

Glicerina bruta na dieta de novilhas Nelore em pastejo no período seco

Crude glycerin in diets for Nelore heifers on pasture in dry season

Gonçalo Mesquita da Silva^{1*}; Fabiano Ferreira da Silva²; Robério Rodrigues Silva²; Fábio Andrade Teixeira²; Danilo Ribeiro de Souza³; Alex Resende Schio⁴; Rodrigo Gonçalves Mateus⁵; Murilo de Almeida Meneses¹; Dicastro Dias de Souza⁶; Julinessa Silva Oliveira de Oliveira¹; Eli Santana de Oliveira Rodrigues¹; Wagner Patrick Sá Teles Silva Pondé⁷

Resumo

Objetivou-se avaliar a inclusão de glicerina bruta (GB) na dieta de novilhas Nelore em pastejo de *Brachiaria brizantha* no período da seca, sobre o consumo e o coeficiente de digestibilidade dos nutrientes, desempenho, índices reprodutivos e viabilidade econômica. Foram utilizadas 60 novilhas da raça Nelore, com peso médio inicial de $285,89 \pm 18,74$ kg e aproximadamente 19 ± 2 meses de idade, distribuídas em delineamento inteiramente casualizado, com cinco dietas contendo 0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0% de inclusão de GB na dieta. O consumo médio diário de matéria seca (MS) apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$), sendo que para um % de inclusão de GB houve redução de 0,097 kg da ingestão de MS dia⁻¹. O coeficiente de digestibilidade da MS da dieta, não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$), com valor médio de 50,93%. O ganho médio diário (GMD) das novilhas apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$). Para cada um % de GB incluída na dieta, foi reduzido 0,0065 kg de ganho dia⁻¹. Os índices reprodutivos (taxa de prenhes e doses de sêmen por prenhes), não foram influenciados ($P > 0,05$) pela inclusão de GB na dieta, com valores médios de 75% e 1,29 doses prenhes⁻¹, respectivamente. Os indicadores de viabilidade econômica, não foram positivos a curto e em médio prazo. Para suplementações acima de 0,7% do PC em pastos de *Brachiaria brizantha* com baixa qualidade nutricional, não se recomenda a inclusão de GB, pois a sua inclusão em qualquer nível reduz o ganho de peso em torno de 15%. Mas, a depender do custo deste coproduto, pode-se incluí-lo em até 16% na dieta, mesmo considerando esta redução no desempenho.

Palavras-chave: Eficiência alimentar, ganho de peso, glicerol, renda bruta, suplementação, taxa de prenhes

Abstract

This study aimed to evaluate the inclusion of crude glycerin (CG) in the diet of Nelore heifers grazing *Brachiaria brizantha* during the dry season, on nutrients intake and digestibility, performance,

¹ Discentes de Doutorado em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: gon_zootecnia23@hotmail.com; dddmeneses@msn.com; julinessa1@hotmail.com; eli.uesb@hotmail.com

² Pesquisadores, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: ffsilvauesb@hotmail.com; rrsilva.uesb@hotmail.com; fteixeira@uesb.edu.br

³ Dr. em Zootecnia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: danilozootec@hotmail.com

⁴ Pós-doutorando em Zootecnia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: resendezoo@hotmail.com

⁵ Prof., Universidade Católica Dom Bosco, UCDB, MS. E-mail: rgmateus1@hotmail.com.br

⁶ Discente de Mestrado em Zootecnia, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga, BA. E-mail: dico111_3@hotmail.com

⁷ Zootecnista, UESB, Barreiras, BA, E-mail: patrickponde@hotmail.com

* Autor para correspondência

reproductive efficiency and economic viability. Sixty Nelore heifers with initial average weight of 285.89 ± 18.74 kg and approximately 19 ± 2 months of age, were distributed in a completely randomized design with five diets containing 0.0; 4.0; 8.0; 12.0 and 16.0% of CG inclusion in the diet. The average dry matter (DM) daily intake showed decreasing linear effect ($P < 0.05$), whereas for one % inclusion of GB decreased to 0.097 kg of DM intake day^{-1} . The DM digestibility of the diet, had no significant effect ($P > 0.05$), with a mean value of 50.93%. The average daily gain (ADG) of heifers showed decreasing linear effect ($P < 0.05$). For one % of GB included in the diet was reduced 0.0065 kg day^{-1} of gain. The reproductive rates (rate of pregnant and semen doses by pregnant), were not affected ($P > 0.05$) by dietary inclusion of GB, with average values of 75% and 1.29 doses pregnant⁻¹, respectively. The economic viability indicators were not positive in the short and medium term. Supplements for over 0.7% of the PC in animals maintained in *Brachiaria brizantha* with low nutritional quality, it is not recommended to include GB, since its inclusion in any level reduced around 15% weight gain. However, depending on the cost of coproduct, it can be includes up to 16% in the diet, even considering this drop in performance.

Key words: Feed efficiency, weight gain, glycerol, gross income, supplementation, pregnancy rate

Introdução

Grande parte da produção de bovinos de corte no Brasil apresenta produção estacional, sendo que em determinada época do ano o pasto praticamente paralisa seu crescimento, apresentando baixa disponibilidade de matéria seca (MS) e deficiência de alguns nutrientes, acarretando desequilíbrio nutricional e dificultando a maximização do desempenho animal (FREITAS et al., 2003). Se a forragem apresenta baixo nível de proteína e energia, o consumo pode ser incrementado quando uma pequena quantidade de suplemento concentrado é fornecida.

A suplementação de bovinos em pastagem visa suprir deficiências do pasto que prejudicam o crescimento animal sendo possível melhorar o desempenho, principalmente na época seca do ano, cujas limitações quantitativas e qualitativas do pasto, diminuem o peso corporal, prejudicando a produtividade do rebanho e comprometendo os índices reprodutivos e a eficiência da atividade pecuária (SILVA et al., 2009).

A estratégia de suplementação de bovinos em sistema de pastejo no período seco visa dar suporte alimentar aos animais e assim, melhorar o desempenho produtivo. A utilização de glicerina bruta (GB), coproduto da indústria de biodiesel, na dieta de ruminantes, visa aumentar a produtividade

com investimentos menores.

A GB pode sofrer variação na composição (SILVA et al., 2010) devido ao fato de ser um coproduto da indústria do biodiesel, originada de fontes renováveis, tais como óleos vegetais e gorduras animais.

O glicerol ou propano - 1, 2, 3-triol é um composto orgânico pertencente à função álcool. É líquido à temperatura ambiente de 25°C , higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado. Dentro do rúmen o glicerol pode seguir duas rotas metabólicas: (1) absorção direta pelo epitélio da parede ruminal (RÉMOND; SOUDAY; JOUANY, 1993), ou (2) transformação em ácidos graxos voláteis (AGV) pelas bactérias ruminais, principalmente em ácido propiônico (BERGNER et al., 1995).

Neste sentido, seu uso como ingrediente na dieta de ruminantes, representa uma importante alternativa como fonte de energia de custo acessível, podendo assim, favorecer melhor desempenho dos animais. Dessa forma, objetivou-se testar níveis de GB, misturada ao suplemento de alto consumo e suas implicações sobre o consumo, digestibilidade dos nutrientes, desempenho produtivo, índices reprodutivos e os indicadores econômicos de produção de novilhas Nelore em pastejo, no período seco.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Fazenda Boa Vista, município de Macarani - BA (parte de campo e coletas de dados) e no Laboratório de Forragicultura e Pastagem da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB, *Campus* de Itapetinga. Foram utilizadas 60 novilhas da raça Nelore, com média de 19 ± 2 meses de idade e $285,89 \pm 18,74$ kg de peso corporal inicial, em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos e doze repetições.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente nos tratamentos: 0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0% de

inclusão de GB na dieta. O experimento teve duração de 85 dias, os quais, 15 dias foram destinados ao período de adaptação dos animais às dietas e aos piquetes e os outros 70 dias foram destinados à coleta de dados e avaliação do desempenho em dois períodos experimentais de 35 dias cada.

As dietas foram formuladas para fornecer nutrientes aos animais, com estimativas de ganho de $0,750 \text{ kg dia}^{-1}$ (Tabela 1), de acordo com o NRC (2000).

Os dados climáticos referentes ao período da pesquisa foram obtidos, por meio de pluviômetro e termômetro digital (Figura 1).

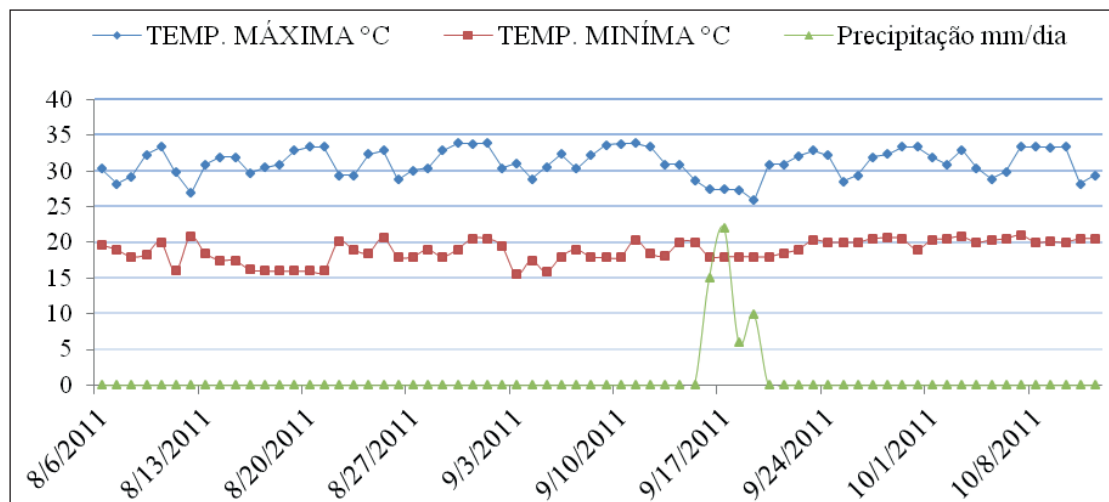
Tabela 1. Porcentagens de ingredientes nas dietas experimentais (concentrado).

Ingredientes	% de glicerina bruta com base nos constituintes da ração				
	0,0	4,0	8,0	12,0	16,0
Milho grão moído	80,86	67,91	54,62	41,00	27,04
Glicerina bruta	0,00	10,47	21,2	32,20	43,49
Farelo de soja	15,30	17,74	20,25	22,81	25,44
Sal Recria ¹	1,85	1,87	1,89	1,92	1,94
Ureia	1,99	2,01	2,04	2,07	2,09

¹Mistura mineral contendo 233 g de Ca/kg, 80 g de P/kg, 5 g de Mg/kg, 48 g de Na/kg, 25 mg de Co/kg, 380 mg de Cu/kg, 25 mg de I/kg, 1080 mg de Mn/kg, 3,75 mg de Se/kg, 1722 mg de Zn/kg.

Fonte: Elaboração dos autores.

Figura 1. Temperatura (°C) máxima, mínima e precipitação (mm) durante os dias experimentais.



Fonte: Elaboração dos autores.

Para regular o fornecimento de ração das novilhas foram feitas duas pesagens, uma no início e outra intermediária. Os suplementos foram fornecidos diariamente na quantidade de 0,7% do peso corporal às 08h30min da manhã, em cocho plástico coletivo de 4 m com acesso duplo, localizado a 15 m da fonte de água. Todos os animais tiveram livre acesso à sombra natural de árvores existente entre os piquetes, à água fresca e potável e ao suplemento de alto consumo durante todo período experimental.

O experimento foi implantado, em área de 30 ha formado com *Brachiaria brizantha* cultivar *Marandu*, dividida em 10 piquetes de aproximadamente 3 ha cada. A área experimental foi vedada por cercas elétricas três meses antes do início do experimento. Após a vedação da área, o pasto foi diferido com a finalidade de aumentar a massa verde da forragem existente nos piquetes, os quais serviram para calcular a oferta e a disponibilidade de matéria seca do pasto para os animais durante o período experimental.

Durante o primeiro período experimental, as novilhas foram rotacionadas em cinco piquetes em sentido pré-estabelecido de forma aleatória a fim de minimizar os efeitos inerentes aos piquetes. Cinco piquetes permaneceram vedados para serem utilizados no segundo período experimental, os quais foram também rotacionados pelas novilhas até o final do experimento.

Para determinação das características qualitativas e quantitativas da *Brachiaria brizantha*, durante o período experimental foram realizadas coletas de amostras da forragem em determinados intervalos, coleta inicial, intermediária e final entre os piquetes, respectivamente. Inicialmente foram quantificados visualmente a matéria seca da biomassa da amostra em toda área experimental, antes de colocar os animais no pasto, para quantificar os escores existentes, considerando a altura como parâmetro. A forragem que apresentou altura equivalente de 20 a 30 cm eram definidas com escore 1; para altura

de 30 a 40 cm, escore 2 e para altura de 40 a 50 cm, escore 3. Foi calculada a biomassa da forragem expressa em kg ha⁻¹ pela equação proposta por Gardner (1986).

Da mesma forma, após a divisão dos piquetes foram utilizados a mesma metodologia citada acima para quantificar visualmente a biomassa da amostra do pasto e os escores existentes. Foram feitas essas visualizações no período de entrada e saída dos animais nos piquetes, tendo assim, essa determinação, com o auxílio de um quadrado de área equivalente de 0,25 m² e uma tesoura. Foram feitas quatro coletas de forragem por escore, a 5 cm do nível do solo e colocados em sacos plásticos, os quais foram feitas as pesagens do material, anotados os valores e retirado uma amostra composta, que foram feitas as separações dos constituintes (folha, colmo e material morto), conforme metodologia descrita por McMeniman (1997).

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

$$TL = UAt / \text{Área}$$

Em que: TL = taxa de lotação, em UA ha⁻¹; UAt = unidade animal total; Área = área experimental total, em ha.

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

$$OF = \{DMS / [(TL \times 450) / 100]\} / (\text{Número de dias})$$

Em que, OF é a oferta de forragem em kg MS 100 kg PC dia⁻¹; DMS é a disponibilidade de matéria seca do pasto em kg de MS ha dia⁻¹; TL é a taxa de lotação em UA ha⁻¹ e Número de dias corresponde ao número de dias do período experimental.

Através dos procedimentos de coleta das amostras do pasto, durante o período experimental obteve-se os valores médios de disponibilidade da matéria seca da forragem, dos respectivos constituintes da *Braquiaria brizantha*, taxa de lotação e oferta da forragem (Tabela 2).

Foi realizada a coleta do pasto através do pastejo simulado, coletando o pasto no extrato consumido e simulando a composição real da dieta volumosa do animal. Destas amostras foram obtidos o peso seco individual e o percentual de cada um deles.

Tabela 2. Produção da forrageira nos piquetes experimentais.

Produção forrageira	Média dos piquetes
Disponibilidade de matéria seca (kg ha ⁻¹)	9.056,15
Folha (% da MS)	27,52
Colmo (% da MS)	38,46
Material morto (% da MS)	34,02
Taxa de lotação (UA ha ⁻¹)	2,37
Oferta de forragem (kg de MS 100 kg PC ⁻¹)	12,83

Fonte: Elaboração dos autores.

Foram coletadas amostras dos suplementos fornecidos, no início e no final dos períodos experimentais. As amostras da forragem, do pastejo simulado, dos suplementos e fezes foram secas em estufa de ventilação forçada de ar a 55 °C, por 72 h e processadas em moinho tipo Willey, com peneira de malha de 1 mm. Posteriormente, foram feitas as análises químico-bromatológicas das amostras a fim de determinar os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA), hemicelulose (HEM), celulose (CEL), lignina e matéria mineral (MM) na (Tabela 3), segundo procedimentos descritos por Silva e Queiroz (2002).

Tabela 3. Composição químico-bromatológica da glicerina bruta, da forragem e das dietas.

Componentes	GB	Pasto ¹	Níveis de glicerina bruta com base da MS				
			0,0%	4,0%	8,0%	12,0%	16,0%
Matéria Seca (%)	90,00	59,82	87,02	82,63	78,11	74,04	69,50
Proteína Bruta (% da MS)	-	6,17	20,91	21,81	22,64	22,77	23,17
Extrato etéreo (% da MS)	36,70	1,36	2,68	6,61	8,94	10,68	12,60
FDN _{cp} ² (% da MS)	-	74,45	7,96	9,27	8,24	8,53	5,52
FDA ³ (% da MS)	-	46,25	-	-	-	-	-
CNF ⁴ (% da MS)	-	10,28	56,08	55,87	50,01	45,80	51,58
FDN _i ⁵ (% da MS)	-	29,15	2,71	2,97	3,30	2,53	2,71
NDT ⁶ (% da MS)	-	-	55,34	54,99	53,19	52,54	46,19
Metanol	5,73	-	-	-	-	-	-
Glicerol	51,84	-	-	-	-	-	-

¹Pastejo simulado; ²Fibra em detergente neutro corrigido para cinza e proteína; ³Fibra em detergente ácido; ⁴Carboidrato não Fibroso; ⁵Fibra em detergente neutro indigestível; ⁶ Nutrientes digestíveis totais.

Fonte: Elaboração dos autores.

Os teores de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (FDN_{cp}) foi determinado segundo recomendações de Licitra, Hernandez e Van Soest (1996) e Mertens (2002).

Em razão da presença de ureia nas dietas, os carboidratos não fibrosos (CNF) foram calculados como proposto por Hall e Akinyode (2000).

$$\text{CNF} = \{100 - [(\% \text{PB} - \% \text{PB ureia} + \% \text{ureia}) + \% \text{FDNcp} + \% \text{EE} + \% \text{MM}]\}$$

Em que, CNF = carboidratos não fibrosos; %PB = porcentagem de proteína bruta; %PB ureia = porcentagem de proteína bruta oriunda da ureia; %ureia = porcentagem de ureia; %FDNcp = porcentagem de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína; %EE = porcentagem de extrato etéreo e %MM = porcentagem de matéria mineral.

Os animais foram pesados no início e no final do experimento. Também foi feita uma pesagem intermediária, para avaliação do ganho médio diário de peso corporal (GMDPC) e ajuste de fornecimento do suplemento. O desempenho animal foi determinado pela diferença entre o peso corporal inicial (PCF) e o peso corporal final (PCI) dividido pelo período experimental em dias.

A conversão alimentar (CA) foi determinada em função do consumo de matéria seca e do ganho de peso conforme a equação, $CA = (\text{CMS}/\text{GMD}^{-1})$.

Em que, CMS é o consumo diário de matéria seca em kg dia⁻¹ e GMD é o ganho médio diário em kg dia⁻¹.

Para estimar a produção fecal utilizou-se a lignina purificada e enriquecida (LIPE) segundo metodologia utilizada por Rodriguez et al. (2006). Como indicador externo fornecido diariamente as 08h30 em dose única em cápsula de 500 mg durante 7 dias, com 2 dias para adaptação e regulação do fluxo de excreção do marcador e 5 dias para coleta de fezes.

Aproximadamente 200g de fezes por animal dia⁻¹ foram coletadas diretamente da ampola retal, uma vez ao dia, durante cinco dias, no momento da administração do indicador e posteriormente, armazenadas em freezer a -10°C. O LIPE foi analisado no Laboratório de Nutrição Animal da

EV/UFMG, em espectrofotômetro, modelo Varian 099-2243, com detector de luz no espectro do infravermelho (FTIV). As amostras de fezes secas e moídas a 2 mm foram pastilhadas com KBr e a concentração do LIPE determinada.

O consumo de matéria seca do concentrado foi estimado com o auxílio do indicador dióxido de titânio segundo metodologia utilizada por Titgemeyer (1997). Utilizou-se 10g do indicador dióxido de titânio por animal dia⁻¹ diretamente no cocho misturado ao concentrado durante 12 dias consecutivos, segundo procedimento descrito por Valadares Filho et al. (2006), sendo que os 7 primeiros dias foram destinados a adaptação e regulação do fluxo de excreção do indicador e 5 dias restantes para coleta das fezes. Esse procedimento destinado à determinação da digestibilidade dos nutrientes aconteceu no meio do período experimental quando os animais já estavam adaptados à dieta.

Para a determinação da concentração do dióxido de titânio, uma amostra de 0,5 g de fezes foi digerida, por 2 h, em temperatura de 400 °C, em tubos para determinação de proteína. Após a digestão, 10 mL de H₂O₂ (30%) foram adicionados lentamente ao material do tubo e transferido para um béquer e completado com água destilada até 100 ml. Logo após esse procedimento, o material do béquer foi transferido para balões de 100 mL e foi adicionados mais 3 gotas de H₂O₂ (30%). Na digestão foram utilizados 15 mL de ácido sulfúrico e 5 g da mistura digestora para proteína (macro Kjeldahl). Uma curva padrão foi preparada com 0; 2; 4; 6; 8 e 10 mg de dióxido de titânio e as leituras foram realizadas em espectrofotômetro de absorção atômica, com comprimento de onda de 410 nm no Laboratório de Nutrição Animal do DZO/UFV/MG.

Para estimativa do consumo voluntário de volumoso, foi utilizado como indicador interno, a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após incubação ruminal por 240 h das amostras de forragem, de fezes e concentrado segundo a metodologia de Casali et al. (2008).

Os valores de excreção fecal foram obtidos pela relação entre consumo e concentração fecal de FDNi. O CMS foi obtido através da seguinte equação:

$$\text{CMS} = \{[(\text{PF} \times \text{CIFZ}) - \text{IS}]/\text{CIFR}\} + \text{CMSS}$$

Em que: CMS = consumo de matéria seca (kg dia⁻¹); PF = produção fecal (kg dia⁻¹); CIFZ = concentração do indicador presente nas fezes (kg kg⁻¹); IS = indicador presente no suplemento (kg dia⁻¹); CIFR = concentração do indicador presente na forragem (kg kg⁻¹); CMSS = consumo de matéria seca do suplemento (kg dia⁻¹).

Para determinação dos índices reprodutivos (taxa de prenhes e número de doses de sêmen por prenhes), após o período de coleta de dados, 59 novilhas entraram na estação reprodutiva, com início no final de outubro de 2011 e se estendendo por 90 dias. As novilhas permaneceram na mesma área experimental de aproximadamente 30 ha durante toda estação reprodutiva. Um rufião foi colocado com as novilhas, com auxílio de um marcador burçal que possibilitou identifica-las, quando as mesmas apresentaram os sinais de cio.

Todos os dias um observador treinado se deslocava até a área experimental, no início da manhã e no final da tarde por aproximadamente 30 min de observação para detectar as novilhas que estavam marcadas e as que apresentavam comportamento que indicasse a presença de cio. Confirmando o cio, as novilhas que apresentava tal comportamento foram manejadas até o curral, contidas e posteriormente inseminadas. Em março de 2012, todas as novilhas foram diagnosticadas quanto à gestação por palpação retal.

Foram considerados, para avaliação do custo de produção e o critério de lucro e retorno sobre o capital investido para análise econômica, a metodologia de custo operacional utilizada pelo IPEA (MATSUNAGA et al., 1976). As informações necessárias para a composição dos custos, bem

como os dados utilizados (preços, vida útil, etc.) foram coletados junto aos produtores rurais, técnicos de extensão rural, estabelecimentos comerciais da região e órgãos oficiais de estatística da pecuária do governo estadual e federal, sendo realizada média de preços do ano de 2012.

Os indicadores de viabilidade econômica dos tipos de suplemento analisados foram: peso corporal inicial; peso corporal final; área de pastagens por tratamento; ganho médio diário de peso corporal; consumo de suplemento por animal, preço dos suplementos; número de animais; peso médio no período (média entre peso vivo final e peso vivo inicial, em kg); ganho médio diário (média ponderada da fase de suplementação dia⁻¹); custo do suplemento por animal (consumo, em kg animal dia⁻¹), multiplicado pelo preço, de acordo com a secretaria da agricultura, irrigação e reforma agrária da Bahia; mão de obra, medicamentos, manutenção de cercas; custo total por animal; preço médio da carne, média de preços da @ da novilha terminada. Renda bruta por animal, preço médio da carne vendida, em R\$ kg⁻¹, multiplicado pela produção, GMD kg dias⁻¹; custo total da produção de carne por animal (em R\$ dia⁻¹); preço de aquisição da @ da novilha, média de preços da @ da novilha para recria. Capital investido dia⁻¹ (somatório do custo total, em R\$ dia⁻¹ + compra da novilha em R\$ dia⁻¹); retorno da aplicação na caderneta de poupança com taxa líquida de 6,00% ao ano (capital investido, em R\$ ha dia⁻¹, multiplicado por 4,00%).

A depreciação de benfeitorias, máquinas e equipamentos foram estimadas pelo método linear de cotas fixas, com valor final igual a zero. Para a remuneração do capital utilizou-se a taxa de juro real de 6,00% ao ano. Na Tabela 4, estão apresentados os preços médios de venda das novilhas terminadas no ano de 2012 na praça comercial de Itapetinga/BA e de insumos e serviços utilizados no experimento.

Tabela 4. Preço médio de venda das novilhas terminadas no primeiro semestre do ano de 2012 na praça comercial de Itapetinga/BA e de insumos e serviços utilizados no experimento.

Produto	Unidade	Preço unitário (R\$)
Milho grão moído	Saco 60 kg	36,00
Farelo de soja	Saco 50 kg	45,00
Ureia	Saco 50 kg	56,25
Mistura mineral	Saco 30 kg	56,00
Glicerina bruta	Tonelada	200,00
Carne	@ da novilha terminada	100,00
Tratamentos	Especificações	Preço/kg de MS e diárias
0,0% Glicerina bruta	kg de matéria seca	0,68
4,0% Glicerina bruta	kg de matéria seca	0,62
8,0% Glicerina bruta	kg de matéria seca	0,58
12,0% Glicerina bruta	kg de matéria seca	0,55
16,0% Glicerina bruta	kg de matéria seca	0,52
<i>Brachiaria brizantha</i>	kg de matéria seca	0,05
Mão-de-obra (diária)	Diária	30,00

Fonte: Elaboração dos autores.

Na Tabela 5, estão apresentados de forma detalhada, os dados sobre preços de insumos e serviços, a vida útil e o valor de benfeitoria máquinas e equipamentos, animal de serviço e terra, utilizados no experimento.

Tabela 5. Vida útil e valor de benfeitoria, máquinas, equipamentos, animal e terra.

Produto	Vida útil (dias)	Valor unitário (R\$)	Quantidade utilizada	Valor total (R\$)
Novilhas	2190	900,00	60 novilhas	54.000,00
Balança de curral - 1500 kg	5475	2.640,00	1 unidade	2.640,00
Cercas	5475	12,20	536,25 m linear	6.435,00
Cochos	1095	60,00	10 unidade	600,00
Terra com pasto (ha)	-	5.000,00	30,00 hectares	150.000,00
Capital fixo investido (R\$)	-	-	-	213.675,00

Fonte: Elaboração dos autores.

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

$$VPL = \sum_{t=0}^n VP \div (1+r)^t$$

Em que, VPL = valor presente líquido; VF = valor do fluxo líquido (diferença entre entradas e

saídas); n = número de fluxos; r = taxa de desconto; t = período de análise (i = 1, 2, 3...).

No cálculo do VPL, aplicaram-se três taxas de desconto sobre o fluxo líquido mensal de cada sistema de produção. As taxas adotadas foram 6,0; 10,0 e 12,0% ao ano.

Para a TIR, segundo os critérios de aceitação consideraram-se que quanto maior for o resultado obtido no projeto, maior seria a atratividade para

sua implantação. Assim, a TIR e o valor de r que iguala a zero a expressão:

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

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

Para cálculo da TIR e do VPL, fez-se uma simulação de um ano para estudo de características econômicas, sendo computada, assim, a depreciação de benfeitorias e máquinas neste período.

Todas as análises estatísticas foram avaliadas por meio de análises de variância (ANOVA) e de regressão utilizando-se o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas - SAEG (UFV/SAEG, 2000). Os modelos estatísticos foram escolhidos

de acordo com a significância dos coeficientes de regressão utilizando-se o teste t ao nível de 5% de probabilidade e de determinação (r^2), e com os fenômenos estudados, exceto a das variáveis de reprodução, na qual foram realizadas análises não paramétricas, utilizando o teste Qui-quadrado (χ^2) em nível de 5% de significância.

Resultados e Discussão

A inclusão da glicerina bruta (GB) na dieta das novilhas (Tabela 6) apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$) sobre o consumo de matéria seca (MS) do pasto e da dieta em relação ao peso corporal (PC), reduzindo 0,076 e 0,097 kg dia⁻¹, respectivamente, a cada um % de GB acrescentada na dieta.

Tabela 6. Consumo médio diário de matéria seca e dos nutrientes em novilhas Nelore suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta.

Consumo	Níveis de glicerina bruta na dieta com base da MS.					CV (%) ¹	P ²
	0,0%	4,0%	8,0%	12,0%	16,0%		
	FORAGEM (kg dia⁻¹)						
Matéria seca ³	4,02	3,48	3,55	3,16	2,64	6,86	0,001
	SUPLEMENTO (kg dia⁻¹)						
Matéria seca ⁴	1,99	1,88	1,86	1,76	1,66	5,50	0,001
	DIETA (% DO PESO CORPORAL)						
Matéria seca ⁵	2,10	1,90	1,88	1,71	1,50	6,89	0,001
FDNcp ⁶	1,10	0,98	0,97	0,87	0,72	6,52	0,001
	DIETA (kg dia⁻¹)						
Matéria seca ⁷	6,01	5,36	5,41	4,92	4,30	6,88	0,001
Proteína bruta ⁸	0,89	0,75	0,79	0,78	0,66	10,88	0,001
FDNcp ⁹	3,15	2,76	2,79	2,51	2,06	6,53	0,001
Carboidratos não fibrosos ¹⁰	1,53	1,40	1,31	1,13	1,12	11,40	0,001
Nutrientes digestíveis totais ¹¹	3,29	3,06	3,10	2,90	2,39	10,25	0,001
Glicerol ¹²	0,00	0,16	0,33	0,46	0,57	13,45	0,001
Extrato etéreo ¹³	0,11	0,17	0,22	0,23	0,24	6,86	0,001

¹Coefficiente de variação em porcentagem; ²Probabilidade de erro; 3Y = 3,986 - 0,0768x, R² = 0,91; 4Y = 1,986 - 0,0195x, R² = 0,97; 5Y = 2,096 - 0,0348x, R² = 0,95; ⁶Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta, Y = 1,102 - 0,0218x, R² = 0,94; 7Y = 5,976 - 0,0973x, R² = 0,91; 8Y = 0,86 - 0,0108x, R² = 0,91; ⁹Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta, Y = 3,14 - 0,0608x, R² = 0,91; 10Y = 1,516 - 0,0273x, R² = 0,96; 11Y = 3,34 - 0,049x, R² = 0,82; 12Y = 0,0160 + 0,036x, R² = 0,99; 13Y = 0,13 + 0,008x, R² = 0,89.

Fonte: Elaboração dos autores.

Este efeito de redução no consumo pode estar relacionado aos mecanismos de saciedade dos animais que foram submetidos às dietas com maiores níveis de GB. O glicerol é convertido em ácido propiônico no rúmen e é convertido em glicose pelo fígado, portanto, em maior quantidade pode elevar os níveis glicêmicos desencadeando um *feedback* negativo entre o rúmen e o eixo hipotalâmico no sistema nervoso central (SNC). Os fatores fisiológicos incluem controle da fome e saciedade pela região hipotalâmica do cérebro. Este mecanismo envia uma resposta ao organismo inibindo o consumo, estabelecendo uma sensação de saciedade, diminuindo assim, a ingestão de MS do pasto pelos ruminantes.

Outro fator relevante é que, possivelmente possa ter ocorrido efeito negativo sobre a degradação da fibra do pasto. Esse efeito possivelmente foi devido ao aumento da ingestão de extrato etéreo ocasionado pelos maiores níveis de GB na dieta das novilhas (GUNN et al., 2010). Neste trabalho, os teores de extrato etéreo em relação à MS total da dieta variaram entre 1,83 e 5,61% nos tratamentos com 0,0 e 16,0% de inclusão de GB. Assim, uma redução na funcionalidade ruminal ótima dos microrganismos pode ter comprometido a saúde do rúmen, o que pode explicar a redução do consumo de matéria seca com inclusão de GB no presente estudo.

Parsons, Shelor e Drouillard (2009), alimentando novilhos cruzados, em confinamento, observaram que a inclusão de GB na dieta diminuiu linearmente o consumo de MS em 0,1911 kg dia⁻¹ para cada um % de GB adicionada na dieta, passando de 8,84 para 7,80 kg dia⁻¹ nos tratamentos 0,0 e 16,0% de GB, respectivamente.

Da mesma forma, Pyatt, Doane e Cecava (2007) observaram redução de 10% no consumo de MS quando utilizaram 10% de inclusão de GB à dieta de bovinos confinados. Segundo Parsons, Shelor e Drouillard (2009), em ensaios “*in vitro*”,

observaram que 0,5 e 5,0% de glicerol inibiram a degradação de celulose por fungos e bactérias celulolíticas, respectivamente. Por outro lado Farias et al. (2012), trabalhando com níveis de 0,0; 2,8; 6,1 e 9,0% de glicerina na MS total na dieta, não verificaram influência sobre o consumo de MS, MO e PB.

Neste trabalho o consumo máximo de glicerol em relação à MS do concentrado foi de 35% no nível de 16% de inclusão de GB na dieta total das novilhas, enquanto, que em relação ao consumo de MS da dieta dia⁻¹, o consumo máximo de glicerol foi de 13% para o maior nível de inclusão da GB.

O consumo de MS do suplemento apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$). Para cada um % de inclusão da glicerina bruta na dieta das novilhas, houve uma redução no consumo, de 0,019 kg de MS do suplemento dia⁻¹. Essa resposta pode ser explicada pela maior quantidade de GB adicionada às dietas. Proporcionalmente em relação ao concentrado, a dieta com 16,0% de GB, correspondeu a 60,0%. Essa quantidade era ministrada juntamente com a ração farelada, diretamente ao cocho resultando em uma mistura pastosa e viscosa em relação à dieta com 0,0% de GB, o que acarretou em menor consumo de MS do suplemento.

O consumo de MS total e fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína (FDNcp) em porcentagem do peso corporal (PC), apresentaram resposta linear ($P < 0,05$) decrescente, para cada um % de GB adicionada na dieta, apresentando uma redução de 0,034% no consumo de MS e 0,021% no consumo do FDNcp em relação ao PC. Essas respostas possivelmente foram em função dos maiores teores de GB na dieta das novilhas. A GB utilizada neste trabalho era composta de 51,84% de glicerol que é metabolizado a propionato no rúmen (TRABUE et al., 2007).

No fígado, parte do propionato é convertido em piruvato e a outra parte segue a rota gliconeogênica (BRISSEON et al., 2001). As concentrações de glicose

circulante possibilitam aos receptores neurais no eixo hipotalâmico (centro da fome e da saciedade) o término das refeições, conhecido como controle químico (BENSON et al., 2002). Possivelmente, este efeito, resultou na redução do consumo da MS e FDNcp pelos animais.

O consumo de MS em kg dia⁻¹ da dieta apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$), sendo que para cada um % de GB incluída na dieta ocorreu uma redução no consumo de 0,097 kg de MS dia⁻¹. Da mesma forma, para o consumo de FDNcp em kg dia⁻¹ ocorreu uma resposta linear decrescentes ($P < 0,05$), sendo que a inclusão de GB na dieta das novilhas, ocasionou uma redução de 0,060 kg de FDNcp dia⁻¹. Essa resposta possivelmente aconteceu devida, os altos teores de GB incluída na dieta.

O consumo de proteína bruta (PB) apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$). Para cada um % de GB incluída na dieta houve uma redução de 0,010 kg de PB dia⁻¹, sendo essa resposta devido à redução do concentrado farelado na composição das dietas com maiores teores de GB, que em sua composição era isenta de PB. Resultados semelhantes foram encontrados por Lage et al. (2010), que observaram consumo de PB decrescente de 0,22 a 0,12 kg dia⁻¹ à medida que se incluía níveis (0,0; 3,0; 6,0; 9,0 e 12,0%) de GB às dietas de ovinos e justificaram essa redução, pela menor ingestão de MS, uma vez que as dietas eram isoproteicas.

No presente estudo, as dietas foram formuladas na tentativa de serem isoproteicas, mas pela variação da composição proteica dos ingredientes antes e depois da formulação houve uma pequena variação no teor proteico dos suplementos (20,91% x 23,17% entre as dietas 0,0% e 16% de GB). Com a finalidade de atender as exigências de manutenção e produção das novilhas em sistema de pastejo no

período seco.

O consumo de carboidrato não fibroso (CNF) apresentou resposta linear decrescente ($P < 0,05$). A inclusão da GB acarretou uma redução de 0,027 kg de CNF dia⁻¹ e essa resposta foi devido à redução do consumo de MS da dieta com a inclusão de GB. Da mesma forma o consumo de nutrientes digestíveis totais (NDT) apresentou resposta linear decrescente ($P < 0,05$), sendo que, para cada um % de GB incluída na dieta das novilhas o consumo de NDT reduziu 0,049 kg dia⁻¹, que seguiu o mesmo efeito no consumo de MS.

O consumo de glicerol e o consumo de EE em kg dia⁻¹ por animal apresentou efeito linear crescente ($P < 0,05$) de 0,036 e 0,008 kg dia⁻¹ de glicerol e EE, respectivamente, para cada um % de GB incluída na dieta. Estes resultados podem ser explicados, segundo Thompson e He (2006), devido à GB ser um coproduto da indústria do biodiesel, originária de fontes oleaginosas que são ricos em óleos e glicerol na sua composição.

A digestibilidade da MS, PB e CNF não apresentaram efeitos significativos ($P > 0,05$), com a inclusão da GB na dieta das novilhas, apresentando valores médios de 50,93; 60,00 e 80,31% de digestibilidade, respectivamente (Tabela 7).

O coeficiente de digestibilidade da FDNcp apresentou efeito linear decrescente ($P < 0,05$), em que, para cada um % de GB adicionado na dieta, reduziu-se 0,66% no coeficiente de digestibilidade. Este resultado era esperado, e a redução observada na digestibilidade da FDNcp pode ter sido decorrente da inibição do crescimento de bactérias, especialmente as celulolíticas, e de protozoários (TAMMINGA; DOREAU, 1991), e do recobrimento físico da fibra por lipídeos, que dificulta a ação dos microrganismos (JENKINS; MCGUIRE, 2006).

Tabela 7. Coeficiente de digestibilidade dos nutrientes em novilhas Nelore suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta.

Digestibilidade (%)	Níveis de glicerina bruta					CV (%) ¹	P ²
	0,0%	4,0%	8,0%	12,0%	16,0%		
Matéria seca ³	51,44	51,62	51,93	51,02	48,62	4,86	0,063
Proteína bruta ⁴	57,85	56,42	59,05	62,64	64,04	9,67	0,149
FDNcp ⁵	43,61	43,59	41,84	41,75	31,18	5,78	0,001
Carboidratos não fibrosos ⁶	81,67	79,88	80,67	80,51	78,83	4,95	0,922
Extrato etéreo ⁷	60,52	76,44	84,32	85,09	81,70	9,30	0,001

¹Coeficiente de variação em porcentagem; ²Probabilidade de erro; 3Y = 50,93; 4Y = 60,00; ⁵Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta, Y = 45,734 - 0,6675x, R² = 0,65; 6Y = 80,31; 7Y = 67,412 + 1,2753x, R² = 0,63.

Fonte: Elaboração dos autores.

Outro fator que pode ter influenciado negativamente a digestibilidade da FDNcp foi o aumento da concentração de glicerol nas dietas com a inclusão da GB. Paggi, Fay e Fernandez (1999), com base em estudos *in vitro*, relataram que a atividade celulolítica diminuiu em função do aumento de concentrações de glicerol no rúmen. Resultados de estudos conduzidos com culturas *in vitro* podem ser questionáveis, pois não há quantificação das interações que ocorrem no ambiente ruminal e da variabilidade de substratos da dieta.

Entretanto, Schröder e Südekum (2007) relataram resultados semelhantes aos encontrados neste trabalho. Em dietas contendo concentrado com alto teor de amido e diferentes níveis de inclusão de GB (0,0; 10,0; 15,0 e 20,0%), houve menor digestibilidade dos componentes da parede celular, sem diminuir a digestibilidade da MS.

O coeficiente de digestibilidade do EE apresentou efeito linear crescente (P<0,05), com a inclusão da GB na dieta das novilhas. Resultados semelhantes foram encontrados por Santana Junior et al. (2013) que trabalhando com suplementação de vacas leiteiras em sistema de pastejo de *Brachiaria brizantha* com adição de GB na dieta (0,00; 3,33; 6,71; 10,05 e 12,74% na MS), observaram efeito

linear crescente na digestibilidade do EE de 2,88% para cada um% de GB adicionado a dieta.

O peso corporal final das novilhas não diferiu (P>0,05), com a inclusão da GB na dieta, apresentando valor médio de 305,96 kg (Tabela 8).

O ganho de peso total (GT) dos animais durante o período experimental apresentou resposta linear decrescente (P<0,05), sendo que cada um % de inclusão de GB na dieta, favoreceu a redução de 0,48 kg animal⁻¹, esta resposta possivelmente ocorreu devido à redução no consumo de MS da dieta pelos animais, com o aumento de GB na dieta.

Da mesma forma, para o ganho médio diário (GMD), foi encontrado efeito linear decrescente (P<0,05), com redução de 0,0065 kg dia⁻¹ por animal. Estes resultados possivelmente foram em função do efeito substitutivo ou do mecanismo de saciedade que a GB acarretou aos animais, com isso, o consumo de MS total foi reduzido e como resposta ao desempenho, os ganhos de pesos dos animais foram menores nas dietas contendo GB. Em contra partida, Parsons, Shelor e Drouillard (2009) adicionando GB às dietas de novilhos em terminação, melhoraram o GMD e a eficiência alimentar, especialmente quando adicionado em concentrações de 8,0% ou menos na base da MS.

Tabela 8. Desempenho produtivo de novilhas Nelore suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta.

Desempenho	Níveis de glicerina bruta					CV (%) ¹	P ²
	0,0%	4,0%	8,0%	12,0%	16,0%		
³ Peso corporal inicial (kg)	263,17	261,58	267,83	268,83	267,73	-	-
⁴ Peso corporal final (kg)	308,75	301,35	308,28	307,10	304,31	8,14	0,185
⁵ Ganho de peso total (kg)	45,58	39,76	40,45	38,26	36,58	18,59	0,049
⁶ Ganho médio diário (kg dia ⁻¹)	0,63	0,55	0,56	0,53	0,51	18,59	0,049
⁷ Conversão Alimentar	9,64	10,12	10,03	9,06	8,68	18,84	0,353

¹Coefficiente de variação em porcentagem; ²Probabilidade de erro; 3Y = 265,83; 4Y = 305,96. 5Y = 44,026 - 0,4875x, R² = 0,82; 6Y = 0,608 - 0,0065x, R² = 0,82; 7Y = 9,51

Fonte: Elaboração dos autores.

A conversão alimentar, não apresentou efeito significativo ($P > 0,05$) com valores médios de 9,51 kg de MS kg ganho⁻¹. Este resultado demonstra que mesmo havendo uma redução no consumo de MS da dieta, os animais conseguiram compensar a sua eficiência em converter os nutrientes da dieta em ganhos relativamente semelhantes.

A taxa de prenhes (%) e o número de doses de sêmen (Tabela 9), não apresentou efeito ($P > 0,05$) pelo teste χ^2 , com valor médio de 75,0% na taxa de prenhes e 1,29 doses de sêmen prenhes⁻¹, com a inclusão da GB na dieta das novilhas. Estes valores estão dentro do esperado, quando se utilizam animais homogêneos e com peso vivo superior a 300 kg no início da estação reprodutiva.

Tabela 9. Desempenho reprodutivo de novilhas Nelore suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta.

Níveis de glicerina bruta	Prenhas	Não prenhas	Taxa de prenhes	Doses de sêmen prenhes ⁻¹
0,0%	8	4	67%	1,17 doses
4,0%	8	4	67%	1,33 doses
8,0%	10	2	83%	1,50 doses
12,0%	9	3	75%	1,08 doses
16,0%	9	2	82%	1,36 doses
Média	-	-	75%	1,29 doses
χ^2	-	-	1,58	6,05
P(<0,05)	-	-	0,812	0,195

Fonte: Elaboração dos autores.

À medida que se incluía GB na dieta, observou-se que a renda bruta dia⁻¹ (RB) apresentou valores decrescentes refletindo o comportamento observado no GMD (Tabela 10). Foi avaliado o valor referente à venda das novilhas na praça comercial de Itapetinga - BA, com valor médio de R\$ 100,00 por

@ de carne. Neste estudo a oferta de concentrado em relação ao peso vivo dos animais foi de 0,7% com perspectiva de ganho de peso de 0,750 kg dia⁻¹ segundo o NRC (2000), mas devido à redução do consumo total de MS observou-se uma redução no ganho de peso.

Tabela 10. Indicadores econômicos de novilhas Nelores suplementadas com níveis de glicerina bruta.

Indicador econômico (R\$ animal ⁻¹)	Preço (R\$)	Níveis de glicerina bruta									
		0,0%		4,0%		8,0%		12,0%		16,0%	
		Qt ¹	Valor	Qt ¹	Valor	Qt ¹	Valor	Qt ¹	Valor	Qt ¹	Valor
Renda bruta											
Venda da Novilha	3,33	0,63	2,10	0,55	1,83	0,56	1,86	0,53	1,76	0,51	1,69
Custo operacional efetivo (COE).											
Mão-de-obra (diária)	30,00	0,02	0,48	0,02	0,48	0,02	0,48	0,02	0,48	0,02	0,48
Suplemento (kg MS ⁻¹)		1,99	1,35	1,88	1,16	1,86	1,08	1,76	0,97	1,66	0,86
<i>B. brizantha</i> ²	4,02	0,05	0,20	3,48	0,17	3,55	0,18	3,16	0,16	2,64	0,13
Medicamentos	(R\$)		0,05		0,05		0,05		0,05		0,05
Reparo de benfeitorias	(R\$)		0,10		0,10		0,10		0,10		0,10
Rep. Máq. e que ³ .	(R\$)		0,05		0,05		0,05		0,05		0,05
Sub-total	(R\$)		2,23		2,01		1,94		1,81		1,67
Custo operacional total (COT).											
COE ⁴	(R\$)		2,23		2,01		1,94		1,81		1,67
Depreciação de benfeitorias	(R\$)		0,04		0,04		0,04		0,04		0,04
Depreciação de Máq. e equ. ⁵	(R\$)		0,01		0,01		0,01		0,01		0,01
Sub-total	(R\$)		2,28		2,06		1,98		1,86		1,72
Custo total (CT)											
COT ⁶	(R\$)		2,28		2,06		1,98		1,86		1,72
Juros sobre capital investido	(R\$)		0,59		0,59		0,59		0,59		0,59
⁷ CT animal ⁻¹	(R\$)		2,87		2,65		2,57		2,45		2,31
⁸ CT kg ⁻¹ de carne	(R\$)		4,55		4,82		4,59		4,60		4,53
Margem bruta	(R\$)		-0,13		-0,18		-0,06		-0,04		0,03
Margem líquida	(R\$)		-0,18		-0,23		-0,12		-0,09		-0,03
Lucro unitário kg⁻¹ de carne	(R\$)		-1,22		-1,49		-1,26		-1,28		-1,20
Lucro total por animal dia⁻¹	(R\$)		-0,77		-0,82		-0,71		-0,68		-0,61
⁹ COE CT ⁻¹	%		77,69		75,89		75,11		73,78		72,29
¹⁰ COE RB ⁻¹	%		106,29		110,03		103,60		102,08		98,38
¹¹ Gasto com alimentação COE ⁻¹	%		69,70		66,47		65,03		62,50		59,56
¹² Gasto com alimentação COT ⁻¹	(R\$)		1,55		1,33		1,25		1,12		0,99
¹³ Gasto com concentrado RB ⁻¹	(R\$)		0,64		0,63		0,57		0,54		0,51

¹Quantidade; ²*Brachiaria brizantha*; ³Reparo de máquinas e equipamentos; ⁴Custo operacional efetivo; ⁵Depreciação de máquinas e equipamentos; ⁶Custo operacional total; ⁷Custo total por animal; ⁸Custo total por kg de carne; ⁹Custo operacional efetivo pelo custo total; ¹⁰Custo operacional efetivo pela renda bruta; ¹¹Gasto com alimentação sobre o custo operacional efetivo; ¹²Gasto com alimentação.

Fonte: Elaboração dos autores.

Segundo Silva et al. (2010), em comparação à suplementação com mineral e concentrado a RB em R\$, aumentou em 26,88; 35,29 e 59,66% em novilhas recebendo suplemento com níveis de 0,3, 0,6 e 0,9% do PC, respectivamente. No entanto, esse aumento foi inviabilizado economicamente pela elevação dos custos. Neste contexto, a suplementação em níveis superiores a 0,3% do peso vivo pode comprometer a taxa de retorno da atividade. Nas condições desta pesquisa observou-se que a oferta de concentrado em 0,7% do PV não foi favorável economicamente.

O custo operacional efetivo (COE) dia⁻¹ teve uma redução com a inclusão de GB na dieta das novilhas e este resultado é justificado, pelo menor consumo de MS da dieta e pela redução no preço por kg de ração que possui um menor custo (R\$ 0,20 kg⁻¹). Possivelmente, poderia se utilizar este coproduto em dietas para ruminantes, principalmente pelo preço de aquisição da GB.

Segundo Costa et al. (2011) o valor do COE demonstra a necessidade de recurso para cobrir as despesas em curto e longo prazo, principalmente quando se pretende iniciar e manter a atividade no sistema pecuário. Este resultado de 1,72 a 2,28 reais por animal dia⁻¹ referentes ao COE, encontrado neste estudo, demonstra a importância de estratégia de planejamento na atividade pecuária, principalmente quando o custo com os insumos sofrem variações de preço. O custo com alimentação representa uma parcela de extrema importância no COE. Neste estudo, o custo com alimentação esteve entre 0,59 a 0,69% do COE.

O custo com suplementação em relação ao custo total (CT) animal⁻¹ neste estudo correspondeu a 47,03; 43,77; 42,02; 39,59 e 37,23% para as dietas com 0,0; 4,0; 8,0; 12,0 e 16,0% de GB, respectivamente. Os valores de custo operacional referente às parcelas que englobam as depreciações e benfeitorias se mantiveram equilibrados com pequena participação sobre o CT, por terem maiores períodos de vida útil e serem custos fixos.

Segundo Costa et al. (2011), em sistemas de produção intensiva, o custo com a alimentação representa até 70% dos COE, mas, em propriedades menos tecnificadas, esses insumos respondem por menos de 50% dos custos. Neste estudo, o custo médio com a alimentação representou 64,65% dos COE.

O CT por animal apresentou redução com a inclusão de GB, cuja resposta é justificada também pela maior participação desta GB na formulação da ração e pelo menor consumo de MS do pasto. O maior valor de custo por animal foi na dieta com 0,0% de GB com valor de R\$ 2,87 dia⁻¹.

A margem bruta (MB), a margem líquida (ML) e o lucro total (LT), apresentou efeito negativo, para o sistema de recria de novilhas em pastejo diferido no período da seca, com suplementação de 0,7% do peso corporal com inclusão de GB na dieta. Esta resposta negativa foi encontrada, devido à elevação nos COE, principalmente nos custos com alimentação que reduziu com a GB e reduziu o GMD, sendo que a venda das novilhas com valor de 100,00 R\$ por @ de PV não mostrou eficiência financeira.

Segundo Araújo et al. (2012), os economistas relacionam valores positivos da MB ao investimento como rentável a curto prazo, já valores positivos da ML relacionam o investimento como rentável a longo prazo. Valores positivos do LT relacionam o investimento como competitivo, sendo ideal para melhor definir a viabilidade do sistema de produção.

O sistema de produção avaliado neste estudo apresentou inviabilidade econômica (Tabela 11), como demonstrada pela taxa interna de retorno (TIR) em todas as dietas avaliadas. A resposta encontrada foi em função do GMD que não atingiu o esperado e o CT para produção de 1 kg de carne foi superior ao custo de venda de 1 kg de carne. Este resultado negativo foi consequência dos custos com alimentação e custo com a terra que por sua vez, elevaram os valores de COE.

Tabela 11. Taxa interna de retorno mensal e valor presente líquido (VPL) sobre taxas de retorno de 6, 10 e 12% anual de novilhas Nelore suplementadas com diferentes níveis de glicerina bruta.

Indicador econômico (R\$/ano)	Glicerina bruta %				
	0,0%	4,0%	8,0%	12,0%	16,0%
Taxa interna de retorno (%/mês)	-0,0015	-0,0011	-0,0010	-0,0011	-0,0012
Valor presente líquido - 6%	-17414,02	-16322,33	-16076,86	-16333,22	-16529,34
Valor presente líquido - 10%	-25553,08	-24492,19	-24248,04	-24496,78	-24648,68
Valor presente líquido - 12%	-29580,65	-28533,72	-28291,75	-24536,66	-28721,94

Fonte: Elaboração dos autores.

De acordo com Costa (2000) os autores apresentaram resultados de avaliação econômica, para um sistema de gado de corte de ciclo completo (cria-recria-engorda), com taxa de retorno de capital de 6,24% ao ano. Esta taxa pode variar quando se altera a estratégia de venda dos animais e quando se desconsidera o valor do custo de oportunidade da terra.

Os custos de oportunidade de 6,0, 10,0 e 12,0 % ao ano foram mais interessantes, quando comparados aos ganhos obtidos no presente trabalho em todas as dietas analisadas, apresentando valores negativos para todas as taxas. Estratégia para suplementação de novilhas de corte em sistema de pastejo deve ser bem analisada, para evitarem prejuízos futuros.

Conclusões

Para suplementações acima de 0,7% do PC em pastos de *Brachiaria brizantha* com baixa qualidade nutricional, não se recomenda a inclusão de GB, pois a sua inclusão em qualquer nível reduz em torno de 15% o ganho de peso. Mas, a depender do custo deste coproduto, pode-se incluí-lo em até 16% na dieta, mesmo considerando esta redução no desempenho, principalmente no período seco.

Comissão de Bioética

O experimento que gerou este artigo foi aprovado pela comissão de Bioética da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB.

Agradecimentos

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia; à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela bolsa concedida ao primeiro autor, ao grupo de pesquisa Produção Animal na Bahia, aos amigos da Fazenda Boa Vista pela ajuda incondicional e ao Professor Doutor Fabiano Ferreira da Silva pela orientação.

Referências

- ARAÚJO, H. S.; SABBAG, O. J.; LIMA, B. T. M.; ANDRIGHETTO, C.; RUIZ, U. S. Aspectos econômicos da produção de bovinos de corte. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 82-89, 2012.
- BENSON, J. A.; REYNOLDES, C. K.; AIKMAN, P. C.; LUPOLI, B.; BEEVER, D. E. Effects of abomasal vegetable oil infusion on splanchnic nutrient metabolism in lactating dairy cows. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 85, n. 7, p. 1804-1814, 2002.
- BERGNER, H.; KIJORA, C.; CERESNAKOVA, Z.; SZAKACS, J. In vitro studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. *Arch Tierernahr*, Berlin, v. 48, n. 3, p. 245-256, 1995.
- BRISSON, D.; VOHL, M. C.; ST-PIERRE, J.; HUDSON, T. J.; GAUDET, D. Glycerol: a neglected variable in metabolic processes? *Bioessays*, v. 23, n. 6, p. 534-542, 2001.
- CASALI, A. O.; DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S. C.; PEREIRA, J. C.; HENRIQUES, L. T.; FREITAS, S. G.; PAULINO, M. F. Influência do tempo de incubação e tamanho de partículas sobre os teores de compostos indigestíveis em alimentos e fezes bovinas obtidos por procedimento *in situ*. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 37, n. 2, p. 335-342, 2008.

- COSTA, F. P. Avaliação econômica. In: MADUREIRA, L. D. *Dia de campo: sistema de produção de carne com Nelore*. Campo Grande: Embrapa-CNPGC, 2000. p. 34-44.
- COSTA, L. T.; SILVA, F. F.; VELOSO, C. M.; PIRES, A. J. V.; ROCHA NETO, A. L.; MENDES, F. B. L.; RODRIGUES, E. S. O.; SILVA, V. L. Análise econômica da adição de níveis crescentes de concentrado em dietas para vacas leiteiras mestiças alimentadas com cana-de-açúcar. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, v. 40, n. 5, p. 1155-1162, 2011.
- FARIAS, M. S.; PRADO, I. N.; VALERO, M. V.; ZAWADZKI, F. SILVA, R. R.; EIRAS, C. E.; RIVAROLI, D. C.; LIMA, B. S. Níveis de glicerina para novilhas suplementadas em pastagens: desempenho, ingestão, eficiência alimentar e digestibilidade. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 33, n. 3, p. 1177-1188, 2012.
- FREITAS, S. G.; PATIÑO, H. O.; MÜHLBACH, P. R. F.; GONZÁLES, F. H. D. Efeito da suplementação de bezerros com blocos multinutricionais sobre a digestibilidade, o consumo e os parâmetros ruminais. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 32, n. 6, p. 1508-1515, 2003.
- GARDNER, A. L. *Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção*. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL, 1986. 179 p.
- GUNN, P. J.; NEARY, M. K.; LEMENAGER, R. P.; LAKE, S. L. Effects of crude glycerin on performances and carcass characteristics of finishing wether lambs. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 88, n. 5, p. 1771-1776, 2010.
- HALL, M. B.; AKINYODE, A. Cottonseed hulls: working with a novel fiber source. In: ANNUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPOSIUM, 11., 2000, Gainesville. *Proceedings...* Gainesville: University of Florida, 2000. p. 179-186.
- JENKINS, T. C.; MCGUIRE, M. A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. *Journal of Dairy Science*, Champaign, v. 89, n. 4, p. 1302-1310, 2006.
- LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; PEREIRA, L. G. R.; VALADARES FILHO, S. C.; OLIVEIRA, A. S.; DETMANN, E.; SOUZA, N. K. P.; LIMA, J. C. M. Glicerina bruta na dieta de cordeiros terminados em confinamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v. 45, n. 9, p. 1012-1020, 2010.
- LICITRA, G.; HERNANDEZ, T. M.; VAN SOEST, P. J. Standardization of procedures for nitrogen fractionation of ruminant feeds. *Animal Feed Science and Technology*, Madrid, v. 57, n. 4, p. 347-358, 1996.
- MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P. F.; TOLEDO, P. E. N.; DULLEY, R. D.; OKAWA, H.; PEDROSO, I. A. *Metodologia de custo de produção utilizado pelo IPEA*. Agricultura em São Paulo, São Paulo, v. 23, n. 1, p. 123-139, 1976.
- McMENIMAN, N. P. Methods of estimating intake of grazing animals. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA; SIMPÓSIO SOBRE TÓPICOS ESPECIAIS EM ZOOTECNIA, 34., Juiz de Fora, 1997. *Anais...* Juiz de Fora: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 1997. p. 131-168.
- MERTENS, D. R. Gravimetric determination of amylase treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing in beakers or crucibles: Collaborative study. *Journal of AOAC International*, Gaithersburg, v. 85, n. 6, p. 1217-1240, 2002.
- NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. *Nutrient requirements of beef cattle*. 7th ed. Washington, DC: National Academy Press, 2000.
- PAGGI, R. A.; FAY, J. P.; FERNANDEZ, H. M. Effect of short-chain acids and glycerol on the proteolytic activity of rumen fluid. *Animal Feed Science and Technology*, Madrid, v. 78, n. 3, p. 341-347, 1999.
- PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 87, n. 2, p. 653-657, 2009.
- PYATT, A.; DOANE, P. H.; CECAVA, M. J. Effect of crude glycerin in finishing cattle diets. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 85, n. 1, p. 412, 2007. Supplement.
- RÉMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J. P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. *Animal Feed Science and Technology*, Madrid, v. 41, n. 2, p. 121-132, 1993.
- RODRIGUEZ, N. M.; SALIBA, E. O. S.; GUIMARÃES JÚNIOR, R. Uso de indicadores para estimativa de consumo a pasto e digestibilidade. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006, João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2006. p. 323-352.
- SANTANA JUNIOR, H. A.; FIGUEREDO, M. P.; CARDOSO, E. O.; MENDES, F. B. L.; ABREU FILHO, G.; PINHEIRO, A. A.; VIANA, P. T.; ROSEIRA, J. P. S. Crude glycerin in supplement to primiparous lactating cows grazing on tropical pasture: nutritional and productive characteristics. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 42, n. 2, p. 117-124, 2013.

- SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets of ruminants. Kiel: University of Kiel, 2007. Available at: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc/1/241.htm>>. Accessed at: 11 dez. 2012.
- SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. *Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos*. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2002. 235 p.
- SILVA, F. F.; SÁ, J. F.; SCHIO, A. R.; ÍTAVO, L. C. V.; SILVA, R. R.; MATEUS, R. G. Suplementação a pasto: disponibilidade e qualidade x níveis de suplementação x desempenho. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 38, n. 1, p. 371-389, 2009. Suplemento Especial.
- SILVA, R. R.; PRADO, I. N.; CARVALHO, G. G. P.; SILVA, F. F.; ALMEIDA, V. V. S.; SANTANA JÚNIOR, H. A.; PAIXÃO, M. L.; ABREU FILHO, G. Níveis de suplementação na terminação de novilhos nelore em pastagens: aspectos econômicos. *Revista Brasileira Zootecnia*, Viçosa, v. 39, n. 9, p. 2091-2097, 2010.
- TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: JOUANY, J. P. (Ed.). *Rumen microbial metabolism and ruminant digestion*. Paris: Institut National de la Recherche Agronomique, 1991. p. 151-164.
- THOMPSON, J. C.; HE, B. B. Characterization of crude glycerol from biodiesel production from multiple feedstocks. *Applied Engineering in Agriculture*, Michigan, v. 22, n. 2, p. 261-265, 2006.
- TITGEMEYER, E. C. Design and interpretation of nutrient digestion studies. *Journal of Animal Science*, Champaign, v. 75, n. 8, p. 2235-2247, 1997.
- TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M. A.; REILLY, J. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. *Journal Agricultural of Food Chemistry*, Washington, v. 55, n.17, p. 7043-7051, 2007.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV/ SAEG - Sistema de análises estatísticas e genéticas. Versão 8.0; Viçosa: Editora UFV, 2000. 142 p.
- VALADARES FILHO, S. C.; MORAES, E. H. B. K.; DETMANN, E.; PAULINO, M. F.; VALADARES, R. F. D.; ANDREATTA, K.; MARCONDES, M. I. Perspectivas do uso de indicadores para estimar o consumo individual de bovinos alimentados em grupo. In: SIMPÓSIO DA REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 43., 2006. João Pessoa. *Anais...* João Pessoa: SBZ; UFPB, 2006. p. 291-322.