 pontos para animais castrados, sendo  
446 classificadas como vermelho levemente escuro. A textura da carne foi classificada como  
447 levemente grosseira, de textura intermediária. O marmoreio é a característica da carne  
448 diretamente associada suculência da carne e recebeu classificação entre leve a pequeno (Muller,  
449 1987). Parsons et al. (2009) observaram redução linear no escore de marmoreio frente aos  
450 incremento da glicerina bruta (0, 2, 4, 8, 12 e 16% da MS) na dieta de novilhas mestiças.  
451 Entretanto, esses autores esperavam maior grau de marmoreio em função do aumento na  
452 produção de propionato, principal precursor de glicose no fígado e precursor primário de  
453 gordura intramuscular, como explicou Bartoñ et al. (2013) para o valor ligeiramente maior de  
454 gordura intramuscular quando forneceram por um logo período dietas com 9,3% de glicerina  
455 bruta na terminação de touros.

456

### 457 **4.3. Indicadores sanguíneos**

458 A forma de fornecimento, a quantidade fornecida e a adaptação dos animais ao glicerol  
459 possuem grande influência sobre a velocidade de desaparecimento e o caminho metabólico que

460 irá seguir (Kijora et al, 1998; Defrain et al, 2004), que poderia explicar o aumento observado  
461 na concentração de glicose em vacas que receberam glicerina misturada à ração no momento  
462 do fornecimento (Defrain et al, 2004; Wang et al., 2009), e dos efeitos não significativos quando  
463 a glicerina foi adicionada ao concentrado anteriormente ao fornecimento (Mach et al., 2009;  
464 Bartoñ et al., 2013) como no presente estudo. O aumento nos níveis de glicose sanguínea pode  
465 estar relacionado à alta atividade de enzimas hepáticas responsáveis pela liberação de glicose e  
466 maiores concentrações plasmáticas do hormônio do crescimento (GH) para suportar o rápido  
467 crescimento em que esses animais foram submetidos (Shaffer et al., 1981; Mondal e Prakash,  
468 2004). De acordo com Gunn et al. (2011), bovinos em terminação possuem insensibilidade à  
469 insulina, o que pode explicar os valores mais elevados das concentrações de glicose no final do  
470 experimento. Elevação na concentração de glicose ao longo do período de terminação de  
471 novilhos foi relatado por Hersom et al. (2004).

472 O aumento na concentração plasmática de colesterol ao longo do período de terminação  
473 está de acordo com o observado por Shaffer et al. (1981), que verificaram elevação do colesterol  
474 total com o incremento da idade. Apesar da elevação, os valores permaneceram dentro do  
475 intervalo normal para bovino 62-193 mg/dL (Donald e Plumb, 2011). No presente estudo, a  
476 elevação na concentração plasmática de colesterol total está relacionada ao consumo de dietas  
477 com alto nível de energia e glicerina bruta que disponibiliza glicose e glicerol para lipogênese  
478 (Frengf e Kennell, 1990; Thrall et al., 2006; Kozloski, 2009).

479 As mesmas considerações podem ser aplicadas à concentração de triglicerídeos que  
480 também não foi influenciado pela inclusão da glicerina bruta na dieta, aumentando com decorrer  
481 da terminação, entretanto, dentro da variação normal indicado por Pogliani e Birgel Junior  
482 (2007) de  $31,32 \pm 15,82$  mg/dL, demonstrando que a inclusão da glicerina bruta não  
483 comprometeu o metabolismo energético dos animais. O mesmo efeito observado para o  
484 colesterol era esperado para a concentração de HDL, já que esse é o principal responsável pelo

485 transporte de colesterol no sangue de bovinos (Kozloski, 2009), o que não foi observado. Ainda  
486 assim, a concentração de HDL oscilaram dentro da variação relatada por Osorio et al. (2012)  
487 de  $81,22 \pm 30,06$  mg/L para machos jovens.

488 Apesar da concentração de proteína total (PT) ter sido reduzida com a inclusão da  
489 glicerina bruta na dieta, sua concentração e da albumina permaneceram dentro da oscilação  
490 considerada normal de 6,2-8,2 e 2,8-3,9 g/dL, respectivamente (Donald e Plumb, 2011). A  
491 atividade da enzima aspartato aminotransferase (AST) e alanina aminotransferase (ALT)  
492 também apresentaram concentração normal (Donald e Plumb, 2011), sem qualquer efeito da  
493 inclusão da glicerina bruta ou do período de coleta. Esses resultados, juntamente com os valores  
494 de PT e albumina sugerem que não houve lesões ou danos no fígado e ao metabolismo proteico  
495 durante o período avaliado.

496 Valores elevados de creatinina plasmática indicam uma deficiência na funcionalidade  
497 renal (González & Scheffer, 2002). Embora tenha ocorrido variação na concentração de  
498 creatinina no período de terminação e dos valores oscilarem abaixo da faixa normal para  
499 machos da raça holandesa de  $1,57 \pm 0,29$  mg/dL (Fagliari et al., 1998), pode-se inferir que a  
500 glicerina bruta não comprometeu o funcionamento da função renal no período avaliado e  
501 ausência de efeito tóxico do metanol (0,01% na composição da glicerina bruta) com inclusão  
502 de até 240 g/kg (Leão et al., 2012b). A constatação de que o funcionamento renal não foi  
503 comprometido é amparada ainda pelos níveis de uréia sanguínea que permaneceram dentro da  
504 faixa referência citado por Fagliari et al. (1998).

505

## 506 **5. CONCLUSÃO**

507 A glicerina bruta pode ser adicionada até 240 g/kg da MS da dieta de alto concentrado  
508 por não causar prejuízos ao consumo dos animais, a digestibilidade da dieta, as principais  
509 características da características da carcaça e a saúde de novilhos mestiços de origem leiteira.

510 **6. REFERÊNCIAS**

- 511 ABUGHAZALEH, A. A., ABO EL-NOR, S.; BABU. R. 2008. The effect of replacing corn  
512 with glycerol on rumen fermentation and fiber digestibility. *J. Anim. Sci.*, 86: 474. (Abstract)
- 513 ANDERSON, J., SCHINGOETHE, D., KALSCHUR, K. & HIPPEN, A. 2006. Evaluation of  
514 dried and wet distillers grains included at two concentrations in the diets of lactating dairy  
515 cows. *J. Dairy Sci.* 89:3133–3142.
- 516 AOAC, 1995. *Official Methods of Analysis*, 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.
- 517 BOYD, J.; BERNARD, J. K; WEST, J. W. 2013. Effects of feeding different amounts of  
518 supplemental glycerol on ruminal environment and digestibility of lactating dairy cows. *J.*  
519 *Dairy Sci.* 96 :470–476.
- 520 CASALI, A.O., DETMANN, E., VALADARES FILHO, S.C. PEREIRA, J. C., HENRIQUES,  
521 L. T., FREITAS, S. G., PAULINO, M. F. 2008. Influência do tempo de incubação e do  
522 tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes  
523 bovinas obtidos por procedimentos in situ. *R. Bras. Zootec.* 37, 335-342.
- 524 COCHRAN, R.C., ADANS, D.C., WALLACE, J.D., GALYEAN M. L. 1986. Predicting  
525 digestibility of different diets with internal markers: evaluation of four potential markers. *J.*  
526 *Anim. Scie.* 63, 1476-1483.
- 527 COSTA, E.C., RESTLE, J., VAZ, F.N., ALVES FILHO, D. C. BERNARDES, R. A. L. C.,  
528 KUSS, F. 2002. Características da carcaça de novilhos Red Angus superprecoce abatidos  
529 com diferentes pesos. *R. Bras. Zootec.* 31, 119-128.
- 530 CHUNG, Y. H., RICO, D.E, MARTINEZ, C. M., CASSIDY, T. W., NOIROT, V., AMES, A.,  
531 VARGA, G. A. 2007. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein dairy cows  
532 on lactational performance and metabolic profiles. *J. Dairy Sci.* 90, 5682–5691.

- 533 DEFRAIN, J.M.; HIPPEN, R.; KALSCHEUR, K.F.; JARDON, P.W. 2004. Feeding glycerol  
534 to transition dairy cows: effects on blood metabolites and lactation performance. *J. Dairy*  
535 *Sci.* 87, 4195–4206.
- 536 DONKIN, S.S. 2008. Glycerol form biodiesel production: the new corn for dairy cattle. *R. Bras.*  
537 *Zootec.* 37, 280-286.
- 538 ELAM, N. A., ENG., K. S., BECHTEL, B., HARRIS, J. M., CROCKER, R. 2008. Glycerol  
539 from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. Proceedings of the Southwest  
540 Nutrition Conference, Tempe AZ, n. 21.
- 541 EZEQUIEL, J. M. B.; GALATI, R. L.; MENDES, A. R., FATURI, C. 2006. Desempenho e  
542 características de carcaça de bovinos Nelore em confinamento alimentados com bagaço de  
543 cana-de-açúcar e diferentes fontes energéticas. *R. Bras. Zootec.* 35, 2050-2057.
- 544 GUNN, P. J., LEMENAGER, R. P., BUCKMASTER, D. R. PAS., CLAEYS, M. C., LAKE,  
545 S. L. PAS. 2011. Effects of dried distillers grains with solubles and crude glycerin on  
546 performance, carcass characteristics, and metabolic parameters of early weaned beef calves.  
547 *Prof. Anim. Scient.* 27, 283–294.
- 548 HALL, M.B. 2000. Calculation of non-structural carbohydrate content of feeds that contain  
549 non-protein nitrogen. Gainesville: University of Florida, p.A-25 (Bulletin, 339).
- 550 KRUEGER, N. A., ANDERSON, R. C., TEDESCHI, L. O., CALLAWAY, T. R.,  
551 EDRINGTON, T. S. NISBET, D. J. 2012. Evaluation of feeding glycerol on free-fatty acid  
552 production and fermentation kinetics of mixed ruminal microbes in vitro. *Bioresour.*  
553 *Technol.* 101, 8469-8472.
- 554 LAGE, J.F, PAULINO, P.V.R., PEREIRA, L.G.R., DUARTE, M. S., VALADARES FILHO,  
555 S. C., OLIVEIRA, A. S., SOUZA, N. K. P., LIMA, J. C. M. 2013. Carcass characteristics of  
556 feedlot lambs fed crude glycerin contaminated with high concentrations of crude fat. *Meat*  
557 *Sci.* 96, 108-113.

- 558 LEÃO, J. P. 2011. Glicerol: Desempenho e características de carcaça e da carne de vacas e  
559 novilhos. 2011. 98 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal Tropical) - Universidade  
560 Federal do Tocantins, Araguaína.
- 561 LEÃO, J. P., MIRANDA NEIVA, J. N. M., RESTLE, J. PAULINO, P. V. R., SANTANA, A.  
562 E. M., MIOTTO, F. R. C., MÍSSIO, R. L. 2012a. Consumo e desempenho de bovinos de  
563 aptidão leiteira em confinamento alimentados com glicerol. *Ciênc. Anim. Bras.* 13, 421-428.
- 564 LEÃO, J. P.; RAMOS, A. T.; MARUO, V. M., SOUZA, D. P. M., NEIVA, J. N. M., RESTLE,  
565 J., MORON, S. E. 2012b. Anatomopatologia de amostras de bovinos alimentados com  
566 glicerol. *Ciênc. Rural*, 42, 1253-1256.
- 567 MACH, N., BACH, A., DEVANT, M., 2009. Effects of crude glycerin supplementation on  
568 performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. *J. Anim. Sci.* 87,  
569 632-638.
- 570 MEYER, U., SCHWABE, A., DÄNICKE, S. & FLACHOWSKY, G. 2010. Effects of co-  
571 products from biofuel production on the performance of growing fattening bulls. *Ani. Feed*  
572 *Sci. Technol.* 161: 132–139.
- 573 MORIEL, P., NAYIGIHUGU, V., CAPPELLOZZA, B. I., GONCALVES, E. P., KRALL, J.  
574 M., FOULKE, T., CAMMACK, K. M., HESS, B. W. 2011. Camelina meal and crude  
575 glycerin as feed supplements for developing replacement beef heifers. *J. Anim. Sci.*  
576 89:4314–4324.
- 577 MILLEN, D. D., ARRIGONI, M. D. B. 2013. Drivers of change in animal protein production  
578 systems: Changes from ‘traditional’ to ‘modern’ beef cattle production systems in Brazil.  
579 IN: *Annul Review of Animal Biosciences*. Disponível: [http://](http://http://animalfrontiers.org/content/3/3/56.full.pdf+html)  
580 <http://animalfrontiers.org/content/3/3/56.full.pdf+html>. Acesso: 28 de dezembro de 2013.
- 581 MÜLLER, L. 1987. Normas para avaliação de carcaças e concurso de carcaças de novilhos. 2.  
582 ed. Santa Maria: UFSM, Imprensa Universitária, 31 p.



- 583 PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. 2009. Performance and carcass traits  
584 of finishing heifers fed crude glycerin. *J. Anim. Sci.* 87, 653-657.
- 585 PARSONS, G.L; DROUILLARD J.S. 2012. Effects of crude glycerin on ruminal metabolism  
586 and diet digestibility in flaked corn finishing diets. Disponível em: [http://krex.k-](http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/8141/cattle10pg90-92.pdf?sequence=1)  
587 [state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/8141/cattle10pg90-92.pdf?sequence=1](http://krex.k-state.edu/dspace/bitstream/handle/2097/8141/cattle10pg90-92.pdf?sequence=1). Acesso em:  
588 16 de dezembro de 2012.
- 589 PASCOAL, L. L.; VAZ, F. N. VAZ, R. Z., RESTLE, J., PACHECO, P. S., SANTOS, J. P. A.  
590 2011. Relações comerciais entre produtor, indústria e varejo e as implicações na  
591 diferenciação e precificação de carne e produtos bovinos não-carcaça. *R. Bras. Zootec.* 40,  
592 82-92.
- 593 PLÁ, J. A. 2002. Perspectivas do biodiesel no Brasil. *Indicadores Econômicos FEE*, Porto  
594 Alegre, 30, 179-190.
- 595 RAMOS, M. H., KERLEY, M. S. 2012. Effect of dietary crude glycerol level on ruminal  
596 fermentation in continuous culture and growth performance of beef calves. *J. Anim. Sci.* 90,  
597 892–899.
- 598 ROGER, V., FONTY, G., ANDRE, C., GOUET, P. 1992. Effects of glycerol on the growth,  
599 adhesion, and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. *Curr.*  
600 *Microbiol.* 25, 197–201.
- 601 SANTOS, A. P.; BRONDANI, I. L.; RESTLE, J., MENESES, L. F. G., OLIVEIRA, L.,  
602 SILVEIRA, S. R. L. 2008. Características quantitativas da carcaça de novilhos jovens e  
603 superjovens com peso de abate similares. *Ciênc. Anim. Bras.* 9, 300-308.
- 604 SCHRODER, A., SUDEKUM, K. H. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production  
605 in diets for ruminants. In: *New Horizons for an Old Crop. Proc. 10th Int. Rapeseed*  
606 *Congresso Canberra, Australia. Paper n. 241.* N. Wratten and P. A. Salisbury, ed. The  
607 *Regional Institute Ltd., Gosford, New South Wales, Australia.*

- 608 SNIFFEN, C. J., O'CONNOR, J. D., VAN SOEST, P. J., FOX, D. G., RUSSELL, J. B., 1992.  
609 A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: II – Carbohydrate and  
610 protein availability. *J. Anim. Sci.* 70, 35621-3577.
- 611 VAN CLEEF, E. H. C. B., EZEQUIEL, J. M. B., D'AUREA, A. P., FÁVARO, V. R.,  
612 SANCANARI, J. B. D. 2014. Crude glycerin in diets for feedlot Nellore cattle. *R. Bras.*  
613 *Zootec.*, 43, 86-91.
- 614 VANDER POL, K., ERICKSON, G., KLOPFENSTEIN, T., GREENQUIST, M., ROBB, T.  
615 2006. Effect of dietary inclusion of wet distillers grains on feedlot performance of finishing  
616 cattle and energy value relative to corn. *Nebraska Beef Cattle Report.* 51–53.
- 617 VAZ, F. N.; RESTLE, J. 2000. Aspectos qualitativos da carcaça e da carne de machos Hereford,  
618 inteiros ou castrados, abatidos aos quatorze meses. *R. Bras. Zootec.* 29, 1894 – 1901.

**CAPÍTULO V - Comportamento ingestivo de machos mestiços de origem leiteira alimentados com dietas contendo glicerina bruta**

1 **Comportamento ingestivo de machos mestiços de origem leiteira alimentados com dietas**  
2 **contendo glicerina bruta**

3  
4 **Resumo:** Foram avaliados os efeitos da inclusão da glicerina bruta na dieta sobre o  
5 comportamento ingestivo de bezerros e novilhos de origem leiteira recebendo dietas com  
6 inclusão de glicerina bruta na dieta (0, 80, 160 e 240 g/kg da MS). Os 24 bezerros com peso  
7 médio inicial de  $95,46 \pm 22,79$  kg com três meses de idade destinados a produção de vitelos  
8 modificados foram confinados individualmente por 104 dias. Os 24 novilhos castrados com  
9 peso médio no inicial de  $337,3 \pm 39,7$  kg e 15 meses de idade foram confinados durante a  
10 terminação de 84 dias em baias individuais. Ambos os experimentos foram conduzidos em um  
11 delineamento inteiramente casualizado com seis repetições. As observações comportamentais  
12 foram realizadas durante 24 horas registrando as atividades de alimentação, ruminação, ócio e  
13 outras atividades de maneira intermitente a cada cinco minutos e as características de  
14 mastigação, eficiência de alimentação e ruminação além da frequência no bebedouro. Nos  
15 bezerros o tempo despendido com alimentação foi reduzido linearmente e a atividade de ócio  
16 tendeu a aumento linear com a inclusão da glicerina bruta na dieta. As atividades de ruminação  
17 e outras atividades não foram influenciadas pela pelas dietas, com médias de 7,00 e 4,77 horas  
18 por dia, respectivamente. Nos novilhos, a glicerina bruta na dieta promoveu efeito quadrático  
19 sobre o tempo gasto com alimentação e ruminação. O menor tempo de alimentação foi estimado  
20 com a inclusão de 83,3 g/kg de glicerina bruta. Já o tempo máximo de ruminação foi estimado  
21 com 91,4 g/kg de inclusão. A inclusão da glicerina bruta na dieta altera as principais  
22 características do comportamento ingestivo dos animais.

23

24 **Palavras-chave:** Biodiesel, mastigação, ruminação, subprodutos, tempo de alimentação

25

## 26 **Feeding behavior of dairy crossbred males fed diets containing crude glycerin**

27

28 **Abstract:** This study evaluated the effects of the crude glycerin inclusion in the diet on the  
29 feeding behavior of dairy calves and steers fed with diets containing crude glycerin (0, 80, 160  
30 and 240 g/kgDM). The 24 three months old calves with initial weight of  $95.46 \pm 22.79$  kg were  
31 individually confined for 104 days for the production of modified veal. The 24 castrated steers  
32 15 months old with an average initial weight of  $337.3 \pm 39.7$  kg kept in individual pens and fed  
33 during the 84-day. Both experiments were conducted in a completely randomized design with  
34 six replications. Behavioral observations were conducted for 24 hours recording the activities  
35 of feeding, rumination and other activities intermittently every five minutes and characteristics  
36 of chewing, eating and ruminating efficiency beyond the frequency of drinking. For calves the  
37 time spent feeding was reduced linearly and leisure activity tended to linear increase with the  
38 inclusion of crude glycerin in the diet. The activities of rumination and other activities were not  
39 influenced by the diets, with averages of 7.00 and 4.77 hours per day, respectively. For steers,  
40 the crude glycerin in the diet promoted quadratic behavior on the time spent eating and  
41 ruminating. The shortest time feeding and other activities was estimated at 83.3 g/kg of crude  
42 glycerin. The maximum rumination time was estimated with 91.4 g/kg inclusion. The inclusion  
43 of crude glycerin in the diet alters the main characteristics of animal feeding behavior.

44

45 **Keywords:** Calves, biodiesel, chewing, feeding time, rumination, steers

46

47

48

49

50

## 51 1. INTRODUÇÃO

52 Participações cada vez mais elevadas de subprodutos têm sido empregados na  
53 alimentação de ruminantes, por possuírem bom valor nutritivo e principalmente baixo custo.  
54 Porém, muitas vezes, nem mesmo são conhecidos seus aspectos nutricionais e efeitos de sua  
55 utilização sobre o comportamento ingestivo dos animais. Apesar dos ruminantes possuírem  
56 elevada capacidade de utilização de subprodutos agroindustriais, quando empregados de  
57 maneira inadequada, podem deprimir o consumo e, conseqüentemente, causar prejuízos no  
58 desempenho dos animais.

59 Dessa forma, quando se trabalha com subprodutos como parte dos ingredientes da dieta,  
60 o estudo do comportamento alimentar é importante para avaliar suas implicações sobre o  
61 consumo diário de alimentos, uma vez que a presença de eventuais substâncias antinutricionais  
62 podem exercer efeito negativo na ingestão e nos tempos despendidos em alimentação,  
63 ruminação e ócio (Dado e Allen, 1995).

64 Com a expansão do biodiesel no Brasil, a glicerina bruta tem despertado grande interesse  
65 como fonte alimentar energética alternativa em dietas para terminação de bovinos em  
66 confinamento em substituição ao milho. No entanto, quando acrescentada na ração, a glicerina  
67 bruta pode vir a modificar o comportamento alimentar, principalmente devido os diferentes  
68 graus de pureza da glicerina bruta como presença de sais, metanol e ácidos graxos oriundos do  
69 processo de transesterificação que podem exercer efeito negativo na ingestão de alimentos  
70 (Schröder & Südekum, 1999; Chung et al., 2007; Elam et al., 2008). Objetivou-se através deste  
71 estudo avaliar os efeitos da inclusão de diferentes níveis de glicerina bruta na dieta sobre o  
72 comportamento alimentar de bovinos terminados em confinamento.

73

74

75

## 76 2. MATERIAL E MÉTODOS

77 Todos os procedimentos e protocolos utilizados neste experimento foram aprovados  
78 pelo Comitê de Ética no Uso de Animais da Universidade Federal do Tocantins (CUA-UFT)  
79 sob Processo nº 23101.003936/2012-00.

80

### 81 2.1. Local e tratamentos

82 Dois experimentos foram conduzidos para avaliar o comportamento ingestivo de bezerros  
83 e novilhos, ambos mestiços de origem leiteira, alimentados com dietas contendo níveis de  
84 inclusão de glicerina bruta (0, 80, 160 e 240 g/kg) na matéria seca da dieta. Os ensaios foram  
85 realizados no Confinamento Experimental da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da  
86 Universidade Federal do Tocantins, Campus de Araguaína – TO. O município de Araguaína  
87 situa-se ao norte do Tocantins, nas seguintes coordenadas geográficas: 07°11'28'' de Latitude  
88 Sul, e 48°12'26'' de Longitude Oeste.

89

### 90 2.2. Animais, dietas e delineamento experimental

91 Foram utilizados 24 bezerros com peso médio inicial de  $95,46 \pm 11,80$  kg com três meses  
92 de idade, distribuídos em quatro tratamentos em delineamento inteiramente casualizado com  
93 seis repetições. Os bezerros foram alojados em baias individuais de 12 m<sup>2</sup>, com piso de chão  
94 batido, parcialmente cobertas, providas de comedouro e bebedouro. O experimento durou 104  
95 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais e 90 dias para avaliações experimentais. A  
96 observação comportamental foi realizada no 70º dia do ensaio experimental durante 24 horas  
97 consecutivas subdivididas em quatro períodos de seis horas. As dietas foram formuladas com  
98 auxílio do programa RLM 3.2<sup>®</sup> na proporção de 10% de volumoso (cana-de-açúcar) e 90% de  
99 concentrado (Tabela 1) para atender as exigências de manutenção e ganho médio diário de 1,41

100 kg/dia e fornecidas uma vez ao dia, às 10 h da manhã em quantidade ajustada para manter  
101 sobras de 5 a 10% do fornecido.

102 Tabela 1. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais  
103 (Bezerros).

Ingredientes, g/kg de MS	Nível de glicerina bruta (g/kg)				
	0	80	160	240	
Cana-de-açúcar	100,0	100,0	100,0	100,0	
Farelo de soja	115,0	132,0	151,7	171,7	
Milho grão moído	735,8	644,7	545,0	445,0	
Glicerina bruta	-	80,0	160,0	240,0	
Suplemento Mineral	11,0	13,0	14,0	14,0	
Calcário	22,0	19,0	18,0	18,0	
Cloreto de Sódio	5,0	-	-	-	
Uréia	9,9	9,9	9,9	9,9	
Sulfato de Amônia	1,1	1,1	1,1	1,1	
Rumensin 100 Ag	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Cana de açúcar	Composição Bromatológica (g/kg)			
Matéria seca, g/kgMN	268,0	799,7	779,7	760,6	752,1
Proteína bruta	21,9	150,6	151,4	153,8	155,2
Fibra em detergente neutro	493,3	170,9	163,6	153,3	148,6
Fibra em detergente ácido	283,3	69,8	66,3	61,5	61,1
Hemicelulose	210,0	101,1	97,3	91,7	87,6
Carboidratos não fibrosos	460,0	663,4	659,4	646,9	641,4
Nutrientes digestíveis totais <sup>1</sup>	627,8	822,8	824,1	812,1	805,6
Celulose	196,3	45,3	42,7	39,1	38,5
Lignina	72,1	20,3	20,0	19,1	19,5
Matéria mineral	20,2	38,6	46,1	64,0	73,3
NIDN <sup>4</sup> g/kgN	285,9	122,2	116,5	105,5	107,5
NIDA <sup>5</sup> g/kgN	89,0	43,6	36,7	31,0	28,3
Extrato etéreo	10,3	19,1	22,7	23,6	24,0

104 <sup>1</sup>Composição: Ca (max) – 269 g/kg; Ca (min) - 220 g/kg; P (min) – 160 g/kg; Mg – 10g/kg; S – 15 g/kg; Zn – 5472  
105 mg/kg; Fe – 2610 mg/kg; Cu – 2100 g/kg; Mn – 992 mg/kg; Co – 200 mg/kg; I – 124 mg/kg; Se – 45 mg/kg; F



106 (max) – 1476 mg; Sol. Fósforo/AC Cítrico 2% max – 90%; <sup>2</sup>10g/100g de monensina; <sup>4</sup>Nitrogênio Insolúvel em  
107 detergente neutro; <sup>5</sup>Nitrogênio Insolúvel em detergente ácido.

108 No outro estudo foram utilizados 24 novilhos castrados com peso médio no inicial de  
109  $337,3 \pm 39,7$  kg e 15 meses de idade, distribuídos em quatro tratamentos em delineamento  
110 inteiramente casualizado com seis repetições. Os animais foram alojados em baias individuais  
111 de 12 m<sup>2</sup>, com piso de chão batido, parcialmente cobertas, providas de comedouro e bebedouro.  
112 O experimento durou 84 dias, sendo 14 dias para adaptação dos animais e 70 dias para  
113 avaliações experimentais.

114 As observações comportamentais foram realizadas no 30 e 60º dia do ensaio durante 24  
115 horas consecutivas subdivididas em quatro períodos de seis horas. As dietas foram formuladas  
116 com auxílio do programa RLM 3.2<sup>®</sup> na proporção de 10% de volumoso (silagem de sorgo) e  
117 90% de concentrado para atender as exigências de manutenção e ganho médio diário de 1,28  
118 kg/dia (Tabela 2) e fornecidas uma vez ao dia, às 9 h da manhã em quantidade ajustada para  
119 manter sobras de 5 a 10% do fornecido.

120 A glicerina bruta (GENPA<sup>®</sup>-80 – Glicerol energético nutricional para alimentação)  
121 utilizada na elaboração das dietas foi oriunda do óleo de soja e apresentava 899,8 g/kg de  
122 matéria seca, 11,9 g/kg de extrato etéreo, 78,6 g/kg matéria mineral, 803,5 g/kg de glicerol, 74,  
123 7 g/kg de cloreto de sódio, menos que 0,1 g/kg de metanol e densidade de 1,27 g/cm<sup>3</sup>, sendo  
124 fornecida pela empresa GRANOL S.A.

125

### 126 **2.3. Coleta de Amostras e Análises**

127 O período de observação comportamental iniciou às 09h00 horas sendo registradas as  
128 atividades de alimentação, ruminação, ócio e outras atividades de maneira intermitente a cada  
129 cinco minutos. À noite foi utilizada iluminação artificial, à qual o animais foram adaptados  
130 previamente por três dias. Os animais foram considerados em outras atividades quando se  
131 movimentavam pela baia (caminhando), quando observavam, brincavam, lambiam-se,

132 coçavam-se, exceto quando se alimentavam ou estavam ócio ou ruminando. As avaliações  
 133 foram realizadas por observadores treinados, de forma visual com um observador designado  
 134 para o grupo de seis animais com revezamentos em turnos de três horas.

135 Tabela 2. Proporção dos ingredientes e composição química das dietas experimentais  
 136 (Novilhos).

Ingredientes (g/kgMS)	Nível de glicerina bruta (g/kg)				
	0	80	160	240	
Silagem de sorgo	100,0	100,0	100,0	100,0	
Farelo de soja	69,0	89,0	109,0	128,0	
Milho grão moído	804,2	706,7	606,7	507,7	
Glicerina bruta	-	80,0	160,0	240,0	
Suplemento Mineral <sup>1</sup>	5,0	5,0	5,0	5,0	
Calcário	8,0	8,0	8,0	8,0	
Cloreto de sódio	2,5	-	-	-	
Uréia	9,9	9,9	9,9	9,9	
Sulfato de Amônia	1,1	1,1	1,1	1,1	
Rumensin <sup>2</sup>	0,25	0,25	0,25	0,25	
	Silagem	Composição Bromatológica (g/kg)			
Matéria seca (g/kgMN)	296,1	785,5	752,5	755,9	752,2
Proteína bruta	65,9	133,6	13,48	136,5	138,5
Fibra em detergente neutro	632,7	176,7	174,4	165,4	164,5
Fibra em detergente ácido	360,1	69,9	69,7	66,3	68,5
Hemicelulose	272,7	106,8	104,7	99,1	96,0
Carboidratos não-fibrosos	230,3	653,5	649,3	644,9	632,9
Nutrientes digestíveis totais <sup>3</sup>	569,2	837,6	833,8	829,5	822,7
Celulose	280,9	43,2	43,0	40,8	40,4
Lignina	63,8	20,1	19,4	19,8	19,6
Matéria mineral	75,8	45,0	49,6	56,0	61,9
NIDN (g/kgN total) <sup>4</sup>	35,47	15,01	15,86	14,28	15,68
NIDA (g/kg N total) <sup>5</sup>	15,56	5,52	4,40	4,40	3,82
Extrato etéreo	27,1	36,0	34,4	34,6	35,4

137 <sup>1</sup>Composição: Ca (max) - 269g/kg; Ca (min) - 220 g/kg; P (min) – 160 g/kg; Mg – 10g/kg; S – 15 g/kg; Zn – 5472  
 138 mg/kg; Fe – 2610 mg/kg; Cu – 2100 g/kg; Mn – 992 mg/kg; Co – 200 mg/kg; I – 124 mg/kg; Se – 45 mg/kg; F  
 139 (max) – 1476 mg; Sol. Fósforo/AC Cítrico 2% max – 90%; <sup>2</sup>10g/100g de monensina; <sup>3</sup>NDT estimado pelas  
 140 equações do NRC (2001); <sup>4</sup>Nitrogênio Insolúvel em detergente neutro; <sup>5</sup>Nitrogênio Insolúvel em detergente ácido.

141

142 Os dados relativos à alimentação, ruminação, ócio e outras atividades, em função do  
 143 nível inclusão da glicerina bruta na dieta, foram analisados em hora por dia (h/dia) e a  
 144 participação de cada atividade dentro de cada período do dia (manhã, tarde, noite e madrugada),  
 145 em minutos. As variáveis que medem a eficiência de alimentação e ruminação foram obtidos  
 146 segundo Bürger et al. (2000):

147  $EAL_{MS} = CMS/TAL;$

148  $EAL_{FDN} = CFDN/TAL;$  em que:

149  $EAL_{MS}$  é a eficiência de alimentação em consumo de MS, em quilogramas de MS consumida  
 150 por hora (kg/h);  $EAL_{FDN}$  é a eficiência de alimentação do consumo de FDN, quilogramas de  
 151 FDN consumida por hora (kg/h); CMS = consumo diário de matéria seca (kg/dia); CFDN =  
 152 consumo diário de FDN (kg/dia); TAL = tempo gasto diariamente em alimentação (horas).

153  $ERU_{MS} = CMS/TRU;$

154  $ERU_{FDN} = CFDN/TRU$  em que:

155  $ERU_{MS}$  é a eficiência de ruminação da MS, quilogramas de MS ruminada por hora  
 156 (kg/h);  $ERU_{FDN}$  = eficiência de ruminação da FDN, quilogramas de FDN por hora (kg/hora);

157 TRU = tempo de ruminação (hora/dia);

158  $TMT = TAL + TRU$  em que:

159 TMT = tempo de mastigação total (minutos/dia).

160 A contagem do número de mastigações meréricas por bolo ruminal e tempo de  
 161 mastigações por bolo ruminal foram obtidas através de observações individuais dos animais  
 162 durante três dias consecutivos, distribuídas em três períodos do dia, de 6 às 8 horas, 12 às 14

163 horas e das 20 às 22 horas, sendo observados três bolos ruminais por animal por cada intervalo  
164 de observação. Para cada bolo foi contado o número de mastigações a partir do momento em  
165 que, o bolo ruminal chegou à boca até o momento de sua deglutição, sendo simultaneamente  
166 registrado o tempo despendido na ruminação do bolo com auxílio de cronômetros digitais. O  
167 número de mastigações merícicas por dia foi estimado conforme Bürger et al. (2000):

168  $NBR = TRU / MM_{tb}$ ; em que:

169  $NBR$  (nº/dia) = número de bolos ruminais por dia;  $TRU$  (min/dia) = tempo de ruminação,  
170 em minutos por dia.  $MM_{tb}$  (min/bolo) = tempo de mastigação merícica por bolo ruminal, em  
171 minutos;

172  $MM_{nd} = NBR \times MM_{nb}$ ; em que:

173  $MM_{nd}$  (nº/dia) = número de mastigações merícicas por dia;  $MM_{nb}$  (nº/bolo) = número de  
174 mastigações merícicas por bolo ruminal.

175 A partir da avaliação do tempo de alimentação, ruminação e ócio foi determinado o  
176 número de refeições (número de vezes que os animais chegaram ao comedouro) e o tempo gasto  
177 em cada refeição, o número de períodos de ruminação e o tempo por período de ruminação, o  
178 número de períodos de ócio e o tempo por período de ócio, considerando 10 minutos como  
179 tempo mínimo uma refeição, ruminação ou período em ócio.

180 Foram coletadas semanalmente amostras representativas dos concentrados, da cana-de-  
181 açúcar e das sobras. Todas as amostras foram pré-secas em estufa ventilada a 55 °C por 72  
182 horas, moídas em moinho com peneira de crivos de 1 mm e armazenadas para posteriores  
183 análises no Laboratório de Nutrição Animal da Escola de Medicina Veterinária e Zootecnia da  
184 Universidade Federal do Tocantins. As amostras dos alimentos e sobras foram analisadas  
185 quanto aos teores de matéria seca de acordo com AOAC (1995) e fibra em detergente neutro  
186 (FDN) conforme a metodologia descrita e recomendada pelo fabricante do aparelho ANKON.

187 Para as análises de FDN e FDA foram utilizados sacos de tecido-não-tecido (TNT – 100 g/m<sup>2</sup>)  
188 com dimensões de 4 x 5 cm, confeccionados no Laboratório de Nutrição Animal.

189 Para avaliação do efeito dos tratamentos foram realizadas análises de regressão e  
190 correlação de Pearson. Para o estudo de regressão adotou-se o modelo matemático:  $\gamma_{ij} = \beta_0 +$   
191  $\beta_1 X_i + \beta_2 X_i^2 + \beta_3 X_i^3 + \alpha_j + \epsilon_{ij}$ , onde:  $\gamma_{ij}$  = variáveis dependentes;  $\beta$ 's = coeficientes de  
192 regressão;  $X_i$  = níveis de inclusão;  $\alpha_j$  = desvios da regressão; e  $\epsilon_{ij}$  = erro aleatório residual. A  
193 escolha do modelo mais adequado para cada variável baseou-se na significância dos  
194 coeficientes linear e quadrático, utilizando-se o nível de 0,05 de significância. Os tempos das  
195 atividades em função dos períodos do dia foram analisados pelo teste de Tukey, utilizando-se  
196 o nível de 0,05 de significância.

197

### 198 **3. RESULTADOS**

#### 199 **3.1. Bezerros**

200 O consumo de matéria seca (CMS) decresceu linearmente ( $P < 0,01$ ) à medida que a  
201 glicerina bruta foi incluída na dieta (Tabela 3). Para cada grama de inclusão na dieta, o CMS  
202 foi reduzido em 3 g, segundo a equação de regressão. O mesmo efeito foi observado para a  
203 ingestão de fibra em detergente neutro (CFDN) com a inclusão de glicerina bruta na dieta.

204 A inclusão da glicerina bruta na dieta causou redução linear ( $P < 0,05$ ) no tempo gasto com  
205 alimentação. Para cada grama de inclusão, o tempo gasto foi reduzido em 0,003 horas. O mesmo  
206 efeito ( $P < 0,05$ ) foi verificado para o número de refeições por dia que foi reduzido linearmente  
207 em 0,10 pontos percentuais para cada grama de glicerina bruta adicionada na dieta. Entretanto,  
208 o tempo gasto por refeição respondeu de forma quadrática ( $P < 0,01$ ) à inclusão da glicerina bruta  
209 na dieta. O maior tempo por refeição foi estimado com a inclusão de 148,3 g/kg de glicerina  
210 bruta.

211 Não houve efeito ( $P>0,05$ ) sobre o tempo destinado a ruminção por dia (7 horas), tempo  
 212 por período de ruminção (28,65 minutos) e número de períodos de ruminção (15,04). O tempo  
 213 despendido com ócio tendeu a aumento linear com a inclusão da glicerina bruta na dieta  
 214 ( $P=0,056$ ), mas o número de períodos em ócio e o tempo médio de cada período nessa atividade  
 215 não foi modificado ( $P>0,05$ ), assim como o tempo gasto pelos animais em outras atividades,  
 216 com média de 4,77 horas por dia.

217

218 Tabela 3. Efeito da inclusão da glicerina bruta sobre o consumo de matéria seca (CMS),  
 219 consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), tempo despendido com  
 220 alimentação, ruminção, ócio e outras atividades, número e duração das refeições,  
 221 ruminção (Bezerros).

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kg)				%CV <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
CMS <sup>3</sup>	4,14	4,11	3,80	3,49	9,4	0,002	0,952
CFDN <sup>4</sup>	0,71	0,68	0,60	0,54	8,2	0,001	0,952
Alimentação <sup>5</sup> , h/dia	2,82	2,45	2,46	2,12	21,18	0,042	0,938
Número de refeições, n <sup>o</sup> /dia <sup>6</sup>	9,50	7,00	7,50	6,67	20,69	0,012	0,213
Duração da refeição <sup>7</sup> , min	15,60	22,08	21,28	19,90	13,73	0,024	0,002
Ruminção, hora/dia	7,08	7,07	6,79	7,07	15,15	0,906	0,804
Períodos de ruminção, n <sup>o</sup> /dia	14,83	14,80	14,50	16,03	11,78	0,337	0,293
Duração períodos de ruminção, min	28,53	29,58	29,18	27,32	19,84	0,701	0,537
Ócio <sup>8</sup> , hora/dia	8,54	10,30	10,10	10,11	13,16	0,069	0,111
Períodos de ócio, n <sup>o</sup> /dia <sup>9</sup>	17,50	19,40	22,00	20,33	15,15	0,056	0,161
Duração períodos de ócio, min	30,54	33,91	28,52	30,85	17,24	0,662	0,708
Outras Atividades, hora/dia	5,56	4,18	4,65	4,69	22,35	0,289	0,120

222 <sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; <sup>3</sup> $\hat{Y}=4,12-0,0029x$  ( $R^2=0,39$ ); <sup>4</sup> $\hat{Y}=0,71-$   
 223  $0,0008x$  ( $R^2=0,66$ ); <sup>5</sup> $\hat{Y}=2,77-0,003x$  ( $r^2=0,89$ ); <sup>6</sup> $\hat{Y}=9,09+0,006x$  ( $R^2=0,50$ ); <sup>7</sup> $\hat{Y}=15,94+0,089x-0,03x^2$  ( $R^2=0,91$ );  
 224 <sup>8</sup> $\hat{Y}=8,87-0,010x$  ( $R^2=0,66$ ); <sup>9</sup> $\hat{Y}=18,14+0,014x$  ( $R^2=0,58$ )

225

226 Todas as variáveis foram influenciadas pelo período do dia ( $P < 0,001$ ). Verificou-se maior  
 227 tempo de alimentação no período da tarde, 25,35% maior que no período da manhã, quando se  
 228 fornecia a dieta. Na madrugada essa atividade foi bastante reduzida, com média de 15,6  
 229 minutos (Tabela 4). A atividade de ruminação foi mais intensa no período da madrugada,  
 230 seguida do período da noite, não diferindo durante o dia. O ócio teve a maior participação na  
 231 atividade dos bezerros, em média 2,43 horas, diferindo apenas entre os períodos diurnos e  
 232 noturnos quando foram mais intensas. O tempo despendido em outras atividades foi similar  
 233 entre os períodos diurnos, com menor atividade na madrugada. A maior frequência de visitas  
 234 ao bebedouro ocorreu no período da tarde, provavelmente devido as temperaturas mais elevadas  
 235 nesse período.

236

237 Tabela 4. Médias para tempo das atividades diárias dos bezerros dentro de cada período do dia  
 238 em função dos níveis de glicerina bruta nas dietas (Bezerros).

Variáveis	Períodos do dia				P-valor <sup>1</sup>	%CV <sup>2</sup>
	Manha	Tarde	Noite	Madrugada		
Alimentação, min	42,6 <sup>b</sup>	53,4 <sup>a</sup>	36,0 <sup>c</sup>	15,6 <sup>d</sup>	0,0001	36,27
Ruminação, horas	79,8 <sup>c</sup>	91,2 <sup>bc</sup>	97,2 <sup>b</sup>	151,8 <sup>a</sup>	0,0001	27,70
Ócio, horas	134,4 <sup>b</sup>	119,4 <sup>b</sup>	167,4 <sup>a</sup>	163,2 <sup>a</sup>	0,0001	21,21
Outras atividades, horas	103,2 <sup>a</sup>	96,0 <sup>a</sup>	59,4 <sup>b</sup>	29,4 <sup>c</sup>	0,0001	28,46
Frequência de água, n°/período	2,57 <sup>b</sup>	3,65 <sup>a</sup>	1,48 <sup>c</sup>	1,09 <sup>c</sup>	0,0001	64,56

239 <sup>1</sup>Probabilidade <sup>2</sup>Coeficiente de variação; Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si  
 240 ( $P < 0,05$ ) pelo teste de Tukey. Manhã: 6:00 – 12:00 horas; Tarde: 12:01 – 18:00 horas; Noite: 18:01-24:00 horas e  
 241 Madrugada: 00:01-5:59 horas.

242

243 A eficiência de alimentação do consumo de matéria seca e da fibra em detergente neutro,  
 244 em kg/MS e kg/FDN por hora, não foram modificadas ( $P > 0,05$ ) com a inclusão da glicerina  
 245 bruta na dieta (Tabela 5). Da mesma forma, a eficiência de ruminação da matéria seca e da fibra

246 em detergente neutro, expressa em kg/MS e kg/FDN por hora, foram similares ( $P>0,05$ ) com a  
247 inclusão da glicerina bruta na dieta.

248 Não foram verificados efeitos ( $P>0,05$ ) da inclusão da glicerina sobre o número de  
249 mastigações meréricas por bolo ruminal, tempo de mastigação meréricas por bolo ruminal,  
250 número de mastigações meréricas por dia, número de bolos ruminais por dia e o tempo de  
251 mastigação total (Tabela 6).

252

253 Tabela 5. Efeito da inclusão da glicerina bruta sobre a eficiência alimentar (EAL) expressa em  
254 kg/MS e kg/FDN por hora e eficiência de ruminação (ERU) expressa em kg/MS e  
255 kg/FDN por hora (Bezerros).

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kg)				%CV <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
EAL <sub>MS</sub>	1,48	1,78	1,65	1,66	24,55	0,609	0,402
EAL <sub>FDN</sub>	0,25	0,29	0,26	0,25	24,27	0,780	0,420
ERU <sub>MS</sub>	0,60	0,62	0,58	0,52	29,46	0,349	0,559
ERU <sub>FDN</sub>	0,10	0,10	0,09	0,08	28,99	0,124	0,659

256 <sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático;

257

### 258 3.2 . Novilhos

259 O consumo de matéria seca (8,15 kg/dia) e o consumo de fibra em detergente neutro (1,44  
260 kg/dia) não foram alterados ( $P>0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta na dieta (Tabela 7).  
261 Entretanto, o tempo gasto com alimentação (Tabela 7), respondeu de forma quadrática à  
262 inclusão da glicerina bruta na dieta ( $P=0,051$ ). O menor tempo gasto com alimentação, 2,34  
263 horas/dia, foi estimado com a inclusão de 83,3 g/kg de glicerina bruta, aumentando com os  
264 níveis maiores de inclusão. O número de refeições (8,75 visitas ao alimento por dia) não foi  
265 afetado ( $P>0,05$ ) pela inclusão da glicerina bruta na dieta, entretanto, similar ao observado para  
266 o tempo gasto com alimentação, o tempo gasto em cada refeição tendeu a resposta de efeito



267 quadrático ( $P=0,062$ ) com menor tempo gasto em uma refeição estimado com a inclusão de  
 268 63,8 g/kg de glicerina bruta, segundo a equação de regressão.

269

270 Tabela 6. Efeito da inclusão da glicerina bruta sobre o número de mastigações meréricas por  
 271 bolo ruminal (MMnb), tempo médio gasto por bolo ruminal (MMtb), número de  
 272 mastigações meréricas por dia (MMnd), número de bolo ruminais por dia (NBR),  
 273 tempo de mastigação total (TMT) (Bezerros).

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kg)				%CV <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
MMnb (n°/bolo)	50,428	48,628	49,752	51,838	32,22	0,858	0,771
MMtb(min/bolo)	0,82	0,80	0,76	0,81	31,65	0,909	0,725
MMnd (n°/dia)	26420	25233	27139	27295	26,58	0,729	0,819
NBR (n°/dia)	548	526	547	540	72,11	0,676	0,378
TMT (hora/dia)	9,90	9,52	9,25	9,19	14,19	0,343	0,769

274 <sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático;

275

276 Com a inclusão da glicerina bruta na dieta, o tempo gasto com atividade de ruminação  
 277 respondeu de forma quadrática ( $P<0,01$ ), com o tempo máximo estimado com 91,4 g/kg de da  
 278 glicerina adicionada à dieta (Tabela 7). O número de períodos de ruminação e o tempo gasto  
 279 por período de ruminação não foram alterados com a inclusão da glicerina bruta na dieta.

280 A inclusão da glicerina bruta na dieta não alterou ( $P>0,05$ ) o tempo gasto em ócio, número  
 281 de períodos de ócio e tempo por período de ócio e o tempo utilizado pelos animais em outras  
 282 atividades.

283

284

285

286 Tabela 7. Efeito da inclusão da glicerina bruta sobre o consumo de matéria seca (CMS),  
 287 consumo de fibra em detergente neutro (CFDN), tempo despendido com  
 288 alimentação, ruminação, ócio e outras atividades, número e duração das refeições,  
 289 ruminação e ócio (Novilhos).

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kg)				%CV <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
CMS	8,06	9,05	8,09	7,39	18,24	0,287	0,217
CFDN	1,45	1,64	1,4	1,27	18,08	0,120	0,142
Alimentação <sup>3</sup> , hora/dia	2,57	2,30	2,62	3,10	16,86	0,029	0,051
Número de Refeições, n <sup>o</sup> /dia	9,17	8,25	8,83	8,75	18,32	0,822	0,532
Tempo por Refeições <sup>4</sup> , min	16,96	16,55	17,62	21,23	13,79	0,006	0,062
Ruminação <sup>5</sup> , hora/dia	3,93	4,84	4,03	3,10	18,17	0,022	0,006
Períodos de ruminação, n <sup>o</sup> /dia	10,08	11,50	10,00	8,50	19,67	0,098	0,085
Duração períodos ruminação, min	24,21	25,84	24,18	21,78	12,86	0,128	0,126
Ócio, hora/dia	13,10	12,86	13,24	12,82	7,51	0,797	0,819
Períodos de ócio, n <sup>o</sup> /dia	18,67	21,83	19,67	20,58	10,34	0,359	0,202
Duração períodos de ócio, min	42,08	35,74	41,79	38,69	15,00	0,708	0,511
Outras Atividades, hora/dia	4,40	4,00	4,12	4,98	15,79	0,157	0,036

290 <sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; <sup>3</sup> $\hat{Y}=2,55-0,005+0,00003x^2$  ( $R^2=0,97$ );

291 <sup>4</sup> $\hat{Y}=17,02-0,0204x+0,00016x^2$  ( $R^2=0,99$ ); <sup>5</sup> $\hat{Y}=4,01+0,013x-0,00007x^2$  ( $R^2=0,91$ ); <sup>6</sup> $\hat{Y}=10,23+0,019x-$   
 292  $0,00011x^2$ ( $R^2=0,91$ );

293

294 Todas as variáveis foram influenciadas pelo período do dia ( $P<0,001$ ). A atividade de  
 295 alimentação foi similar no períodos da manhã e tarde, sendo bem reduzida nos períodos da noite  
 296 e madrugada, em função da predominância das atividades ócio e ruminação (Tabela 8). A  
 297 atividade de ruminação foi realizada principalmente no período da madrugada e o tempo em  
 298 ócio foi maior à noite. O ócio teve a maior participação em horas dentre as atividades realizadas  
 299 pelos animais, sendo mais intensa à noite e na madrugada, mas não diferiram durante todo o  
 300 dia. O tempo despendido em outras atividades foi diferente em todos os períodos do dia, com

301 maior tempo dedicado a essa atividade pelos animais no período da tarde. Da mesma forma, a  
 302 maior frequência de visitas ao bebedouro ocorreu no período da tarde, justamente o período  
 303 mais quente do dia (Tabela 8).

304

305 Tabela 8. Médias para tempo das atividades diárias dentro de cada período do dia em função  
 306 dos níveis de glicerina bruta nas dietas (Novilhos).

Variáveis	Períodos do dia				P-Valor <sup>1</sup>	%CV <sup>2</sup>
	Manhã	Tarde	Noite	Madrugada		
Alimentação, min	58,2 <sup>a</sup> b	53,4 <sup>a</sup>	23,4 <sup>b</sup>	23,4 <sup>b</sup>	0,0001	33,19
Ruminação, min	49,2 <sup>cb</sup>	45 <sup>c</sup>	54,6 <sup>b</sup>	90 <sup>a</sup>	0,0001	27,83
Ócio, min	159 <sup>c</sup>	171 <sup>c</sup>	233,4 <sup>a</sup>	206 <sup>b</sup>	0,0001	13,39
Outras atividades, min	93 <sup>a</sup>	90,6 <sup>a</sup>	48,6 <sup>b</sup>	30,6 <sup>c</sup>	0,0001	27,19
Água, frequência	3,67 <sup>b</sup>	4,38 <sup>a</sup>	1,69 <sup>c</sup>	0,60 <sup>d</sup>	0,0001	42,99

307 <sup>1</sup>Probabilidade <sup>2</sup>Coefficiente de variação; Médias na mesma linha seguidas de letras distintas diferem entre si  
 308 (P<0,05) pelo teste de Tukey. Manhã: 6:00 – 12:00 horas; Tarde: 12:01 – 18:00 horas; Noite: 18:01-24:00 horas e  
 309 Madrugada: 00:01-5:59 horas.

310

311 A eficiência de alimentação do consumo de matéria seca (EAL<sub>MS</sub>) e da fibra em  
 312 detergente neutro (EAL<sub>FDN</sub>), expressa em kg/MS por hora, responderam de forma quadrática  
 313 aos níveis de inclusão da glicerina bruta na dieta (P<0,05). A maior EAL<sub>MS</sub> e EAL<sub>FDN</sub> foram  
 314 estimadas com a inclusão de 91,7 e 100 g/kg de glicerina bruta, respectivamente, reduzindo  
 315 com o incremento da inclusão, de acordo com as equações de regressão (Tabela 9). Não foram  
 316 verificados efeitos (P>0,05) da inclusão da glicerina bruta na dieta sobre a eficiência de  
 317 ruminação da matéria seca (ERU<sub>MS</sub>) e da fibra em detergente neutro (ERU<sub>FDN</sub>).

318 O número de mastigações meréricas por bolo ruminal (52,04 n°/bolo), o tempo de  
 319 mastigação meréricas por bolo ruminal (0,96 min/bolo) e o tempo de mastigação total (6,62  
 320 h/dia) foram similares (P>0,05) com a inclusão da glicerina bruta na dieta (Tabela 10).

321

322 Tabela 9. Efeito da inclusão da glicerina bruta sobre a eficiência alimentar (EAL), expressa em  
 323 kg/MS e kg/FDN por hora e eficiência de ruminação (ERU) expressa em kg/MS e  
 324 kg/FDN por hora (Novilhos).

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kg)				%CV <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
EALMS <sup>3</sup>	3,23	4,11	3,14	2,40	25,69	0,033	0,027
EALFDN <sup>4</sup>	0,58	0,74	0,54	0,41	25,29	0,015	0,024
ERUMS	2,15	1,89	2,06	2,42	25,15	0,327	0,168
ERUFDN	0,39	0,34	0,36	0,42	24,58	0,559	0,184

325 <sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; <sup>3</sup> $\hat{Y}=3,33+0,011x-0,00006x^2$  ( $R^2=0,85$ );

326 <sup>4</sup> $\hat{Y}=0,60+0,002x-0,00001x^2$  ( $R^2=0,83$ ).

327

328 Tabela 10. Efeito da inclusão da glicerina bruta sobre o número de mastigações meréricas por  
 329 bolo ruminal (MMnb), tempo médio gasto por bolo ruminal (MMtb), número de  
 330 mastigações meréricas por dia (MMnd), número de bolos ruminais por dia (NBR),  
 331 tempo de mastigação total (TMT) (Novilhos).

Variáveis	Nível de glicerina bruta (g/kg)				%CV <sup>1</sup>	P-Valor <sup>2</sup>	
	0	80	160	240		L	Q
MM <sub>nb</sub> (n°/bolo)	55,17	50,07	53,30	49,63	23,11	0,549	0,886
MM <sub>tb</sub> (min/bolo)	1,01	0,91	0,97	0,93	22,25	0,612	0,719
MM <sub>nd</sub> <sup>3</sup> (n°/dia)	12957	16172	13110	9973	20,86	0,025	0,009
NBR (n°/dia) <sup>4</sup>	249	331	261	206	29,38	0,173	0,043
TMT (hora/dia)	6,50	7,14	6,65	6,21	14,32	0,439	0,180

332 <sup>1</sup>Coefficiente de variação; <sup>2</sup>Probabilidade: L – linear; Q – quadrático; <sup>3</sup> $\hat{Y}=13267,06+44,54x-0,2481x^2$  ( $R^2=0,99$ );

333 <sup>4</sup> $\hat{Y}=257,66+1,024x-0,0053x^2$  ( $R^2=0,83$ ).

334

335 Por outro lado, o número de mastigações meréricas por dia e o número de bolos ruminais  
 336 por dia responderam de forma quadrática ( $P<0,05$ ) aos níveis de inclusão da glicerina bruta na

337 dieta. Segundo as equações de regressão, o número máximo de mastigações e bolos ruminais  
338 foram estimadas com 89,8 e 96,6 g/kg de glicerina bruta adicionada, respectivamente.

339 A avaliação da distribuição e tamanho das partículas do volumoso (Tabela 11), dietas  
340 totais e sobras foi realizada com a utilização do separador de partículas Penn State (Heinrichs  
341 & Kononoff, 2002).

342

343 Tabela 11. Distribuição percentual do tamanho de partículas das dietas e sobras, obtida pelo  
344 método de Separação de Partículas Penn State (Heinrichs & Kononoff, 2002).

Partícula (mm)	Poros da peneira (mm) <sup>1</sup>	Nível de Glicerina Bruta, g/kg				Silagem
		0	80	160	240	
Dieta total						
>19	19,0000	4,4	4,3	4,9	5,5	22,7
8 a 19	8,0000	5,3	5,7	6,9	8,4	28,27
1,67 a 8	1,1800	62,2	64,5	69,9	72,9	40,98
<1,67	-	28,2	25,5	18,3	13,2	8,00
TMP, mm		2,8	2,8	3,18	4,06	7,62
Sobras						
>19	19,0000	5,8	3	2,8	2,0	-
8 a 19	8,0000	7,8	5,9	4,8	6,3	-
1,67 a 8	1,1800	54,8	65,8	67,8	69,8	-
<1,67	-	31,6	25,3	24,6	21,8	-

345 <sup>1</sup>Os poros são quadrados, de modo que o maior abertura é a diagonal, 1,67 mm. Esta é a razão por que as partículas  
346 maiores que podem passar pela peneira são inferiores a 1,67 milímetros de comprimento.

347

## 348 4. DISCUSSÃO

### 349 4.1. Bezerros

350 As discussões e informações sobre o consumo de matéria seca e dos nutrientes podem ser  
351 visualizados no Capítulo 3. Os diferentes graus de pureza da glicerina bruta com presença de  
352 sais, metanol e ácidos graxos oriundos do processo de transesterificação também podem exercer

353 efeito negativo no tempo e na ingestão de alimentos (Schröder & Südekum, 1999; Chung et al.,  
354 2007; Elam et al., 2008). Assim, o decréscimo linear do tempo despendido em alimentação  
355 pelos bezerros nesse estudo, deve-se a redução no CMS das dietas com os incrementos da  
356 glicerina bruta, evidenciado pela correlação positiva entre essas variáveis ( $r^2=0,46$ ;  $P<0,05$ ). O  
357 número de refeição também foi reduzido semelhante ao tempo de alimentação, reforçando a  
358 hipótese de que a queda no CMS é responsável pelo menor tempo de alimentação. Por outro  
359 lado, a inclusão de glicerina bruta na dieta pode reduzir a ingestão de alimentos,  
360 conseqüentemente, o tempo de alimentação em função da rápida metabolização da glicerina em  
361 energia através de sua fermentação a AGV's, promovendo saciedade (Eiras et al., 2013). O  
362 mesmo processo metabólico ligado ao glicerol no rúmen foi atribuído por Farias et al. (2012),  
363 como responsável pelo menor tempo de alimentação de novilhas cruzadas suplementadas em  
364 pastejo com concentrado contendo glicerina bruta.

365 Esperava-se que com a redução no CMS ocorresse também o mesmo efeito sobre o tempo  
366 de ruminação, o que não foi observado. Os bezerros das diferentes dietas despenderam em  
367 média, 7:00 horas por dia com ruminação, possivelmente, em função da seleção de partículas  
368 fibrosas da dieta, constatada pelo maior teor de FDN nas sobras dos animais, conforme exposto  
369 por Van Soest (1994), que o tempo de ruminação é proporcional ao teor de parede celular dos  
370 volumosos, sendo aumentado pelo aumento do teor de fibra da dieta. Além disso, a ruminação  
371 pode ser um recurso fisiológico acionado em função da queda no tempo de alimentação para o  
372 melhor aproveitamento do alimento (Carvalho et al., 2004). Novilhas suplementadas em pastejo  
373 com concentrado com inclusão de 0; 2,8; 6,1 e 9,1% da MS de glicerina, não tiveram o tempo  
374 de ruminação modificados (Farias et al., 2012).

375 A redução no tempo de alimentação e os tempos iguais despendidos com a ruminação  
376 implicou no aumento do tempo destinado a atividade de ócio, uma vez que as características  
377 comportamentais são excludentes (Hodgson, 1990) e o tempo dedicado a outras atividades foi

378 semelhante. De acordo com Missio et al. (2010), o tempo destinado para descanso tem relação  
379 com conforto animal, dessa forma, aumento no tempo de descanso pode determinar maior  
380 desempenho animal por reduzir as exigências de energia de manutenção, que poderia explicar o  
381 desempenho semelhante entre os bezerros mesmo com a redução da ingestão de MS.

382 O maior tempo de alimentação dos bezerros foi registrado no período da tarde, diferente  
383 do horário do fornecimento da dieta, que era realizado pela manhã às 9:00 horas, sugerindo  
384 comportamento diferente dos relatados na literatura (Fischer et al., 2000; Castro et al., 2009).  
385 Os horários de ruminação, ócio e outras atividades assemelham aqueles descritos para o  
386 comportamento ingestivo de bovinos (Polli et al., 1996; Hübner et al., 2008; Castro et al., 2009).  
387 A maior frequência de visita ao bebedouro pelos bezerros ocorreu no período diurno, mais  
388 especificamente no período da tarde (Tabela 4). Entretanto, além da temperatura mais elevada  
389 desse período, o maior tempo de alimentação observado no período da tarde pode ter  
390 contribuído para os números mais elevados nesse horário. Durante os períodos noturnos o  
391 número de visita ao bebedouro é reduzida e normalmente ocorre nas primeiras horas da noite e  
392 final da madrugada.

393 O tempo de alimentação foi negativamente ( $P < 0,001$ ) correlacionado ao a  $EAL_{MS}$   
394 ( $r^2=0,71$ ) e  $EAL_{FDN}$  ( $r^2=0,64$ ), assim como o número de refeições ( $r^2=0,73$  e  $r^2=0,62$ ,  
395 respectivamente), demonstrando que mesmo com a redução no tempo de alimentação e no  
396 número de refeições por dia os animais conseguiam atender suas exigências. Resultados  
397 semelhantes para a eficiência de alimentação e ruminação foram observados por Eiras et al.  
398 (2013) com a inclusão de glicerina até 18% para novilhos em confinamento. Os resultados  
399 obtidos para as características de mastigação indicam que as dietas exigiram o mesmo tempo e  
400 número de mastigações para serem reduzidas ao tamanho adequado para passagem pelo orifício  
401 retículo-omasal. Os resultados obtidos para  $MM_{nb}$ ,  $MM_{nd}$ , e NBR estão de acordo com Burger  
402 et al. (2000) para bezerros alimentados com dietas com maior proporção de concentrado,

403 semelhante a este estudo. O igual tempo destinado à ruminação entre bezerros das diferentes  
404 dietas foi o fator suficiente para não promover alteração significativa no TMT, resultante da  
405 soma dos tempos de alimentação e ruminação, a qual se correlaciona positivamente ( $r^2=0,92$ ;  
406  $P<0,0001$ ).

407

#### 408 **4.2. Novilhos**

409 As discussões e informações sobre o consumo de matéria seca e dos nutrientes podem ser  
410 visualizados no Capítulo 4. O teor de FDN da dieta muitas vezes é associado ao aumento no  
411 tempo de alimentação e ruminação (Van Soet, 1994; Dado e Allen, 1995). Entretanto, no  
412 presente estudo as dietas apresentavam similar teor de FDN e tamanho de partículas  
413 teoricamente iguais (Tabela 11). A maior  $EAL_{MS}$  estimada com 91,7g/kg de inclusão de  
414 glicerina bruta na dieta, pode ter intensificado os mecanismos químicos e metabólicos  
415 reguladores do consumo, como receptores epiteliais do rúmen de ácidos graxos voláteis e  
416 hepáticos de propionato, que de acordo com Allen (2000), são estimulados pela taxa e extensão  
417 da fermentação dos alimentos no rúmen. De acordo com o autor, quando esses mecanismos são  
418 eficazes, alimentos de rápida taxa de fermentação causam redução no tempo e no tamanho das  
419 refeições. O maior consumo de energia em curto período de tempo, explicaria o menor tempo  
420 de alimentação com a inclusão de 83,3 g/kg de glicerina bruta.

421 Por outro lado, a distribuição percentual do tamanho de partículas das sobras (Tabela 11)  
422 obtida pelo método de Separação de Partículas Penn State (Heinrichs & Kononoff, 2002)  
423 mostrou seleção de partículas de tamanho superior a 19 mm pelos animais que receberam níveis  
424 mais elevados de glicerina bruta na dieta e, conseqüentemente, aumento no tempo destinado à  
425 alimentação, uma vez que o número de refeições foi semelhante entre os tratamentos. O baixo  
426 número de refeições (8,75 visitas por dia) quando comparado aos obtidos por Eiras et al. (2013)  
427 para novilhos alimentados com até 18% de glicerina bruta, de 18,16 visitas por dia, deve-se à



428 tentativa dos animais em ajustar o consumo às suas necessidades nutricionais frente às dietas  
429 de elevado nível de concentrado e de alta densidade energética, como a utilizada no presente  
430 estudo, que causam saciedade mais rapidamente, reduzindo o número de refeições. Animais  
431 confinados gastam em torno de uma hora consumindo alimentos ricos em energia, ou até mais  
432 de seis horas, para fontes com baixo teor de energia (Van Soest, 1994).

433 A forma física da dieta, tamanho de partícula e do teor de fibra, influenciam o tempo  
434 despendido nos processos de mastigação e ruminação (Dado & Allen 1995). Além desses  
435 fatores, a quantidade e duração dos períodos de ruminação dependem da quantidade de alimento  
436 ingerido (Furlan et al., 2006). Apesar da proporção de concentrado, as dietas apresentavam  
437 tamanho mínimo de partícula (Tabela 11) para que ocorresse estímulo à ruminação de 1,18 mm  
438 (Mertens, 1997) e, embora não tenha sido estatisticamente diferente entre as dietas, o consumo  
439 de FDN foi positivamente correlacionado com o tempo de ruminação ( $r^2=0,43$ ;  $P=0,003$ ), assim  
440 como o número de períodos de ruminação ( $r^2=0,85$ ;  $P<0,0001$ ), sendo também importante para  
441 a variação dessa atividade. Características específicas de dietas com glicerina bruta também  
442 podem influenciar o tempo de ruminação dos animais. Eiras et al. (2013) descreveram redução  
443 linear no tempo de ruminação com o incremento de 0, 6, 12 e 18% de glicerina bruta na dieta  
444 de touros em confinamento em função da redução na FDN da dieta com a inclusão da glicerina.  
445 Ainda segundo os autores, a rápida metabolização do glicerol pode causar um feedback sobre  
446 o tempo necessário para ruminação, reduzindo-o, uma vez que não houve efeito sobre o CMS.

447 Para animais adultos, o tempo de ruminação pode variar de 10 a 11 horas por dia, sendo  
448 menores para alimentos concentrados (Van Soest, 1994). Esse comportamento foi observado  
449 por Burger et al. (2000), que registraram 4,23 horas de ruminação para bezerros de 233,4 kg  
450 recebendo dietas com 90% de concentrado, semelhante aos observados no presente estudo. Já  
451 o tempo por período de ruminação observado foi de 24 minutos cada, próximo ao relatado por

452 Eiras et al. (2013) para touros recebendo até 18% de glicerina bruta, mas pode variar de 4 a 24  
453 períodos de 10 a 60 minutos cada, de acordo com as características da dieta (Furlan et al., 2006).

454 Nenhuma variável relacionada à atividade de ócio foi modificada com a inclusão da  
455 glicerina bruta na dieta, sendo os valores observados, 13 horas/dia em ócio, coerentes com os  
456 resultados de outros estudos com elevada participação de concentrado na dieta (Bürger et al.,  
457 2000; Missio et al., 2010) onde os autores citados verificaram variação de 14,02 a 16,79 horas  
458 por dia no tempo despendido em ócio.

459 A maior atividade de alimentação no período da manhã é justificada pelo horário de  
460 fornecimento da dieta às 10:00 horas e a maior média de permanência (22,45 min) no cocho  
461 nesse horário em consequência da presença de dieta fresca. Entretanto, a maior frequência de  
462 visita ao alimento foi no período da tarde. De acordo com Fischer et al. (2000), ruminantes em  
463 confinamento, com duas refeições ao dia, possuem duas refeições principais que ocorrem logo  
464 após o fornecimento da dieta e um número variável de pequenas refeições entre eles. No  
465 presente estudo, a dieta foi fornecida uma única vez ao dia, mas a atividade de alimentação com  
466 período principal de alimentação foi após o fornecimento da dieta, com variável número de  
467 refeições após a mesma, o que se assemelha a condição descrita pelo autor. Comportamento  
468 semelhante foi relatado por Castro et al. (2009) para novilhas leiteiras alimentadas com  
469 subprodutos agroindustriais.

470 Os menores tempos dedicado à atividade de alimentação verificados nos períodos  
471 noturnos é devido aos maiores tempos destinado à ruminação e ócio nesses horários (Polli et  
472 al., 1996). A ruminação é mais intensa na durante a madrugada (1:00h e 30 min) e nas primeiras  
473 horas do dia (Hübner et al., 2008), mas destacam-se consideráveis períodos e tempos de  
474 ruminação após o fornecimento da dieta, coerente com a literatura que descreve início da  
475 ruminação entre meia e uma hora após a ingestão de alimentos estimulados pelo enchimento  
476 ruminal e/ou saciedade (Furlan et al. 2006). Os tempos em ócio são constantes durante o dia

477 com maior intensidade durante a noite que na madrugada. Durante o período diurno, os animais  
478 em ócio preferem permanecer em pé nas horas mais quentes, enquanto à noite, mantêm-se  
479 deitados, possivelmente na tentativa de dissipar o calor excessivo causado pela maior  
480 temperatura do período diurno, como verificou Castro et al. (2009). Ainda de acordo com esses  
481 autores, maior tempo é despendido durante o dia com outras atividades, quando os animais  
482 aguardam o fornecimento da alimentação e após alimentação quando encontram-se saciados,  
483 fato também observado nesse estudo.

484 A ingestão de água é influenciada pela temperatura ambiental, composição do alimento e  
485 demandas produtivas (Silva, 2006). A maior frequência de visita ao bebedouro ocorreu no  
486 período diurno, sendo no período da tarde registrado o maior número de visitas ao bebedouro  
487 (Tabela 3.6). Devido à temperatura mais elevada nesse período, os animais na tentativa de  
488 resfriamento corporal, através do contato da água mais fria com as mucosas do trato digestivo,  
489 tendem a ter maior frequência de visita ao bebedouro (Perissinotto et al., 2005). Já no período  
490 da manhã, o número de visitas ao bebedouro é justificável pela ingestão de alimentos (Silva,  
491 2006). Nos períodos noturnos, principalmente na madrugada, a frequência de visita ao  
492 bebedouro é bastante reduzida.

493 Em geral a eficiência de alimentação da MS aumenta com a elevação dos níveis de  
494 concentrado na dieta (Burger et al., 2000; Missio et al., 2010). De acordo com Van Soest (1994),  
495 a eficiência alimentar está relacionada ao tempo destinado ao consumo de alimento e ao peso  
496 específico do alimento consumido. Diante dessas afirmações e dos resultados pode-se inferir  
497 que aumento na  $EAL_{MS}$  e da  $EAL_{FDN}$  pode ser explicado pelo menor tempo por refeição  
498 verificado nos níveis próximo de 80 g/kg de inclusão da glicerina bruta, já que as dietas tinham  
499 a mesma proporção volumoso e concentrado. Além disso, a  $EAL_{MS}$  e a  $EAL_{FDN}$  foram  
500 negativamente correlacionada com o tempo por refeição ( $r=-0,50$ ;  $P=0,0131$ ;  $r=-0,52$ ;  
501  $P=0,0087$ , respectivamente) e com o tempo destinado a atividade de alimentação ( $r=-0,78$ ;  $r=-$

502 0,79;  $P < 0,0001$ , respectivamente), demonstrando que os animais necessitaram de menos tempo  
503 para o consumo de alimento e atendimento de suas exigências nutricionais. A  $ERU_{MS}$  e da  
504  $ERU_{FDN}$  registradas nesse estudo são coerentes com a composição da dieta e foram próximas  
505 da eficiência relatada por Burger et al. (2000) nas dietas com 90% de concentrado para bezerros.

506 Quanto às atividades relacionadas à mastigação,  $MM_{nb}$ ,  $MM_{tb}$ ,  $TMT$ , essas são variáveis  
507 influenciadas pelas características químicas e físicas da dieta e não foram influenciadas pela  
508 inclusão da glicerina bruta, fato atribuído a semelhança química e física entre as dietas (Tabela  
509 11). Já o efeito observado para o  $MM_{nd}$  e  $NBR$  é consequência da variação registrada sobre o  
510 tempo destinado à ruminção, visto que essas variáveis estão positivamente correlacionadas  
511 com tempo de ruminção,  $r^2=0,94$ ; ( $P < 0,0001$ );  $r^2=0,78$ ; ( $P < 0,0001$ ), respectivamente.

512

## 513 **5. CONCLUSÃO**

514 A inclusão da glicerina bruta na dieta altera as principais características do  
515 comportamento ingestivo dos animais. As variações ocorrem devido à modificações no  
516 consumo de matéria seca com adição desse subproduto à dieta, porém todas os parâmetros  
517 avaliados são coerentes com o comportamento ingestivo de animais alimentados com elevada  
518 proporção de concentrado na dieta.

519

## 520 **6. REFERÊNCIAS**

521 AOAC, 1995. Official Methods of Analysis, 16th ed. Assoc. Off. Anal. Chem., Arlington, VA.

522 ALLEN, M. S. 2000. Effects of Diet on Short-Term Regulation of Feed Intake by Lactating  
523 Dairy Cattle. *J Dairy Sci.*, 83,1598–1624.

524 BÜRGER, P.J.; PEREIRA, J.C.; QUEIROZ, A.C. de; SILVA, J. F. C. da; VALADARES

525 FILHO, S. de C. CECON, P. R.; CASALLI, A. D. P. 2000. Comportamento ingestivo em

- 526 bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. R.  
527 Bras. Zootec. 29, 236-242.
- 528 CARVALHO, G.G.P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; VELOSO, C. M.; SILVA, R. R.; SILVA,  
529 H. G. O.; BONOMO, P.; MENDONÇA, S. S. 2004. Comportamento ingestivo de cabras  
530 leiteiras alimentadas com farelo de cacau ou torta de dendê Pesqui. agropec. bras. 39, 919-  
531 925.
- 532 CASTRO, K. J.; NEIVA, J. N. M.; FALCÃO, A. J. S.; MIOTTO, F. R. C. OLIVEIRA, R. C.  
533 2009. Respostas comportamentais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de  
534 subprodutos agroindustriais. Rev. Ciênc. Agron. 2, 306-314.
- 535 CHUNG, Y. H., RICO, D.E, MARTINEZ, C. M., CASSIDY, T. W., NOIROT, V., AMES, A.,  
536 VARGA, G. A. 2007. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum holstein dairy  
537 cows on lactational performance and metabolic profiles. J. Dairy Sci. 90, 5682–5691.
- 538 DADO, R. G.; ALLEN, M. S. 1995. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function  
539 of cows challenged with rumen fill from dietary or inert bulk. J. Dairy Sci. 78, 119-133.
- 540 EIRAS, C. E., MARQUES, J.A., TORRECILHAS, J. A., ZAWADZKI, F., MOLETTA, J. L.,  
541 PRADO, I. N. 2013. Glycerin levels in the diets for crossbred bulls finished in feedlot:  
542 ingestive behavior, feeding and rumination efficiency. Acta Sci. Anim. Sci. 35, 411-416.
- 543 ELAM, N. A., ENG., K. S., BECHTEL, B., HARRIS, J. M., CROCKER, R. 2008. Glycerol  
544 from Biodiesel Production: Considerations for feedlot diets. Proceedings of the Southwest  
545 Nutrition Conference, Tempe AZ, n. 21.
- 546 FARIAS, M. S.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F.; SILVA, R. R.; EIRAS, C.  
547 E.; RIVAROLI, D. C.; LIMA, B. S. 2012. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas  
548 em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. Semina ciênc.  
549 agrar. 33, 1177-1188.

- 550 FISCHER, V.; DUTILLEUL, P.; DESWYSEN, A.G., DESPRES, L., LOBATO, J. F. 2000.  
551 Aplicação de probabilidades de transição de estados dependentes do tempo na análise  
552 quantitativa do comportamento ingestivo de ovinos. Parte I. R. Bras. Zootec. 29, 1811-  
553 1820.
- 554 FURLAN, R.I.; MACARI, M.; FARIA FILHO, D.E. 2006. Anatomia e fisiologia do trato  
555 gastrintestinal. IN: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. de. Nutrição de  
556 ruminantes. Jaboticabal: Funep. p.1-21.
- 557 HEINRICHS, A.J., P.J. KONONOFF. 2002. Evaluating particle size of forages and TMRs  
558 using the new Penn State Forage Particle Separator. Technical Bulletin. College of  
559 Agriculture Science, Cooperative Extension. DAS 02-42.
- 560 HODGSON, J. 1990. Grazing management: science into practice. Inglaterra: Longman  
561 Handbooks in Agriculture. 203p.
- 562 HÜBNER, C.H., PIRES, C.C.; GALVANI, D.B., CARVALHO, S., JOCHIMS, F.,  
563 WOMMER, T. P., GASPERIN, B. G. 2008. Comportamento ingestivo de ovelhas em  
564 lactação alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de fibra em detergente neutro.  
565 Ciênc. Rural. 38, 1078-1084.
- 566 MERTENS, D.R. 1997. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. J.  
567 Dairy Sci. 80, 463-1481.
- 568 MISSIO, R. L.; BRONDANI, I. L.; ALVES FILHO, D. C.; SILVEIRA, M. F. da; FREITAS,  
569 L. da S.; RESTLE, J. 2010. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em  
570 confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. R. Bras. Zootec.  
571 38, 1671-1678.
- 572 NRC, Nutrient Requirement of Dairy Cattle, 2001. Seventh Revised Edition. National Research  
573 Council, National Academy Press. Washington, D.C.

- 574 PERISSINOTTO, M., MOURA, D. J., SILVA, I. J. O., MATARAZZO, S. V. 2005. Influência  
575 do ambiente na ingestão de água por vacas leiteiras. *Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient.* 9,  
576 289-294.
- 577 POLLI, V.A.; RESTLE, J.; SENNA, D.B.; ALMEIDA, S. R. S. de. 1996. Aspectos relativos à  
578 ruminação de bovinos e bubalinos em regime de confinamento. *R. Bras. Zootec.* 25, 987-  
579 993.
- 580 SILVA, J. F. C. 2006. Mecanismos reguladores de consumo. In: *Nutrição de Ruminantes.*  
581 BERCHIELLI, T.T; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. eds. Jaboticabal: FUNEP. p.57-78.
- 582 SCHRODER, A., SUDEKUM, K. H. 1999. Glycerol as a by-product of biodiesel production  
583 in diets for ruminants. In: *New Horizons for an Old Crop. Proc. 10th Int. Rapeseed*  
584 *Congresso Canberra, Australia. Paper n. 241. N. Wratten and P. A. Salisbury, ed. The*  
585 *Regional Institute Ltd., Gosford, New South Wales, Australia.*
- 586 VAN SOEST, P.J. 1994. *Nutritional ecology of the ruminant.* 2.ed. Ithaca: Cornell University  
587 Press. 476p.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados do presente estudo demonstram que a glicerina bruta é um excelente alimento energético alternativo podendo ser utilizada na dieta de bovinos até 240 g/kg da matéria seca total baseado no efeito positivo sobre o consumo, desempenho e desenvolvimento ruminal quando foi adicionado no concentrado inicial de bezerros em aleitamento e pela ausência de efeitos deletérios sobre o consumo e principais características de carcaça de novilhos, que apresentaram desempenho semelhante e/ou superior aos animais alimentados com milho como principal fonte energética. Mesmo com a redução do consumo, o desempenho de bezerros destinado a produção de vitelos modificados não foi alterado, fato que merece a realização de novos estudos no de avaliar os mecanismos ligados a esse comportamento, provavelmente ligado ao metabolismo do glicerol pelo organismo animal.

Por se tratar de um produto líquido, deve-se considerar questões de armazenamento e manuseio na fabricação das dietas. Como a glicerina disponível apresenta grande variação em sua composição, devido aos diferentes processos de obtenção, a formulação de dietas com esse subproduto deve considerar a presença de contaminantes que podem causar efeitos negativo no consumo dos animais.



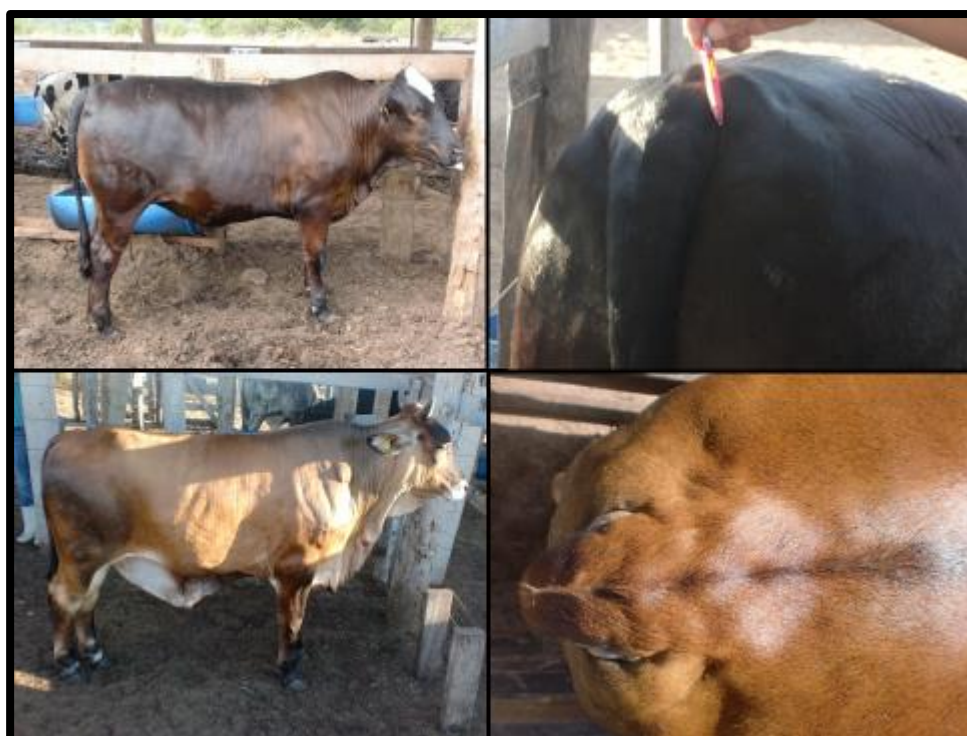
## Anexo



**Figura 1.** Bezerros utilizados no ensaio na fase de aleitamento - Capítulo II.



**Figura 2.** Animais utilizados no ensaio apresentado no Capítulo III.



**Figura 3.** Novilhos utilizados no ensaio apresentado no Capítulo IV.