



**GLICERINA LOIRA EM DIETAS PARA VACAS  
LACTANTES EM PASTEJO**

**ALINE GONÇALVES CRUZ**

**2016**



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

**GLICERINA LOIRA EM DIETAS PARA VACAS**  
**LACTANTES EM PASTEJO**

Autora: Aline Gonçalves Cruz  
Orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Abril de 2016

**ALINE GONÇALVES CRUZ**

**GLICERINA LOIRA EM DIETAS PARA VACAS LACTANTES EM  
PASTEJO**

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

Orientador: Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva  
Coorientador: Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

ITAPETINGA  
BAHIA – BRASIL  
Abril de 2016

636.085 Cruz, Aline Gonçalves.

C96g Glicerina loira em dietas para vacas lactantes em pastejo. / Aline Gonçalves Cruz. – Itapetinga, BA: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 2016.  
66 fl..

Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - UESB - *Campus* de Itapetinga para obtenção do título de Mestre em Zootecnia. Sob a orientação do Prof. D. Sc. Fabiano Ferreira da Silva; co-orientação do Prof. D. Sc. Robério Rodrigues Silva.

1. Vacas lactantes – Dieta – Glicerina loira. 2. Capim *Brachiaria brizantha* – Pastejo – Vacas lactantes. 3. Nutrição animal – Vacas lactantes. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Mestrado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva Fabiano Ferreira da. III. Silva, Robério Rodrigues. IV. Título.

**CDD(21): 636.085**

Catálogo na Fonte:

Cláudia Aparecida de Souza – CRB 1014-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Vacas lactantes : Dieta
2. Capim *Brachiaria brizantha* : Pastejo
3. Nutrição animal : Glicerina loira

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ  
Área de Concentração: Produção de Ruminantes

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

**Título:** "Glicerina loira em dietas para vacas lactantes em pastejo".

**Autor (a):** Aline Gonçalves Cruz

**Orientador (a):** Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva

**Co-orientador (a):** Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE EM ZOOTECNIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: PRODUÇÃO DE RUMINANTES, pela Banca Examinadora:



---

Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva – UESB  
Orientador



---

Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira – UESB



---

Dr. Lucas Teixeira Costa

Data de realização: 14 de abril de 2016.

Se Deus disse que eu posso, então eu posso.

Irei e não temerei mal algum...

**Filipenses 4:13**

Aos meus queridos pais, Manoel Gonçalves de Oliveira e Elinei Oliveira Cruz, pelo apoio incondicional em minha vida e aos meus estudos, pelo amor e incentivo;

À minha irmã, Eliene Gonçalves Cruz, pela torcida, carinho e por acreditar no meu sonho;

Ao meu sobrinho, Otávio Emanuel Gonçalves de Freitas, meu príncipe amado e fonte de alegria;

Ao meu namorado, Guilherme Martins Ferreira, pelo amor, amizade e companheirismo nessa jornada;

Aos anjos da minha vida, Kátia e Raquel, pela amizade verdadeira;

A todos os meus familiares e amigos.

**DEDICO...**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, por todas as bênçãos a mim concedidas, e por todas que ainda virão.  
Por me dar forças para seguir em frente a cada dia sem vacilar, em busca dos meus sonhos;

Aos meus pais Manoel Gonçalves de Oliveira e Elinei Oliveira Cruz, pela formação do meu caráter, pelo amor e apoio incondicional em todos os momentos da minha vida, por serem meu exemplo de luta, sem vocês eu não teria chegado até aqui, meu tudo, amo vocês;

À minha querida irmã Eliene Gonçalves Cruz, ao meu querido sobrinho Otávio Emanuel Gonçalves de Freitas e ao meu namorado Guilherme Martins Ferreira, pelo amor, carinho e torcida. Que mesmo distantes me apoiam e me ajudam a vencer cada dificuldade;

Ao meu colega de grupo de pesquisa e amigo, Eli Santana, por todos ensinamentos, ajuda, apoio e paciência durante o experimento de campo, análises laboratoriais e toda construção deste trabalho. Deus te abençoe por tudo meu querido, sua ajuda foi essencial.

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – Campus Itapetinga e ao Programa de Pós-Graduação em Zootecnia da UESB, pela oportunidade de realizar este curso;

Ao professor orientador, D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva, pela oportunidade, pela confiança na realização deste trabalho, disponibilizando sua propriedade para a realização do experimento, pelos ensinamentos, momentos de alegria e por se mostrar sempre acessível e solícito;

Aos meus coorientadores, D.Sc. Robério Rodrigues Silva e D.Sc. Fábio Andrade Teixeira, pela orientação e incentivo profissional;

À banca de defesa, por aceitarem o convite em participar do aperfeiçoamento desse estudo;

A todos os professores do programa, pela contribuição ao meu crescimento profissional;

Aos funcionários da UESB, em especial, às secretárias Raquel e Roberta, e aos motoristas: Zezão, Wendel, Cláudio e Manoel e ao senhor José Cardoso, pela competência, ajuda e colaboração, sempre que solicitados;



À CAPES- Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior, pela concessão da bolsa;

À FAPESB- Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pela concessão do auxílio dissertação;

Aos funcionários e amigos da Fazenda Valeu Boi: Romildo, Dalva, Leila, Rian, Gabriel, Rodrigo, Paulo e Ney, cuja ajuda foi essencial na condução da fase de campo;

À minha companheira de república e de grupo de pesquisa, minha irmã Lohanne (Loh), pela convivência, amizade, força nos momentos que mais precisei e ajuda no experimento;

À minha colega de grupo de pesquisa, Leidiane, e à Poli, pela ajuda no início nessa caminhada;

Aos colegas do grupo de pesquisa, pela ajuda, colaboração e tantas gargalhadas compartilhadas durante esse tempo de convivência: Antônio, Alex, Gonçalo (Gonça), Edvaldo e, em especial, Murilo (Gedas) e Dicastro, pela paciência e ensinamentos em meus momentos de desespero com a escrita da dissertação (*valeu brothers!*);

Ao pessoal da graduação, por toda ajuda durante a fase de campo e laboratório: Wendel (Cria), Luan, Agnaldo (Perna), Bismarck (Nego Biu), Andressa, Thaty, Jemima (Mima), Ingrid (Dinha), Gleyse, Maicon, Danrlei, Andrey, Abias, Nadjane, Érica, Rosy, Erick, Larisse, Joane, Karine e George (Geo);

Ao amigo José Queiroz (Zé), pela paciência e auxílio na realização das análises bromatológicas;

A todos os meus familiares e amigos que acreditaram nesse sonho, em especial, às minhas queridas amigas: Kátia, Raquel, Rosana, Irineide e Ruth;

Aos amigos de pós-graduação: Claudio, Weiber, Daniella, Flor, por estarem sempre presentes e por acreditarem nessa conquista, e em especial, Laize, pelo carinho, todo apoio e ajuda na realização da parte escrita;

A todos os colegas da pós-graduação;

Enfim, a todos que participaram, direta ou indiretamente, deste trabalho;

**Meus sinceros agradecimentos.**

## **BIOGRAFIA**

ALINE GONÇALVES CRUZ, filha de Manoel Gonçalves de Oliveira e Elinei Oliveira Cruz, nasceu em 16 de junho de 1988, em Bom Jesus de Goiás – Goiás.

Em 2008, iniciou o curso de graduação em Zootecnia, na Universidade Estadual de Montes Claros – UNIMONTES, campus de Janaúba- MG e finalizando o mesmo 2013.2.

Em 2014.1, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia, em nível de Mestrado, área de concentração: Produção de Ruminantes, pela Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia- UESB.

Em abril de 2016, defendeu a presente dissertação.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
LISTA DE TABELAS.....	viii
RESUMO.....	x
ABSTRACT.....	xi
I – REFERENCIAL TEÓRICO.....	01
1 INTRODUÇÃO.....	01
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	02
2.1 Produção de leite a pasto.....	02
2.2 Glicerina.....	04
2.3 Glicerina na dieta de ruminantes.....	05
2.4 Características do comportamento ingestivo de bovinos.....	08
2.5 Balanço de nitrogênio e produção de proteína microbiana.....	09
3 REFERÊNCIAS.....	12
II – OBJETIVO GERAL.....	18
III – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	18
IV – MATERIAL E MÉTODOS.....	19
V – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
VI – CONCLUSÕES.....	48
VII – REFERÊNCIAS.....	49

## LISTA DE TABELAS

		Página
TABELA 1.	Temperaturas média, máxima e mínima e precipitação pluviométrica total por mês, observadas durante a fase experimental.....	19
TABELA 2.	Proporções de ingredientes das dietas com base na matéria seca para vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de glicerina .....	20
TABELA 3.	Composição químico-bromatológica da <i>Brachiaria brizantha</i> e das dietas.....	21
TABELA 4.	Composição química da glicerina loira.....	22
TABELA 5.	Disponibilidade e oferta de forragem referentes aos períodos experimentais.....	23
TABELA 6.	Preço médio de venda dos produtos utilizados no experimento.....	27
TABELA 7.	Preços dos insumos e serviços utilizados no experimento.....	28
TABELA 8.	Preços dos ingredientes dos concentrados utilizados no experimento.....	28
TABELA 9.	Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos, animais e terra, quantidades utilizadas no experimento e seu valor total.....	29
TABELA 10.	Consumo de nutrientes de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	31
TABELA 11.	Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, em vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	33
TABELA 12.	Desempenho de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	34
TABELA 13.	Composição do leite de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	35
TABELA 14.	Tempo total gasto nas atividades de pastejo, ruminação, cocho e ócio, de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	36
TABELA 15.	Parâmetros de eficiência alimentar e mastigação merérica de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	38
TABELA 16.	Números de períodos e tempo de duração das atividades comportamentais de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	39
TABELA 17.	Balanço de compostos nitrogenados de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	40

TABELA 18.	Volume urinário, excreções de derivados de purina, produção de proteína microbiana e eficiência microbiana de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta.....	42
TABELA 19.	Renda bruta, custo operacional efetivo, custo operacional total, custo total e lucro por vaca por dia.....	45
TABELA 20.	Taxa interna de retorno (TIR) mensal e valor presente líquido (VPL) para taxas de retorno de 6, 10 e 12%, respectivamente, para um ano.....	47

## RESUMO

CRUZ, A.G. **Glicerina loira em dietas para vacas lactantes em pastejo**. Itapetinga, BA: UESB, 2016, 66p. Dissertação. (Mestrado em Zootecnia, Área de Concentração em Produção de Ruminantes).\*

Objetivou-se avaliar diferentes níveis de inclusão de glicerina loira em dietas para vacas lactantes em pastejo de capim *Brachiaria brizantha* e suas implicações sobre o consumo, a digestibilidade dos nutrientes, o desempenho, a composição do leite, o balanço de compostos nitrogenados, a síntese de proteína microbiana, o comportamento ingestivo e a viabilidade econômica. Foram utilizadas 8 vacas mestiças Holandês x Zebu (grau de sangue variando de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de sangue Holandês), de terceira a quinta lactação, com média de produção de 20 kg de leite, distribuídas em 2 Quadrados Latinos 4 x 4, nos seguintes tratamentos: controle (sem inclusão de glicerina); inclusão de 7; 14 e 21% de glicerina na matéria seca da dieta. O uso da glicerina influenciou negativamente o consumo de matéria seca, proteína bruta, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais, que teve efeito linear decrescente. O consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína apresentou efeito linear crescente e não houve efeito das dietas sobre o consumo de extrato etéreo. A digestibilidade dos carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais apresentou efeito linear negativo com o acréscimo de glicerina na dieta. A digestibilidade dos demais nutrientes não foi influenciada pelas dietas testadas. A produção de leite e produção corrigida para 3,5% de gordura comportou-se de forma quadrática, pontos de máximo de 3,7 e 7,2% de glicerina, respectivamente. A variação do peso corporal também apresentou o mesmo efeito, no entanto, com ponto de mínimo de 13,09%. Não houve diferença entre os tratamentos utilizados para a composição do leite. Os tempos gastos nas atividades de pastejo, ruminação, ócio e cocho não foram influenciados pelos níveis de inclusão da glicerina na dieta. O balanço de compostos nitrogenados apresentou efeito linear decrescente para o N (nitrogênio) ingerido (g/dia) e o N digerido (g/dia). Não houve efeito do uso da glicerina sobre o N retido (g/dia), N retido (% N ingerido), N retido (%N digerido) e N digerido (%N ing.). Não houve efeito sobre o nitrogênio presente nas fezes, leite e urina. Não foi observado efeito sobre a produção de proteína microbiana, por outro lado, a eficiência da síntese de proteína microbiana apresentou efeito linear crescente. Avaliando a análise econômica, foram obtidos valores positivos para as variáveis analisadas. Recomenda-se a inclusão de até 5,45% de glicerina loira em dietas para vacas lactantes em pastejo, pois até esse nível o desempenho produtivo dos animais não foi prejudicado.

**Palavras-chave:** comportamento, consumo, desempenho, produção microbiana.

---

\*Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc., UESB e Co-orientador: Robério Rodrigues Silva

## ABSTRACT

CRUZ, A.G. **Glycerin blonde in diets for lactating cows grazing.** Itapetinga, BA: UESB, 2016, 66p. Dissertation. (Master of Animal Science, Area of Concentration in Ruminant Production). \*

This study aimed to evaluate different glycerin inclusion levels blonde in diets for lactating cows grass grazing *Brachiaria* and its implications on intake, digestibility, performance, milk composition, nitrogenous compounds, synthesis microbial protein, feeding behavior and economic viability. We used 8 crossbred Holstein cows x Zebu (degree of blood ranging from  $\frac{1}{2}$  to Dutch blood  $\frac{3}{4}$ ), the third to fifth lactation, with average production of 20 kg of milk distributed in two Latin squares 4 x 4, the following treatments : control (not including glycerine); Inclusion 7; 14:21% glycerine in dry diet. The use of glycerin adversely affect the intake of dry matter, crude protein, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients, which had a decreasing linear effect. fiber consumption neutral detergent corrected for ash and protein showed increasing linear effect and there was no effect of diet on the consumption of ether extract. The digestibility of non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients showed a negative linear effect with glycerin in the diet increased. The digestibility of other nutrients was not influenced by the diets tested. Milk production and production corrected to 3.5% fat behaved in a quadratic form with maximum points 3.7 and 7.2% glycerin, respectively. The change in body weight also showed the same effect, however, with a minimum of 13.09% point. There was no difference between treatments for milk composition. The time spent in grazing activities, rumination and trough were not affected by the glycerin inclusion levels in the diet. The nitrogenous compounds showed decreasing linear effect for N (nitrogen) intake (g / day) and digested N (g / day). No effect of the use of glycerin N retained (g / day) N retained (% N intake) N retained (% N digested) and digested N (% N Ing.). There was no effect on the nitrogen present in the faeces, milk and urine. There was no effect on the production of microbial protein, on the other hand, the efficiency of microbial protein synthesis showed a linear increase. Assessing the economic analysis was obtained positive values for the variables. It is recommended to include up to 5.45% of blond glycerin in diets for lactating cows grazing, because up to that level the productive performance of the animals were not affected.

**Keyword:** behavior, consumption, performance, microbial production

---

\* Advisor: Fabiano Ferreira da Silva, D.Sc., UESB and Co-supervisor: Robério Rodrigues Silva

# I REFERENCIAL TEÓRICO

## 1 INTRODUÇÃO

A pecuária de leite em sistemas de pastejo é cada vez mais crescente no Brasil, por ser um país com ampla extensão territorial e apresentar um clima tipicamente tropical, visto que é um sistema de criação que diminui gastos com a alimentação, que é a parte mais onerosa da atividade leiteira.

Devido à sazonalidade climática e o manejo incorreto das pastagens por parte dos produtores, as mesmas não conseguem suprir as necessidades nutricionais dos animais apenas com o consumo de pasto, afetando negativamente o seu desempenho e produtividade. Nesse contexto, torna-se necessário o uso da suplementação na dieta de vacas lactantes, para que possam expressar ao máximo seu potencial produtivo. Levando-se em consideração que o concentrado é a parte mais cara de uma dieta animal, torna-se interessante a avaliação da utilização de coprodutos da agroindústria em substituição aos alimentos convencionais, tais como milho e soja.

O Brasil está entre os maiores produtores e consumidores de biodiesel do mundo, com uma produção anual, em 2013, de 2,9 bilhões de litros e uma capacidade instalada, no mesmo ano, para cerca de 7,9 bilhões de litros (ANP, 2016). A fabricação do biodiesel a partir de óleos vegetais gera como principal coproduto a glicerina bruta que, ao passar por um tratamento ácido para retirada de catalisadores e ácidos graxos, passa a ser chamada de glicerina loira, esta deve conter um teor de glicerol acima de 80%. Nos últimos anos, seu uso vem sendo estudado na alimentação de ruminantes em substituição ao milho, por apresentar em sua composição o glicerol, componente que torna a glicerina um alimento energético.

Contudo, mais resultados de pesquisa são necessários para elucidar o uso da glicerina na dieta de ruminantes, sem que esta venha a comprometer o desempenho e produção animal, visto que seria uma alternativa viável de aproveitamento desse coproduto, buscando uma forma de descarte sem comprometer o meio ambiente e ainda, diminuir custos com o uso de concentrado na dieta de vacas lactantes.



## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Produção de leite a pasto

É notório o crescimento da pecuária de leite no Brasil. Essa atividade, que começou com características extrativistas (Viana & Rinaldi, 2010), atualmente ocupa posição de destaque no cenário econômico nacional, sendo um dos principais do agronegócio brasileiro. O Brasil é o quinto país no ranking mundial, apresentando uma produção de 35,17 bilhões de litros de leite, além de possuir um dos maiores rebanhos do mundo, segundo dados do IBGE(2014).

O rebanho leiteiro brasileiro é composto em sua maioria por vacas mestiças, em torno de 74% (Vilela, 2003). A alternativa em se utilizar vacas mestiças deve-se a várias razões, tais como: boa opção para o regime em pastejo, pois possuem uma maior rusticidade, o que as fazem suportar maiores variações no ambiente e nos sistemas de manejos; maior longevidade, além de apresentar baixo custo de produção, quando se compara a sistemas com uso de animais puros (Vasconcelos et al., 2003).

O aumento da produtividade leiteira tem sido um dos principais objetivos de produtores especializados e nutricionistas, pois depende de fatores genéticos, sanitários, ambientais e nutricionais. Nesse sentido, o correto manejo nutricional é importante para que os animais expressem seu máximo potencial, aumentando a resposta produtiva por unidade de uso de nutrientes (Lana, 2007).

Atualmente, nota-se tendência para produção de leite a pasto, objetivando a diminuição dos custos de produção, devido principalmente ao elevado preço do concentrado (Deresz, 2001). Estimativas admitem que 80% a 90% das áreas de pastagens no país são constituídas por capins do gênero *Brachiaria*, e que a *B. decumbens* ocupa mais de 50% do total formado por essas gramíneas (Boddey et al., 2004).

Considerando que a alimentação com mistura de concentrados seja o principal custo de produção, a maneira de aumentar a rentabilidade do produtor estaria relacionada à utilização adequada dos recursos de baixo custo disponíveis, como a pastagem. O “conceito-chave” seria o pastejo em substituição aos custos com combustível, máquinas e equipamentos, utilizados no processo de colheita da forragem. O benefício imediato é de caráter econômico, com redução nos custos de produção de

leite. Além disso, os investimentos em instalações, especialmente aquelas destinadas ao abrigo dos animais e maquinários, são menores, quando se comparam sistemas a pasto com aqueles em confinamento (Matos, 2002).

A produção animal em pastagem depende de fatores relacionados à planta e ao animal, portanto, a quantidade e a forma como a forragem é fornecida ao animal determina diferentes respostas no consumo e desempenho. Essas respostas podem ser obtidas com diferentes estratégias de pastejo, sendo utilizadas de acordo com a estrutura da pastagem (Carvalho et al., 2001). O consumo de forragem por animais em pastejo é influenciado por três grupos de fatores: os que afetam o processo de digestão, os que afetam o processo de ingestão e aqueles que afetam os requerimentos nutricionais e a demanda por nutrientes (Berchielli et al., 2006).

Um dos objetivos básicos de todo sistema de produção de bovinos em pastagem é suprir as necessidades nutricionais dos animais durante todo o ano, mantendo uma oferta permanente de alimento em quantidade e qualidade suficientes, para obter ótima resposta produtiva por parte dos animais. Todavia, nas condições de pastagem, existem grandes variações na produção de matéria seca e na qualidade da pastagem, afetando negativamente a produtividade animal e promovendo alterações no seu comportamento (Patiño Pardo et al., 2003).

As pastagens tropicais, quando bem manejadas, são capazes de sustentar níveis satisfatórios de produção de leite e carne, sobretudo nas épocas mais favoráveis do ano, suprimindo as necessidades de energia, proteína, minerais e vitaminas essenciais para produção animal (Gomide et al., 2001).

Em regime de alimentação em pastagens, a produção de leite por área e por vaca relaciona-se, respectivamente, com a capacidade de suporte e o valor nutritivo do pasto. A capacidade de suporte da pastagem está condicionada aos fatores de clima, solo, manejo e adaptação da espécie forrageira ao pastejo. O valor nutritivo da forragem, por sua vez, é avaliado pela sua digestibilidade e pelos seus teores de proteína bruta e de parede celular, características estreitamente relacionadas com o consumo de matéria seca. De acordo Van Soest (1965), o teor de FDN é o fator mais limitante do consumo de volumosos, sendo que os valores dos constituintes da parede celular superiores a 55-60% na matéria seca correlacionam-se de forma negativa com o consumo de forragem.

Os bovinos possuem a habilidade de selecionar a dieta a partir da forragem disponível, sendo que a prioridade é para as folhas mais novas, as quais possuem maior valor nutritivo, seguida das folhas dos estratos inferiores e do colmo. O pastejo seletivo

permite ao ruminante compensar o baixo valor nutritivo da forragem disponível, por possibilitar o pastejo das partes mais nutritivas da planta (Stobbs, 1978).

Médias semelhantes de produção de leite a pasto foram encontradas em diferentes estudos. Gomide et al. (2001) encontraram média de 11 kg de leite/vaca/dia, trabalhando com vacas mestiças em pastagem adubada de *Brachiaria decumbens* e recebendo 2 kg de concentrado cada.

Vacas mestiças pastejando duas forrageiras tropicais adubadas e irrigadas, o capim-elefante e o capim-tanzânia, e recebendo 4 kg de concentrado cada tiveram médias de 10,4 e 10,7 kg de leite/vaca/dia, respectivamente (Santos et al., 2005). Enquanto Silva et al. (2009), ao avaliar a inclusão de 0; 1; 3 e 5 kg de concentrado na dieta de vacas mestiças em pastagem de capim-elefante, encontraram média de 12 kg de leite, sendo que os autores justificam que os animais tiveram uma resposta baixa à suplementação, de 0,63 a 0,22 kg de leite/kg de concentrado.

## 2.2 Glicerina

A glicerina é o principal coproduto da indústria do biodiesel. Ela é resultado da reação de transesterificação do óleo vegetal ou gordura de origem animal, quando em contato com um álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (podendo ser ácido, básico ou biológico) (Plá, 2002). Após a reação e, por diferença de densidade, ocorre a precipitação da glicerina, permitindo a retirada do biodiesel (Souza, 2006). Assim, o termo glicerina refere-se ao glicerol na forma comercial, com pureza acima de 95%, sendo conhecida como 1,2,3 propanotriol (Iupac, 1993). O glicerol descoberto por Scheele em 1779 é um composto orgânico pertencente à função química álcool. É líquido à temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado. Sua temperatura de fusão é de 17,8°C e decomposto à 290°C, sendo miscível em água e álcool (Pachauri & He, 2006).

O glicerol está presente em óleos e gorduras de origem animal e vegetal, ligado de forma combinada aos ácidos graxos, tais como o ácido esteárico, oleico, palmítico e láurico para formar a molécula de triacilglicerol (Leningher, 1980). Com relação à quantidade de glicerina bruta produzida como produto no processo de obtenção do biodiesel, Carvalho et al. (2011) relatam que sua produção corresponde a, aproximadamente, 10% do volume total de biodiesel.

A glicerina bruta é definida como a glicerina separada do biodiesel, sem sofrer qualquer tipo de purificação, apresenta-se na forma de líquido viscoso pardo escuro. As características físicas, químicas e nutricionais do glicerol bruto dependem do tipo de ácido graxo (gordura animal ou óleo vegetal) e do tipo de catálise empregada na produção de biodiesel (Rivaldi et al., 2007). A chamada glicerina loira é normalmente utilizada para designar a glicerina oriunda dos processos de produção de biodiesel, na qual a fase glicerínica sofreu tratamento ácido para neutralização do catalisador e remoção de ácidos graxos eventualmente formados no processo. Em geral, essa glicerina contém cerca de 80% de glicerol, além de água, álcool e sais dissolvidos (Veronese et al., 2009), e apresenta coloração mais clara que a glicerina bruta.

O processo de purificação consiste na retirada das impurezas, como água, catalizadores, ácidos graxos e metanol. Como este processo de purificação é de elevado custo, uma das formas de utilização deste coproduto é na alimentação animal, pelo seu menor custo, disponibilidade no mercado e por apresentar alto valor energético, podendo substituir os concentrados energéticos, diminuindo os custos, sem prejudicar o desempenho dos animais (Pellegrin et al., 2012).

As principais formas de uso da glicerina são: na indústria química para síntese de resinas e ésteres (18%), na indústria farmacêutica (7%), em cosméticos (40%), uso alimentício como umectante e conservante, no preparo de molho para salada, coberturas de doces e sobremesas geladas (24%) e outros (11%). Porém, o excesso de produção de glicerina do biodiesel excederá a atual capacidade de utilização das indústrias químicas e farmacêuticas nos próximos anos (Donkin, 2008), no entanto, esse problema pode ser sanado através da utilização desse coproduto na alimentação de ruminantes.

### **2.3 Glicerina da alimentação de ruminantes**

De acordo com Serrano (2011), os nutricionistas de ruminantes têm demonstrado interesse em pesquisar os produtos derivados da indústria do biodiesel, especialmente da glicerina. De maneira geral, pode-se dizer que os resultados têm sido positivos. Todavia, há informações pouco consistentes e contraditórias, o que, em parte, pode ser explicado pela falta de padronização do produto comercial. No entanto, grandes esforços vêm sendo feitos nas indústrias de biodiesel com o intuito de padronizar a produção de glicerina bruta, procurando formas mais puras e com benefícios para os produtores num futuro próximo.

Segundo a *Food and Drug Administration* (FDA, 21 C.F.R. 582.1320, 2006), a glicerina é de uso seguro e reconhecido na alimentação animal, desde que o seu teor de metanol não ultrapasse 150 mg/kg. Porém, Lage et al. (2010) relatam que o risco à saúde, associado ao consumo de metanol, decorrente da inclusão de glicerina bruta na dieta não é esperado em animais ruminantes, pois o metanol é naturalmente produzido no rúmen como resultado da fermentação da pectina.

Dentre os alimentos alternativos para alimentação animal, o glicerol vem se tornando uma alternativa promissora, sendo alvo de estudos, devido à sua similaridade energética com o milho (Donkin, 2008). A utilização do glicerol na alimentação de bovinos é conhecida desde a década de 1950 como agente medicamentoso, preventivo da cetose em vacas lactantes, devido às suas características gliconeogênicas, tendo, assim, a maior parte dos estudos baseados principalmente no acréscimo de pequenas quantidades na ração (Chung et al., 2007; Defrain et al., 2004).

O glicerol é um componente do metabolismo normal dos animais, sendo encontrado na circulação e nas células. Parte deste glicerol pode ser fermentado a propionato no rúmen, metabolizado no ciclo de Krebs e pode ser utilizado para a formação de glicose pela via gliconeogênica, confirmando, assim, o potencial da glicerina como substrato gliconeogênico para ruminantes (Krehbiel, 2008). Dentro do rúmen, o glicerol pode seguir duas rotas metabólicas: a primeira envolve a absorção direta pelo epitélio da parede ruminal e, a segunda, a fermentação em ácidos graxos voláteis (AGV) pelas bactérias ruminais, principalmente o ácido propiônico (Donkin, 2008).

No fígado, o destino do glicerol absorvido é a oxidação pela via glicolítica, com necessidade da enzima glicerol quinase (Lin, 1977). Entretanto, quando há alta demanda de glicose, como no caso de vacas em lactação, o destino do glicerol passa a ser a gliconeogênese, juntamente com o propionato (Donkin et al., 2009). A fosforilação do glicerol é um passo inicial na síntese de glicose, triglicerídeos ou oxidação completa a CO<sub>2</sub>. A glicerol-quinase é encontrada no fígado e nos rins, mas também no cérebro, adipócitos e músculos esquelético e cardíaco (Rahib et al., 2009).

O propionato é um precursor de ácidos graxos com número ímpar de carbonos e é precursor da glicose metabólica em ruminantes, de modo que, com o uso da glicerina, poderá ser reduzida a inclusão de altas quantidades de concentrado na dieta, que poderiam prejudicar o desempenho do animal, gerando redução no pH ruminal e favorecendo distúrbios como a acidose e laminite, sem diminuir o aporte de substâncias

gliconeogênicas (Palmquist & Beaulieu, 1993). Segundo Trabue et al. (2007), o fornecimento de glicerina bruta também tende a reduzir a quantidade disponível de carbono e de hidrogênio ruminal para produção de gás metano, pela redução da produção de acetato, com conseqüente melhoria na eficiência de utilização da energia pelo animal.

Kristensen & Raun (2007), ao avaliarem a absorção e metabolismo do glicerol pelo fígado em vacas recebendo diariamente 0,95 kg de glicerina (85% de glicerol), via cânula ruminal, verificaram que apenas 10% do glicerol administrado foi recuperado como glicerol na veia porta, e que quase todo o glicerol absorvido foi tomado pelo fígado, provavelmente, sendo convertido em glicose. Os autores sugeriam que o restante do glicerol que não foi recuperado na veia porta pode ter sido fermentado no rúmen. Embora existam evidências de que o glicerol pode deixar o rúmen por diversas vias e, dependendo da dose diária recebida, apresentar alteração nas proporções em cada uma delas. Krehbiel (2008) comprovou que 13% do glicerol deixa o rúmen por passagem com a digesta, 44% por fermentação e 43% por absorção pela parede ruminal.

Wang et al. (2009), em estudo avaliando os efeitos da inclusão crescente de glicerol sobre a fermentação ruminal e a digestibilidade, utilizando 8 novilhas distribuídas nos tratamentos sem glicerol, 100, 200 e 300 g de glicerol/cabeça/dia, observaram que o glicerol aumenta a produção de propionato, além de melhorar a digestibilidade dos alimentos, e que a inclusão ótima de glicerol foi de 200g de glicerol/cabeça/ dia, o que foi equivalente a 2% de inclusão na dieta.

DeFrain et al. (2004) avaliaram a suplementação de glicerina bruta por 21 dias antes e 21 dias pós-parto, com as seguintes dietas: controle (0,86 kg/dia de amido de milho), baixa glicerina (0,43 kg/dia de glicerina bruta e 0,43 kg/dia de amido de milho) ou alta glicerina (0,86 kg/dia de glicerina bruta). Os autores relataram que a glicerina foi depressora de consumo, induziu menor teor de glicose plasmática e aumentou a concentração ruminal de butirato comparativamente ao amido de milho.

Ao avaliar a inclusão dos níveis de glicerina (0; 2,8; 6,1 e 9% na base da matéria seca total da dieta) na suplementação de novilhas em pastagens, Farias et al. (2012) observaram que não houve influência sobre o consumo e digestibilidade da matéria seca (MS), porém, ocorreu redução no ganho de peso, de acordo com o aumento da glicerina.

Ao conduzir estudo adicionando até 10% de glicerina na MS da dieta em substituição aos grãos, Drackley et al. (1992) verificaram que a glicerina é um ingrediente em potencial para vacas em lactação (principalmente no pico da lactação),

pois contém praticamente o mesmo teor de energia na MS que o milho e essa substituição não causou impactos sobre a produção e qualidade do leite.

Em estudo avaliando dietas para vacas Holandesas em fase final de lactação, com inclusão de glicerina bruta em substituição ao milho moído no concentrado, nos níveis de 0; 33,3; 66,6 e 100% na base da matéria seca total, e sendo o volumoso a silagem de milho, Pimentel et al. (2014) concluíram que as dietas não influenciaram o consumo de MS, produção de leite (média de 15 kg) e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura, não havendo diferença entre os níveis de inclusão.

## **2.4 Características do comportamento ingestivo dos bovinos**

As variáveis comportamentais podem ser utilizadas para nortear a avaliação da dieta. Assim, o conhecimento do comportamento ingestivo dos animais, de acordo com a dieta fornecida, é de grande importância para avaliação de seu desempenho produtivo (Missio et al., 2010). De acordo com Carvalho & Moraes (2005), o comportamento ingestivo transmite sinais sobre a oferta e qualidade da pastagem e, com isso, torna-se uma ferramenta de gestão do animal no pasto. Segundo Carvalho et al. (2004), o conhecimento da composição dos coprodutos do biodiesel é fundamental para elaboração das dietas, bem como para esclarecer a redução no consumo que, na maioria das vezes, é comum em dietas compostas de coprodutos.

O estudo do comportamento ingestivo sob o sistema de produção a pasto é uma ferramenta imprescindível para ampliação e suporte à pesquisa e possibilitam ajustar o manejo e as necessidades nutricionais dos animais, melhorando o desempenho zootécnico e mantendo uma oferta permanente de alimento em quantidade e qualidade suficiente, para que possa obter o máximo de eficiência produtiva por parte dos animais. Todavia, nas condições de pastagem, existem variações de produção de matéria seca e principalmente de qualidade nutricional durante o ano, afetando de forma negativa os animais e, com isso, promovendo alterações no seu comportamento ingestivo, conseqüentemente, afetando o seu desempenho e a rentabilidade do sistema (Patiño Pardo et al., 2003).

A oferta de uma forragem de baixa qualidade faz com que o animal se torne mais seletivo, permitindo a ingestão de partes mais nutritivas das plantas (folhas), e de certa forma compensando o déficit nutricional (Marques et al., 2013). Contudo, com a seletividade, ocorre aumento no tempo total de pastejo. De acordo com Baggio et al.

(2009), o comportamento dos animais em pastejo pode prever as condições nas quais se encontram as pastagens, e que, de certa forma, essas informações nos orientam quanto ao manejo do pasto e em relação ao bem-estar animal.

Segundo Albright (1993), alguns exemplos práticos são a localização ideal do sistema de fornecimento de água, localização dos cochos, o acesso mais fácil à ração, o dimensionamento ideal para as instalações e equipamentos, para uma menor competição entre os animais por espaço, a disponibilidade e localização das sombras e abrigos, propiciando ao animal conforto térmico mais adequado ao seu bem-estar.

Para Dado & Allen (1995), variações no comportamento ingestivo podem ser avaliadas nos tempos despendidos com alimentação, ruminação e ócio. De acordo com Silva et al. (2002), para que haja uma boa mensuração dos dados e eles sejam confiáveis, é necessária a utilização de uma metodologia que mais se adéque às condições do estudo, visto que o fator de maior impacto é o intervalo de observação. A escala do intervalo de tempo que irá utilizar é essencial para obter uma boa confiabilidade dos resultados obtidos.

## **2.5 Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana**

O balanço de nitrogênio é considerado uma ferramenta importante, que determina a eficiência de utilização do nitrogênio pelos ruminantes e suas perdas para o ambiente (Mendes et al. 2007). Silva (2010) afirma que, em estudos de nutrição animal, nos quais o foco da pesquisa é a proteína dietética, o balanço de nitrogênio é importante, pois permite quantificar a retenção de nitrogênio no organismo animal, por meio da diferença entre o nitrogênio ingerido e o excretado nas fezes e na urina, indicando a perda ou o ganho de proteína pelos animais. Dessa forma, torna-se indispensável o uso de dietas balanceadas, a fim de atender às necessidades nutricionais dos ruminantes.

É sabido que a proteína é um dos ingredientes mais caros da dieta e o custo de alimentação é altamente dependente da eficiência de sua utilização. Dessa maneira, tem-se buscado encontrar o ponto de máxima utilização, adicionando-se compostos nitrogenados não proteicos, visando à redução dos custos de produção e diminuição das perdas desses compostos via urina e fezes (Russell et al.,1992). Além disso, deve-se levar em conta que a deficiência de proteína na dieta tende a limitar o crescimento microbiano, reduzindo a digestibilidade da parede celular, o consumo e consequentemente o desempenho animal (Van Soest, 1994).



Animais mantidos em pastagens de gramíneas tropicais, onde são observadas elevadas porções de compostos nitrogenados insolúveis em detergente neutro, os quais, por serem de lenta e incompleta degradação, podem sofrer carência de compostos nitrogenados para os microrganismos ruminais, limitando a produção de proteína microbiana, a degradação dos compostos fibrosos e, conseqüentemente, o desempenho animal (Costa et al., 2011).

A avaliação do balanço de nitrogênio no animal e da concentração de ureia no soro e na urina permite a obtenção de informações a respeito da nutrição proteica dos ruminantes, o que pode ser importante para evitar prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais, decorrentes do fornecimento de quantidades excessivas de proteína ou da inadequada sincronia energia-proteína no rúmen (Pessoa et al., 2009).

Em vacas lactantes, as concentrações de nitrogênio no leite estão altamente correlacionadas às concentrações plasmáticas (Valadares et al., 1999). O excesso de nitrogênio não proteico (NNP), acima dos valores basais, aumenta a excreção de ureia pela urina, sugerindo desperdício de proteína dietética (Pina et al., 2006).

De acordo com Pereira et al. (2007), a proteína bruta microbiana sintetizada no rúmen, a proteína não degradada no rúmen (PNDR) e, em menor proporção, a proteína endógena, contribuem para o aporte de aminoácidos que serão absorvidos no intestino delgado. Segundo Amorim (2013), a quantidade total de proteína que chega ao intestino delgado depende da disponibilidade de nutrientes e da eficiência de utilização desses nutrientes por bactérias do rúmen. Logo, a sincronização na utilização da energia e proteína dietética pelos microrganismos do rúmen tem sido preconizada como uma forma de melhorar a fermentação ruminal e otimizar o aproveitamento da amônia produzida e a síntese de proteína microbiana (Martins, 2013).

A quantidade e a qualidade dos aminoácidos absorvidos no intestino delgado em bovinos podem limitar o potencial produtivo do animal leiteiro (Nousiainen et al., 2004). Em vacas lactantes criadas a pasto, torna-se difícil o ajuste da ingestão de proteína e energia, pois ocorre a seleção da dieta pelo animal, na qual, muitas vezes, os alimentos analisados não são completamente representativos dos alimentos realmente consumidos.

A ureia constitui a principal forma pela qual os compostos nitrogenados são eliminados pelos mamíferos (Russell et al., 1992). De modo geral, a proteína dietética é largamente degradada no rúmen, com conseqüente produção de amônia, à qual, em sua maior parte, é incorporada pelos microrganismos na forma de proteína microbiana

(Kozlosk, 2009). Em casos de deficiência energética e excesso de proteínas degradáveis, a taxa de produção de amônia supera a sua utilização pelos microrganismos ruminais, observando-se um aumento em sua concentração no rúmen, com consequente incremento na excreção de ureia, crescente gasto energético para síntese de ureia, havendo, assim, perda do valor biológico das proteínas (Huntington & Archibeque, 1999).

Pereira et al. (2007) afirmam que, para a quantificação da excreção do nitrogênio por meio da urina e fezes, há necessidade do conhecimento do volume urinário diário e da produção de matéria fecal. Para isso, o volume urinário pode ser obtido por meio de coleta total de urina (Chen & Gomes, 1992), ou através da coleta “spot” de urina, que consiste numa única amostragem de urina, geralmente quatro horas após o fornecimento de alimentos aos animais. Na coleta “spot”, o volume urinário é calculado, dividindo-se a excreção diária de creatinina por sua concentração na amostra de urina, visto que a excreção de creatinina é constante e não é influenciada por tratamentos experimentais (Valadares et al., 1999). A estimativa da produção de matéria seca fecal pode ser feita, quando possível, através da coleta total de fezes, ou ainda através do uso de marcadores internos.

A excreção urinária de derivados de purinas pelos ruminantes pode ser usada para estimar o fluxo intestinal de proteína microbiana, uma vez que a excreção endógena de derivados de purina e a relação quantitativa entre a excreção de derivados de purina e a absorção de purina tenham sido previamente determinadas (Chen & Gomes, 1992).

Contudo, o balanço dos compostos nitrogenados permite quantificar a utilização do N-metabólico e relacioná-lo com a dieta oferecida aos animais (Tosto et al., 2006). Além disso, possibilita a avaliação do estado nutricional dos ruminantes, por meio dos produtos absorvidos e da extensão das perdas excretadas, o que poderá ter reflexo na sua resposta produtiva (Pereira et al., 2007).

### 3REFERÊNCIAS

ALBRIGHT, J.L. Nutrition and feeding calves: feeding behavior of dairy cattle. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.2, p.485-498, 1993.

AMORIM, T.R. **Digestibilidade verdadeira e exigência de proteína para manutenção em tourinhos Red Norte**. Dissertação apresentada a Universidade Federal de Lavras, UFLA, Lavras-MG, 69 p. 2013.

ANP. **Agência Nacional do Petróleo**. 2016. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br>>. Acesso em: 15 de Janeiro de 2016.

BAGGIO, C.; CARVALHO, P.C.F.; SILVA, J.L.S.; ANGHINONI, I.; LOPES, M.L.T.; THUROW, J.M. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.2, p. 215-222, 2009.

BODDEY, R.M.; MACEDO, R.; TARRÉ, R.; FERREIRA, E.; OLIVEIRA, O.C.; RESENDE, C. de P.; CANTARUTTI, R.B.; PEREIRA, J.M.; ALVES, B.J.R.; URQUIAGA, S. Nitrogen cycling in *Brachiaria* pastures: the key to understanding the process of pasture decline. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.103, p.389-403, 2004.

BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. **Nutrição de Ruminantes**. 2 ed. Jaboticabal: FUNEP, p.616, 2011.

CARVALHO, E.R.; SCHMELZ-ROBERTS, N.S.; WHITE, H.M.; DOANE, P.H.; DONKIN, S.S. Replacing corn with glycerol in diets for transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.2, p.908-916, 2011.

CARVALHO, P.C.F. et al. Importância da estrutura da pastagem na ingestão e seleção de dietas pelo animal em pastejo. **A produção animal na visão dos brasileiros**. Piracicaba: Fundação de Estudos Agrários Luiz de Queiroz, p.853-871, 2001.

CARVALHO, G.G.P; PIRES, A.J.V; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; SILVA, R.R.; SILVA, H.G.O.; BONOMO, P.; MENDONÇA, S.S. Comportamento Ingestivo de Cabras Leiteiras Alimentadas com Farelo de Cacau ou Torta de Dendê. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília. V.39, n.9, p.919-925. 2004.

CARVALHO, P.C.F.; MORAES, A. Comportamento ingestivo de ruminantes: bases para o manejo sustentável do pasto. In: MANEJO SUSTENTÁVEL EM PASTAGEM, v.1, p.1-20, **Anais...** Maringá, 2005.

CHEN, X.B., GOMES, M.J. Estimation of microbial protein supply to sheep and cattle based on urinary excretion of purine derivatives - an overview of technical details. (Occasional publication) **INTERNATIONAL FEED RESEARCH UNIT**. Bucksburnd, Aberdeen:Rowett Research Institute. 21p. 1992.

CHUNG, Y.H.; RICO, D.E.; MARTINEZ, C.M.; CASSIDY, T.W.; NOIROT, V.; AMES, A.; VARGA, G.A. Effect of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy cows on milk production and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**, v.90, n.12, p.5682-5691, 2007.

COSTA, V.A.C.; DETMANN, E.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; HENRIQUES, L.T.; CARVALHO, I.P.C. Digestibilidade total e parcial e balanço nitrogenado em bovinos em pastejo no período das águas recebendo suplementos com nitrogênio não-proteico e/ou proteína verdadeira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.12, p.2815-2826, 2011.

DADO, T.G; ALLEN, M.S. Intake limitations, feeding behavior, and rumen function of cows challenged with rumen fill from dietary fiber on inert bulk. **Journal of Dairy Science**. v.78, p.118-133. 1995.

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

DERESZ, F. Produção de leite de vacas Mestiças Holandês x Zebu em pastagem de capim-elefante, manejada em sistema rotativo com e sem suplementação durante a época das chuvas. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.1, p.197-204, 2001.

DONKIN, S.S. Glycerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, p.280-286, 2008 (supl. Especial).

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 cow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, n.10, p.5111-5119, 2009.

DRACKLEY, J.K.; RICHARD, M.J.; BEITZ, D.C.; YOUNG J.W. Metabolic changes in dairy cows with ketonemia in response to feed restriction and dietary 1,3-butanediol. **Journal of Dairy Science**. v.75, p.1622-1634, 1992.

FARIAS, M.S.; PRADO, I.N.; VALERO, M.V.; ZAWADZKI, F.; SILAVA, 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.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION(FDA), **Code of Federal Regulations**, 21CFR582.1320, Title21, v.6, 2006.

GOMIDE, J.A.; WENDLING, I.J.; BRAS, S.P.; QUADROS, H.B. Consumo e produção de leite de vacas mestiças em pastagens de *Brachiaria decumbens* manejada sob duas ofertas diárias de forragem. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.4, p.1194-1199, 2001.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Pratical aspects of urea e ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999. **Proceedings...** Carolina do North, State University, 1999.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Banco de dados**. 2014. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 05 jan. 2016.

IUPAC. **International Union of Pure and Applied Chemistry**. A Guide to IUPAC Nomenclature of Organic Compounds – Recommendations, 1993.

KOZLOSK, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**, 2ª ed. Santa Maria. Ed. Da UFSM. 216 p. 2009.

KREHBIEL, C.R. Ruminant and physiological metabolism of glycerol. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.86, n.1, p.392, Jan, 2008. Abstract.

KRISTENSEN, N. B.; RAUN, B. M. L. **Ruminal fermentation, portal absorption, and hepatic metabolism of glycerol infused into the rumen of lactating dairy cows**. Ortigues-Marty: EAAP Publication, 2007. n.124, p. 355-356. 2007.

LAGE, J.F.; PAULINO, P.V.; 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**, v.45, n.9, p.1012-1020, 2010.

LANA, R.P. **Nutrição e alimentação animal** (mitos e realidades). 2.ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2007. 344p.

LIN, E. C. C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v. 46, p. 765-766, 1977.

LENINGHER, A. L.; **Fundamentos de bioquímica**, Savier: São Paulo, 1980.

MATOS, L.M. Estratégias para redução do custo de produção de leite e garantia de sustentabilidade da atividade leiteira. In: Sul-leite – simpósio sobre a sustentabilidade da pecuária leiteira na região sul do Brasil, 2002, Maringá, PR. **Anais...** Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 2002. p.156-183.

MARTINS, S.C.S.G. **Cana-de-açúcar ensilada com ureia e óxido de cálcio em dietas para vacas mestiças em lactação**. Tese apresentada a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga-BA. 172 p. 2013.

MARQUES, J.A.; LUGÃO, S.M.B.; ABRAHÃO, J.J.S.; NASCIMENTO, G.; BEZERRA, G.A.; SCOMPARIM, V.X. Comportamento ingestivo de bovinos em “*Panicum maximum* cv. IPR86 Milênio” sob diferentes doses de nitrogênio. **Revista Ciências Exatas e da Terra e Ciências Agrárias**, v.8, n.1, p. 51-58, ago, 2013.

MENDES, C. Q. et al. Metabolismo do nitrogênio de cordeiros alimentados com rações contendo silagem de cana-de-açúcar tratada com aditivo químico ou bacteriano. In:

REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 44., 2007, Jaboticabal. **Anais...** Jaboticabal: SBZ, 2007. 1 CD-ROM.

MISSIO, R.L.; BRONDANI, I.L.; ALVES FILHO, D.L.; SILVEIRA, M.F.; FREITAS, L.S.; RESTLE, J. Comportamento ingestivo de tourinhos terminados em confinamento, alimentados com diferentes níveis de concentrado na dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.7, p.1571-1578, 2010.

NOUSIAINEN J., SHINGFIELD K.J., HUHTANEN P.: Evaluation of milk urea nitrogen as a diagnostic of protein feeding. **Journal of Dairy Science**, 87, 386–398. 2004.

PACHAURI, N.; HE, B. Value-added utilization of crude glycerol from biodieselproduction: a survey of current research activities. In: ASABE – ANNUALINTERNATIONAL MEETING, **Biological and Agricultural Engineering**, Moscou, Idaho, 2006.

PALMQUIST, D.L.; BEAULIEU, D. Feed and animal factors influencing milk fat composition. **Journal of Dairy Science**, v.76, n.6, p.1753-1771, 1993.

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

PELLEGRIN, A.C.R.S.; PIRES, C.C.; CARVALHO, S; MELLO, R.O.; MEDEIROS, L.M.; LUZ, G.F. Consumo e desempenho de cordeiros mantidos a pasto suplementados com níveis de glicerina bruta no creep feeding. In: Reunião Anual da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 48, 2011, Belém. **Anais...**Belém: Sociedade Brasileira de Zootecnia, 2011.

PEREIRA, K.P.; VÉRAS, A.S.C.; FERREIRA, M.A.; BATISTA, A.M.V.; MARQUES, K.A.; FOTIUS, A.C.A. Balanço de nitrogênio e perdas endógenas em bovinos e bubalinos alimentados com níveis crescentes de concentrado. **Acta Science Animal Science**, Maringá, v.29, n.4, p.433-440, 2007.

PESSOA, R.A.S.; LEÃO, M.I.; FERREIRA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; QUEIROZ, A.C. Balanço de compostos nitrogenados e produção de proteína microbiana em novilhas leiteiras alimentadas com palma forrageira, bagaço de cana- de-açúcar e ureia associados a diferentes suplementos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.5, p.941-947, 2009.

PIMENTEL, L.R.; MARCONDES, M.I.; SILVA, M.V.; SIQUEIRA, J.G.; BRAHIM, M.C. Inclusão da glicerina bruta na dieta de vacas da raça Holandesa sobre o consumo, produção e composição do leite. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.3, p.1439-1446, 2014.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; DETMANN E.; CAMPOS, J.M.S.; FONSECA, M.A.; TEIXEIRA, R.M.A.; OLIVEIRA, A.S. Síntese de

proteína microbiana concentrações de ureia em vacas alimentadas com diferentes fontes de proteína. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, p.1551-1559, 2006.

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

RAHIB, L.; SRIRAM, G.; HARADA, M.K.; LIAO, J.C.; DIPPLE, K.M. Transcriptomic and network component analysis of glycerol kinase in skeletal muscle using a mouse model of glycerol kinase deficiency. **Molecular Genetics and Metabolism**, v.96, n.3, p.106-112, 2009.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **J. Anim. Sci.**, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3551- 3561, 1992.

RIVALDI, J.D.; SARROUB, B.F.; FIORILO, R.; SILVA, S. S. 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.

SANTOS, A.L.; LIMA, M.L.P.; BERCHIELLI, T.T.; LEME, P.R.; MALHEIROS, E.B.; NOGUEIRA, J.R.; PINHEIRO, M.G.; LIMA, N.C.; SIMILI, F.F. Efeito do dia de ocupação sobre a produção leiteira de vacas mestiças em pastejo rotacionado de forrageiras tropicais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.3, p.1051-1059, 2005.

SILVA, C.V.; LANA, R.P.; CAMPOS, J.M.S.; QUEIROZ, A.C.; LEÃO, M.I.; ABREU, D.C. Consumo, digestibilidade aparente dos nutrientes e desempenho de vacas leiteiras em pastejo com dietas com diversos níveis de concentrado e proteína bruta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.7, p.1372-1380, 2009.

SERRANO, R.D.C. **Glicerina bruta e uréia de liberação lenta na alimentação de bovinos de corte**. Tese (Doutorado em Zootecnia). Universidade Estadual de Maringá. Paraná. 2011.

SILVA, I.J.O.; H. PANDORFI; JR. I. ACARARO; S.M.S PIEDADE; D.J. MOURA. Efeito da climatização do curral de espera na produção de leite de vacas holandesa. **Revista Brasileira Zootecnia**. v.31, n.5, p.2036-2042, 2002.

SILVA, J.L. **Níveis de proteína degradável no rúmen em dietas para cordeiros**. 2010. 62 f. Dissertação apresentada a Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, UFVJM, Diamantina- MG. 10 p. 2010.

SOUZA, C. A. Sistemas catalíticos na produção de biodiesel por meio de óleo residual. In: CONGRESSO INTERNACIONAL SOBRE GERAÇÃO DISTRIBUÍDA E ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Anais...** Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 2006.

STOBBS, T.H. 1978. Milk production, milk composition, rate of milking and grazing behaviour of dairy cows grazing two tropical grass pasture under a leader and follower systems. **Aust. J. Expt. Agric. Husb.**, 18:5-11.

TOSTO, M. S. L.; ARAÚJO, G.G.L.; OLIVEIRA, R.L.; JESUS, L.S.; DANTAS, F.R.; MENEZES, D.R.; CHAGAS, E.C.O. Balanço de nitrogênio em caprinos alimentados com dietas à base de palma forrageira, resíduo de vitivinícola e diferentes níveis de ureia. In: IV CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, **Anais...** 2006, Petrolina-PE, 2006.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M.A.; REILLY, P.J. Ruminal fermentation of propyleneglicol and glycerol. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v.50, p.7043-7051, 2007.

VALADARES, R.F.D., BRODERICK, G.A., VALADARES FILHO, S.C. CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfafa with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal Dairy Science**, v.82, p.2686-2696, 1999.

VAN SOEST, P.J. 1965. Symposium on factors influencing the voluntary intake of herbage by ruminants: voluntary intake relation to chemical composition and digestibility. **J. Anim. Sci.**, 24 (3):834-844.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELLOS, B. de F; PÁDUA, J.T; MUÑOZ, M.F.C; TONHATI, H. Efeitos genéticos e ambientais sobre a produção de leite, o intervalo de partos e a duração da lactação em um rebanho leiteiro com animais mestiços, no Brasil. **Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida**, Seropédica, v.23, n.1, p.39-45, 2003.

VERONESE, V.B.; BARRIOS, S.B.; DALL'ALBA, K.; et al. Glicerina: matéria-prima para preparação de adesivos e espumas poliuretânicas a resinas aquídicas. In: III CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL. **Anais...** Brasilia-DF, 2009.

VILELA, D. Cruzamento errado pode deteriorar genética. **Noticiário Tortuga**, São Paulo, v. 49, n. 432, jul./ago. 2003.

WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W.J.; YANG, W.Z.; DONG, K.H.; HUANG, Y.X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**. v.121, p.15– 20, 2009.



## **II OBJETIVO GERAL**

Avaliar diferentes níveis de inclusão de glicerina loira em dietas para vacas lactantes em pastejo.

## **III OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Avaliar as implicações do uso de diferentes níveis de inclusão de glicerina loira sobre:

- O consumo e a digestibilidade dos nutrientes;
- A produção e a composição do leite;
- O balanço de compostos nitrogenados;
- A síntese de proteína microbiana;
- O comportamento ingestivo dos animais;
- E a viabilidade econômica.

## IV MATERIAL E MÉTODOS

A fase experimental de campo foi realizada na fazenda Valeu Boi, localizada no município de Encruzilhada-BA, sob as coordenadas: latitude 15° 31' 49" Sul, longitude 40° 54' 37" Oeste, estando a uma altitude de 915 metros. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo "Aw", tropical com estação seca. Durante a fase de campo, os dados referentes à temperatura (máxima, mínima e média) e índice pluviométrico foram coletados através de pluviômetro e termômetro instalados na fazenda (Tabela 1). O experimento ocorreu no período de 06 de janeiro a 30 de março de 2015. As análises das amostras foram realizadas no Laboratório de Forragicultura e Pastagem e Laboratório de Anatomia e Fisiologia Animal-LAFA, localizados na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, *Campus* de Itapetinga-BA.

**Tabela 1.** Temperaturas média, máxima e mínima e precipitação pluviométrica total por mês, observadas durante a fase experimental

Variáveis	Mês		
	Janeiro	Fevereiro	Março
Temperatura máxima (C°)	31,2	30,25	30,10
Temperatura mínima (C°)	24,55	22,15	23,35
Temperatura média (C°)	27,88	26,20	26,73
Precipitação pluviométrica (mm)	7,00	152,00	0,00

Foram utilizadas 8 vacas mestiças Holandês x Zebu (grau de sangue variando de ½ a ¾ de sangue H x Z), de terceira a quinta ordem de lactação, com produção média de leite ajustado para 300 dias na lactação anterior, entre 5.000 e 6.000 kg, e peso corporal médio de 469,91 ± 78,64. As vacas foram selecionadas também por dias em lactação, com média de 100,33±13,33 dias no início do período experimental. As 8 vacas foram distribuídas em dois Quadrados Latinos 4 x 4, sendo quatro períodos experimentais, com duração de 21 dias cada, dos quais os primeiros 16 dias foram considerados de adaptação e os 5 últimos para coleta de dados. As dietas foram constituídas com 4

níveis de inclusão de glicerina na dieta total, compostas de concentrado e o volumoso foi pasto de *Brachiaria brizantha* em sistema de pastejo rotacionado, com duração de 1 dia em cada piquete com taxa de lotação de 5,0 UA/ha. Encontra-se na Tabela 2 a proporção dos ingredientes e razão real de volumoso: concentrado das dietas.

**Tabela 2.** Proporções de ingredientes das dietas com base na matéria seca para vacas em lactação alimentadas com diferentes níveis de glicerina

Ingredientes	Nível de glicerina (%MS)			
	0	7	14	21
<i>Brachiaria brizantha</i>	53,22	59,20	70,98	77,90
Milho grão moído	38,04	24,93	11,61	4,0
Glicerina	-	5,82	8,45	9,8
Farelo de soja	6,69	8,25	7,66	7,26
Ureia	0,51	0,44	0,32	0,25
Sal mineral <sup>1</sup>	1,17	1,04	0,75	0,60
Calcário	0,37	0,32	0,23	0,16
Fosfato bicálcico	-	-	-	0,02
Total	100	100	100	100

<sup>1</sup>Composição: Cálcio 200 g; Cobalto 200 mg; Cobre 1.650 mg; Enxofre 12 g; Ferro 560 mg; Flúor (max.) 1.000g; Fósforo 100 g; Iodo 195 mg; Magnésio 15 g; Manganês 1.960 mg; Níquel 40 mg; Selênio 32 mg; Sódio 68 g; Zinco 6.285 mg.

O nível da suplementação concentrada foi definido pelo balanceamento das dietas para conter nutrientes suficientes para manutenção, ganho de peso corporal de 0,15 kg/dia e produção de 20 kg de leite/dia ajustada para 3,5% de gordura, de acordo com a tabela de exigências do NRC (2001), e com base nos dados da composição químico-bromatológica do Capim *Brachiaria brizantha*, milho, farelo de soja e glicerina, previamente realizada uma semana antes do período experimental. A glicerina foi comprada de empresa comercial no estado de São Paulo, sendo que a mesma era pesada e misturada ao concentrado diariamente.

Para o consumo de concentrado, os animais foram alojados em baias individuais de 10m<sup>2</sup>, cobertas, providas de cocho e bebedouro de polietileno com capacidade de 100 litros, comum às duas baias, abastecido automaticamente. O concentrado foi oferecido duas vezes ao dia, às 08:00 após a ordenha e 16:00 horas antes da ordenha, em cada

período experimental. Na Tabela 3 encontra-se a composição químico-bromatológica do volumoso e das dietas testadas.

**Tabela 3.** Composição químico-bromatológica da *Brachiaria brizantha* e das dietas

Componentes	<i>Brachiaria brizantha</i> <sup>1</sup>	Níveis de glicerina (% MS)			
		0	7	14	21
MS <sup>2</sup> (%)	29,33	57,47	48,80	41,93	38,40
PB <sup>3</sup> (% da MS)	8,77	13,85	13,34	14,05	13,50
EE <sup>4</sup> (% da MS)	3,17	3,15	3,43	3,46	3,73
CNF <sup>5</sup> (% da MS)	11,90	34,30	31,27	18,16	13,54
FDN <sub>cp</sub> <sup>6</sup> (% da MS)	67,90	42,48	45,22	51,88	54,94
FDA <sup>7</sup> (% da MS)	34,04	-	-	-	-
Lignina (% da MS)	4,24	-	-	-	-

<sup>1</sup>P. Simulado – Pastejo Simulado; <sup>2</sup>MS – Matéria Seca; <sup>3</sup>PB – Proteína Bruta; <sup>4</sup>EE – Extrato Etéreo; <sup>5</sup>CNF – Carboidrato Não Fibroso; <sup>6</sup>FDN<sub>cp</sub> –Fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína, <sup>7</sup>FDA – Fibra em detergente ácido.

A análise da glicerina foi realizada no laboratório de Química Instrumental do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, por CG-EM, cujas amostras foram submetidas à derivatização. Em um *vial* internamente cônico contendo 0,0010 g de amostra, foram adicionados 60  $\mu$ L de piridina e 100  $\mu$ L BSTFA. A mistura foi aquecida a 60°C, por 30 minutos. Em seguida, o volume foi transferido para um *vial* de injeção (2 mL) com *insert* e realizada a análise cromatográfica.

As análises cromatográficas foram realizadas em cromatógrafo a gás da Agilent Technologies (GC 7890A), equipado com detector de ionização por impacto de elétrons (MS 5975C) e coluna capilar DB-5MS (Agilent Technologies, 30 m comprimento x 0,25 mm diâmetro interno x 0,25  $\mu$ m espessura do filme). O Hélio (99,999% de pureza) foi utilizado como gás de arraste a uma taxa de 1 mL min<sup>-1</sup>. Utilizando um autoinjeter (CTC combiPaL), 1  $\mu$ L da amostra foi injetada no cromatógrafo, a uma razão de *split* 1:10. O injetor *split/splitless* foi mantido a 290°C. A coluna cromatográfica inicialmente a 80°C, isoterma por 5 min, foi aquecida a uma taxa de 4°C min<sup>-1</sup> até 260°C. Após a separação dos compostos, a temperatura foi elevada até 300°C e permanecendo por 2 minutos (*post run*). A temperatura da interface foi mantida a 290°C. A ionização realizada com impacto de elétrons a 70 eV. A fonte de íons mantida a 230°C e a aquisição de dados realizada no modo de varredura total (*scan*), na faixa de 30-600

(*m/z*). A identificação dos compostos extraídos das amostras foi realizada por comparação com os dados espectrais da biblioteca NIST 2.0. A composição da glicerina se encontra na Tabela 4.

**Tabela 4.** Composição química da glicerina loira

<b>Componente</b>	<b>Glicerina</b>
Metanol (%)	5,30
Glicerol (%)	85,65
MS (%)	70,00
MO (% da MS)	93,00
PB (% da MS)	0,0001
Lipídios (% da MS)	2,99

A biomassa residual de matéria seca (BRD) foi estimada conforme o método da dupla amostragem, proposto por Wilm et al. (1994), com o auxílio de um quadrado com dimensão de 0,25m<sup>2</sup>, lançado de forma aleatória, 40 vezes no piquete. Antes de jogar o quadrado, foi utilizado o método indireto para a quantificação da produção de forragem por hectare, através de observação visual, classificando a forrageira existente na área em determinados escores: 1, 2 e 3, sendo que cada escore correspondente à produção da forrageira *in natura*, considerada escore 1 com altura até 20 cm, média até 40 cm, e alta acima de 40 cm de massa da forragem. Das 40 amostras avaliadas visualmente, apenas 12 lançadas ao acaso, foram coletadas por meio de cortes a 5 cm do solo, armazenada em sacos plásticos e, posteriormente, pesadas em uma balança digital com precisão de 5 g. Após homogeneizar a forragem coletada, formou-se uma amostra composta para as separações em lâmina foliar, caule e material morto, conforme metodologia do mesmo autor.

De posse dos valores das amostras cortadas e estimadas visualmente, por meio da equação proposta por Gardner (1986), foi possível calcular a quantidade de biomassa de forragem disponível no piquete, expressa em kg MS/ha. Também foi realizada a coleta do pasto através do pastejo simulado, observando o pastejo das vacas e, posteriormente, coletando o pasto no extrato consumido, simulando o material ingerido pelo animal. As disponibilidades e oferta de forragem durante o experimento encontram-se na Tabela 5.

**Tabela 5.** Disponibilidade e oferta de forragem referentes aos períodos experimentais

Descrição	Período Experimental				Média
	1º	2º	3º	4º	
DPMS <sup>1</sup> kg(ha)	3490,934	4343,922	3978,581	5236,358	4262,449
OF kg MS/100 kg PV <sup>2</sup>	9,974	12,411	11,367	14,961	12,178
Folha %	36,682	32,032	45,422	40,549	38,671
Colmo %	63,318	64,257	47,661	47,849	55,772
Material morto %	0,000	3,711	6,916	11,601	5,557
Folha:colmo	0,579	0,498	0,953	0,847	0,720

<sup>1</sup>Disponibilidade de matéria seca do pasto e <sup>2</sup>Oferta de forragem

A produção de leite foi avaliada do 17º ao 21º dia de cada período experimental, sendo realizadas duas ordenhas diárias, às 05:00 horas e às 17:00 horas, quando imediatamente, após as ordenhas, o leite foi pesado em balança digital de capacidade para 30 kg. Amostras de leite das ordenhas do 17º dia foram coletadas de cada animal para determinação de proteína, gordura, lactose e sólidos totais, utilizando o aparelho digital Lactoscan®. Uma segunda amostra foi acondicionada em frasco plástico e mantida em temperatura (-20°C), para posterior análise no LAFA da UESB. Uma alíquota de leite foi desproteïnada com ácido tricloroacético (10 mL de leite misturados em 5 mL de ácido tricloroacético a 25%), e filtrada em papel filtro, em seguida, foram realizadas as análises de alantoína e ureia.

A produção de leite, corrigida (PLC) para 3,5% de gordura, foi estimada de acordo o modelo proposto por Sklan et al. (1992), pela seguinte equação:

$$PLC = ((0,432 + 0,1625 \times EEL) \times PL)$$

Em que PLC = Produção de leite corrigido para 3,5% de gordura, %EEL = Teor de extrato etéreo do leite e PL = Produção de leite em kg/dia.

No final de cada período experimental, os alimentos fornecidos, concentrado e volumoso, assim como as fezes, foram coletados e acondicionados em sacos plásticos e, em seguida, armazenados em freezer a uma temperatura de -20°C para análises químico-bromatológicas.

Ao término do período de coleta, as amostras foram descongeladas e pré-secadas em estufa de ventilação forçada a 55°C, durante 72 a 96 horas e, posteriormente, moídas

em moinho com peneira dotada de crivos de 1 mm; em seguida, foram acondicionadas em recipiente plásticos com tampa, previamente identificados, e guardadas para posteriores análises. As análises de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE), fibra em detergente ácido (FDA) e matéria mineral (MM) das dietas foram realizadas conforme metodologia descrita por Detmann et al. (2012). A fibra em detergente neutro, isenta de cinzas e proteínas (FDNcp), foi calculada segundo Mertens (2002). Os carboidratos não fibrosos (CNF) das amostras que não continham ureia foram calculados pela equação proposta por Detmann et al.(2010):

$$\text{CNF} = 100 - (\% \text{PB} + \% \text{EE} + \% \text{Cinzas} + \% \text{FDNcp})$$

Em que %PB = teor de proteína bruta, %EE = teor de extrato etéreo, %Cinzas = teor de cinzas e %FDNcp = teor de fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína.

Já os CNF das amostras que continham ureia foram calculados pela equação proposta por Hall (2000), utilizando-se a seguinte fórmula:

$$\text{CNF} = 100 - ((\% \text{PB} - \% \text{PBU} + \% \text{U}) + \% \text{MM} + \% \text{EE} + \% \text{FDNcp}).$$

Em que %PBU = teor de proteína bruta oriunda da ureia e %U = teor de ureia.

Os teores de nutrientes digestíveis totais (NDT) foram calculados segundo o NRC(2001):  $\text{NDT} = \text{PBD} + \text{EED} \times 2,25 + \text{FDND} + \text{CNFD}$

Em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível;

FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

Para estimar a produção fecal, utilizou-se o óxido crômico ( $\text{Cr}_2\text{O}_3$ ) como indicador externo, fornecido diariamente às 7:00 horas em dose única de 10 gramas, que foi acondicionado em cartuchos de papel e introduzido via oral, durante um período de 12 dias, sendo sete dias para adaptação dos animais ao manejo e à regulação da excreção de cromo nas fezes, e cinco dias restantes para coleta, quando também foi administrada a dose diária do indicador. As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, durante os cinco últimos dias de cada período experimental, às 08:00 horas (Vagnoni et al., 1997). As fezes foram acondicionadas em sacos plásticos e armazenadas a  $-20^\circ\text{C}$ . Ao término do período de coletas, as amostras de fezes foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a  $55^\circ\text{C}$ , durante 96 horas e, posteriormente, moídas em moinho com peneira dotada de crivos de 1 mm e armazenadas para posteriores análises.

A digestibilidade aparente e o consumo de matéria seca (CMS) foram estimados a partir da produção fecal. Para determinação dos coeficientes de digestibilidade aparente total, foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi) como indicador interno, as amostras dos alimentos, sobras, e das fezes, obtida após a incubação no rúmen de dois animais fistulados por 288 horas, tendo o resíduo assumido como indigestível (Detmann et al., 2012).

A digestibilidade aparente dos nutrientes (D) foi determinada pela fórmula descrita por Silva & Leão (1979):

$$D = [(kg \text{ nutriente ingerido} - kg \text{ nutriente excretado}) / kg \text{ nutriente ingerido}] \times 100.$$

Os animais foram pesados três dias no início e dois dias no final de cada período experimental, para verificação da variação do peso corporal de cada tratamento.

As amostras de sangue foram coletadas no 17º dia de cada período experimental, com aproximadamente 4 horas após a alimentação, obtendo-se 10 mL de sangue através da veia mamária, utilizando tubos de vacutainer com heparina sódica como anticoagulante. Após a coleta, o sangue foi mantido sob refrigeração (em caixa térmica com gelo), durante o seu transporte para o laboratório, e imediatamente centrifugados (1500 rpm durante 15 minutos), sendo então retiradas amostras de plasma que foram acondicionadas em tubos de *ependorf* e congeladas a uma temperatura de -20°C para posterior análise e quantificação das concentrações de nitrogênio ureico.

Foram coletadas amostras de urina *spot* de todas as vacas, no 17º dia de cada período experimental, aproximadamente 4 horas após a alimentação, durante micção espontânea, conforme descrito por Valadares et al. (1999).

A urina foi filtrada e uma alíquota de 10 mL de cada animal foi diluída imediatamente em 40 mL de ácido sulfúrico de normalidade 0,036. As amostras de urina foram armazenadas a -20°C e, posteriormente, submetidas às análises das concentrações de creatinina, alantoína, ureia e ácido úrico.

As análises de ureia nas amostras de urina, plasma e do leite desproteínizado, e as concentrações de creatinina, alantoína e ácido úrico na urina foram realizadas por meio de *dekits* comerciais (Bioclin®), segundo orientações do fabricante.

Os animais foram submetidos a períodos de observação visual para avaliação do comportamento ingestivo, durante 24 horas, que ocorreram do 20º para o 21º dia de cada período experimental. As observações das atividades foram registradas a cada cinco minutos de intervalo, conforme recomendado por Gary et al. (1970).



No mesmo dia, foi realizada a determinação do número de mastigações meréricas e do tempo despendido na ruminação de cada bolo ruminal, com a utilização de cronômetro digital. Para essa avaliação, foram feitas observações em todos os animais do experimento, de três bolos ruminais, em três períodos diferentes do dia. Durante o período noturno, os observadores utilizavam lanternas para realizar as observações necessárias.

A eficiência de alimentação (EAL), a eficiência de ruminação (ERU), o número de bolos ruminais por dia (NBR), o tempo de mastigação total por dia (TMT) e o número de mastigações meréricas por dia (NMMnd) foram obtidos segundo metodologia descrita por Bürger et al.(2000).

Considerou-se o consumo voluntário de MS e FDN<sub>cp</sub> para avaliar as eficiências de alimentação e ruminação em relação à quantidade em gramas de MS e FDN por unidade de tempo e por período de alimentação. O número de bolos ruminados diariamente foi obtido pela divisão do tempo total de ruminação (minutos) pelo tempo médio gasto na ruminação de um bolo.

A eficiência de alimentação e ruminação foi obtida da seguinte forma:

$$EAL = CMS/TAL$$

$$EALFDNc = CFDNc/TAL$$

$$ERU = CMS/TRU$$

$$ERUFDNc = CFDNc /TRU$$

Em que: EAL = eficiência de alimentação; CMS = consumo diário de matéria seca (gramas de MS); TAL = tempo de alimentação (horas); EALFDNc = eficiência do consumo de FDNc; CFDNc = consumo diário de FDNc (gramas de FDNc); TRU = tempo de ruminação (horas); ERUFDNc = Eficiência de ruminação (gramas de FDNc).

As informações necessárias para os custos foram coletadas junto aos produtores rurais, técnicos de extensão rural e estabelecimentos comerciais da região. A utilização de terra foi calculada pela média de consumo e produção de *Brachiaria brizantha* dentro da propriedade utilizada.

Foram consideradas, para avaliação do custo de produção, as metodologias de custos operacionais, utilizadas pelo Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada - IPEA (Matsunaga et al., 1976). Para produção de esterco, foi utilizada a produção fecal, calculada pela fração indigestível da MS na ração total, para cada tratamento.

A depreciação de benfeitorias, equipamentos e animais de serviço foi estimada pelo método linear de cotas fixas, com valor final igual a zero. Para a remuneração do capital, utilizou-se taxa de juro real de 6% ao ano.

Nesta pesquisa, utilizou-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 o cálculo do VPL é a seguinte:

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

Em que VPL = valor presente líquido; VF = valor do fluxo líquido (diferença entre entradas e saídas); n = número de fluxos; r = taxa de desconto; t = período de análise (i = 1, 2, 3...).

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

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

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

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

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.

Na Tabela 6 estão apresentados os valores de venda de leite e esterco, praticados no momento do experimento.

**Tabela 6.** Preço médio de venda dos produtos utilizados no experimento

Produto	Unidade	Valor unitário (R\$)
Leite	Litros (L)	1,20
Esterco	Toneladas	40,00

Nas Tabelas 7, 8 e 9 estão apresentados, respectivamente, de forma detalhada, os dados sobre preços de insumos e serviços; os preços dos ingredientes utilizados no concentrado; a quantidade de insumos e serviços por vaca e por tratamento; e o valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos, animal de serviço e terra, utilizados no experimento.

**Tabela 7.** Preço de insumos e serviços utilizados no experimento

<b>Discriminação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Preço unitário (R\$)</b>	
<i>Brachiaria brizantha</i>	kg de MS	0,05	
Vermífugo	mL	0,05	
Mão de obra	d/H	40,00	
Medicamentos*	mL	0,15	
<b>Concentrados R\$/kg</b>			
		<b>0</b>	<b>7</b>
		<b>14</b>	<b>21</b>
		0,87	1,03
		1,20	1,38

\*Média de preços de alguns medicamentos que foram eventualmente utilizados

**Tabela 8.** Preços dos ingredientes dos concentrados utilizados no experimento

<b>Discriminação</b>	<b>Preço unitário (R\$/kg)</b>
Milho	0,70
Soja	1,50
Glicerina	1,50
Sal mineral	2,08
Calcário	3,10
Ureia	2,00

**Tabela 9.** Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos, animais e terra, quantidades utilizadas no experimento e o seu valor total

<b>Discriminação</b>	<b>Vida útil (dias)</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>	<b>Quantidade utilizada (unidade)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
Balança de curral – 3000 kg	5475	7.000,00	1	7.000,00
Balança pequena	5475	1.000,00	1	1.000,00
Pá de bico	730	50,00	1	50,00
Carrinho de mão	730	200,00	1	200,00
Unidades de pequeno valor	730	200,00	1	200,00
Vacas	-	3.000,00	8	24.000,00
<b>Benfeitorias</b>				
Curral de ordenha	5475	9.600,00	1	9.600,00
Galpão de confinamento	5475	8.000,00	1	8.000,00
Terra nua	3650	3.500,00	10	35.000,00
Cerca	7300	900,00	2	1.800,00
<b>Valor fixo investido</b>	-	-	-	<b>86.850,00</b>

Os dados, com exceção da viabilidade econômica, foram avaliados por meio de análises de variância e de regressão, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas – SAEG (2007). Os modelos estatísticos foram escolhidos de acordo com a significância dos coeficientes de regressão, utilizando o teste “F” em nível de 5% de probabilidade e coeficiente de determinação ( $R^2$ ).

## V RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inclusão de glicerina na dieta afetou o consumo de pasto (Tabela 10), que apresentou efeito linear crescente, fato que pode ser explicado pela diminuição da aceitabilidade do concentrado com a inclusão da glicerina. De acordo com Minson (1990) e o NRC (1996), pastagens com menos de 2000 kg de matéria seca por hectare resultam em menor consumo de pasto e aumento no tempo de pastejo. No presente estudo a disponibilidade de forragem ficou acima de 3000 kg/ha, garantindo bom consumo do pasto pelos animais.

Contudo, observa-se que houve um efeito linear decrescente para o consumo de concentrado. Esse efeito pode estar relacionado à alteração da forma física do concentrado, que se apresenta de forma pastosa à medida que se aumenta a quantidade de glicerina. Além disso, as quantidades consideráveis de metanol (Tabela 4) presentes na glicerina podem influenciar de forma negativa a aceitação pelos animais. Outro fator que deve ser considerado é o processo de regulação do consumo pelos ruminantes, pois, segundo Boyd et al. (2009), os mesmos têm a capacidade de utilizar o glicerol como precursor gliconeogênico para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose. Grande parte do glicerol contido na dieta sofre fermentação por microrganismos ruminais, proporcionando elevados níveis de produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, principalmente propionato e butirato, que serão utilizados como principais fontes de energia pelo animal.

A variação nos consumos de pasto e concentrado refletiu sobre o consumo de matéria seca total (CMS), expressos em quilograma por dia (kg/dia) e em porcentagem do peso corporal (%PC), que apresentaram efeito linear decrescente (Tabela 10), com decréscimo de 0,0907 e 0,018 unidades, respectivamente, para cada 1% de glicerina incluída na dieta. Wang et al. (2009) afirmaram que estes efeitos variáveis sobre o CMS podem ser devido à qualidade do coproduto utilizado, ao nível de inclusão ou da proporção volumoso: concentrado da dieta. Hodgson (1990) sugeriu o valor de 10 a 12% do peso corporal, como sendo a oferta de forragem na qual o CMS do pasto é

máximo. Os valores de oferta de forragem em relação ao peso corporal (Tabela 5) do presente trabalho estão de acordo com o sugerido pela literatura.

**Tabela 10.** Consumo de Nutrientes de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Consumo	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV % <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
Pasto (kg MS/dia)	8,50	9,15	10,64	10,89	<sup>4</sup>	10,91	<0,001
Concentrado (kg MS/dia)	7,39	6,22	4,36	3,00	<sup>5</sup>	11,51	0,001
Matéria seca (kg/dia)	15,89	15,38	15,00	13,90	<sup>6</sup>	7,17	0,011
Matéria seca (%PC)	3,42	3,31	3,25	3,02	<sup>7</sup>	7,06	0,018
Proteína bruta (kg/dia)	2,20	2,05	2,11	1,87	<sup>8</sup>	4,99	0,001
Extrato etéreo (kg/dia)	0,50	0,53	0,52	0,52	0,51	7,85	0,620
FDNcp <sup>13</sup> (kg/dia)	6,77	6,97	7,77	7,87	<sup>9</sup>	9,76	0,026
FDNcp <sup>13</sup> (%PC)	1,45	1,50	1,68	1,70	<sup>10</sup>	10,11	0,019
CNF <sup>14</sup> (kg/dia)	5,42	4,77	2,75	1,42	<sup>11</sup>	20,46	<0,001
NDT <sup>15</sup> (kg/dia)	10,42	9,96	8,85	7,40	<sup>12</sup>	12,67	0,001

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro. <sup>4</sup> $Y = 1237x + 8,496$ ,  $R^2 = 0,93$ ; <sup>5</sup> $Y = -0,2147x + 7,497$ ,  $R^2 = 0,99$ ; <sup>6</sup> $Y = -0,0907x + 15,995$ ,  $R^2 = 0,94$ ; <sup>7</sup> $Y = -0,018x + 3,439$ ,  $R^2 = 0,92$ ; <sup>8</sup> $Y = -0,0147x + 2,187$ ,  $R^2 = 0,95$ ; <sup>9</sup> $Y = 0,0586x + 6,73$ ,  $R^2 = 0,90$ ; <sup>10</sup> $Y = 0,0133x + 1,4433$ ,  $R^2 = 0,90$ ; <sup>11</sup> $Y = -0,2003x + 5,693$ ,  $R^2 = 0,96$ ; <sup>12</sup> $Y = -0,1527x + 11,396$ ,  $R^2 = 0,80$ . <sup>13</sup>Consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína bruta; <sup>14</sup>Carboidratos não fibrosos; <sup>15</sup>Nutrientes digestíveis totais.

Já em outras pesquisas avaliando o uso de glicerina bruta na dieta de vacas lactantes confinadas, não foi encontrada influência sobre o consumo de matéria seca (Donkin et al., 2009; Wang et al., 2009; Carvalho et al., 2011; Leão et al., 2012). No entanto, corrobora os resultados encontrados por Ezequiel et al. (2015) que, ao incluir níveis crescentes de glicerina na dieta de vacas multíparas Holandesas, confinadas em baias individuais, constataram efeito linear decrescente para o consumo de matéria seca.

O consumo de proteína bruta (CPB), carboidratos não fibrosos (CCNF) e nutrientes digestíveis totais (CNDT) apresentou efeito linear decrescente, com diminuição de 0,0147, 0,2003 e 0,1527 kg/dia, respectivamente, para cada 1% de inclusão de glicerina na dieta, apresentando o mesmo efeito do CMS.

Não houve efeito sobre o consumo de extrato etéreo entre as dietas testadas, apresentando média 0,51 kg/dia. Esse resultado pode ser explicado pelo fato das dietas terem sido formuladas para serem isoenergéticas.

O consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína (CFDNcp), expressos em quilograma por dia (kg/dia) e em porcentagem do peso corporal (%PC), apresentou efeito linear crescente, com acréscimo de 0,0586 e 0,0133 unidades, respectivamente, a cada 1% de glicerina adicionado à dieta. Isso se deve a variabilidade da razão volumoso: concentrado da dieta consumida pelos animais, estando diretamente relacionado ao consumo linear crescente de pasto e linear decrescente de concentrado.

Para Mertens (1997) e Jobim & Santos (2008), a saúde dos ruminantes depende diretamente de concentrações mínimas de fibra na dieta, que permitam manter a atividade de mastigação e motilidade do rúmen, evitando alterações fermentativas que possam levar à acidose ruminal severa. Detmann et al. (2003) recomendam um consumo de FDN de 1,35% PC, valor inferior ao encontrado no presente estudo, que apresentou média de 1,58% PC.

Contrastando com os resultados obtidos, Leão et al. (2012), trabalhando com vacas mestiças confinadas, recebendo como volumoso Capim-elefante e inclusão de 0, 6, 12 e 24% de glicerina (80,35% de glicerol) na dieta, não encontraram diferenças para o consumo de MS, PB e CNF, sendo que o consumo de EE e FDN decresceram.

Observa-se na Tabela 11 que os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, FDNcp e extrato etéreo não foram influenciados pelo uso da glicerina. No entanto, houve efeito linear negativo para a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos, afetando os nutrientes digestíveis totais, com decréscimo de 1,1779 e 0,6201%, respectivamente, para cada unidade inserida de glicerina. Esse resultado pode estar associado ao CMS, que teve efeito linear decrescente à medida que se aumentou os níveis de glicerina, cujo consumo de pasto foi maior do que o de concentrado em relação à matéria seca total, causando, assim, uma menor digestibilidade dos nutrientes.

**Tabela 11.** Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, em vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Digestibilidade (%)	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV % <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
Matéria seca	64,89	63,44	62,41	61,55	63,07	5,30	0,255
Proteína bruta	79,06	77,10	76,36	77,57	77,52	4,96	0,565
FDNcp <sup>6</sup>	53,46	52,86	55,05	55,46	54,20	7,41	0,526
Extrato etéreo	67,79	63,53	65,20	69,17	66,42	13,86	0,620
Carboidratos não fibrosos	78,46	81,17	66,52	55,86	<sup>4</sup>	14,89	0,001
Nutrientes Digestíveis Totais	65,41	64,49	58,25	53,02	<sup>5</sup>	8,04	0,001

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coeficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro. <sup>4</sup> $Y = -1,1779x + 82,87$ ,  $R^2 = 0,83$ ; <sup>5</sup> $Y = -0,6201x + 66,804$ ,  $R^2 = 0,93$ . <sup>6</sup>Digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta.

Em estudo de Silva et al. (2015), trabalhando com novilhas da raça Nelore, em pastagem de *Brachiaria brizantha* no período seco do ano, e avaliando o uso de glicerina bruta nos níveis de 4; 8; 12 e 16% na dieta, os autores não encontraram efeito significativo sobre os coeficientes de digestibilidade da MS, PB e CNF, a digestibilidade da FDNcp teve efeito linear decrescente. Os autores sugerem que o aumento do consumo de extrato etéreo e baixa qualidade do pasto influenciaram de forma negativa o aproveitamento da fibra pelos microrganismos do rúmen.

As variáveis produção de leite e produção de leite corrigida para 3,5% de gordura (Tabela 12) apresentaram efeito quadrático, com pontos de máximo de 3,7 e 7,2% de inclusão de glicerina na dieta, respectivamente. As médias de produção de leite dos tratamentos observadas na Tabela 12 estão abaixo do esperado que, de acordo com formulação do NRC (2001), seria de 20 kg/dia. Esse efeito pode ser explicado devido ao fato das vacas terem ganhado peso, com exceção do tratamento 7% de glicerina, no qual houve perda de peso dos animais, contudo, foi o tratamento em que se teve uma maior média de produção de leite. Estes resultados mostram que houve influência do consumo linear decrescente de concentrado e matéria seca sobre o desempenho das vacas.

A variação de peso corporal também apresentou efeito quadrático, porém, com ponto de mínimo de 13,09%. Este resultado, provavelmente, está relacionado ao consumo linear decrescente de matéria seca. Mesmo que a eficiência do processo de transformação de alimentos em leite esteja diretamente relacionada ao animal e à dieta, não houve diferença significativa entre as dietas para a eficiência alimentar.



**Tabela 12.** Desempenho de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Desempenho	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
Produção de Leite (kg/dia)	18,25	18,32	17,31	15,38	<sup>4</sup>	5,88	<0,001
Produção de Leite G <sup>7</sup> (kg/dia)	18,42	18,98	18,62	16,48	<sup>5</sup>	8,71	0,023
EA <sup>8</sup> (kg leite/CMS)	1,15	1,22	1,26	1,20	1,20	13,37	0,605
VPC <sup>9</sup> (kg/dia)	0,868	-0,165	0,349	0,188	<sup>6</sup>	***	0,038

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro. <sup>4</sup> $Y = -0,0102x^2 + 0,0769x + 18,258$ ,  $R^2 = 0,99$ ; <sup>5</sup> $Y = -0,0138x^2 + 0,201x + 18,377$ ,  $R^2 = 0,99$ ; <sup>6</sup> $Y = 0,0044x^2 - 0,1152x + 0,7569$ ,  $R^2 = 0,55$ . <sup>7</sup>Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura; <sup>8</sup>Eficiência alimentar e <sup>9</sup>Variação do peso corporal.

Na literatura foram encontrados resultados de pesquisa análogos aos do presente estudo, nos quais diversos autores estudaram a inclusão de diferentes níveis de glicerina na matéria seca das dietas, em substituição ao milho, porém, em sistema de confinamento e usando animais de raças diferentes.

Donkin et al. (2009), testando os tratamentos 0, 5, 10 e 15% de inclusão de glicerina na dieta de vacas Holandesas confinadas, com média de produção de 40 kg de leite e fornecendo como volumoso a silagem de milho, afirmaram que o glicerol é um substituto adequado para o grão de milho em rações para o gado leiteiro em lactação e que pode ser incluído em rações para um nível de até 15% da matéria seca, sem efeitos adversos sobre a produção de leite ou a composição do leite. Verificaram ainda elevação do peso corporal para os níveis 10 e 15%, e semelhança entre o 5% e o tratamento controle.

Já em estudo de Ezequiel et al. (2015), avaliando a inclusão de glicerina nos níveis de 0, 15 e 30% na dieta de vacas Holandesas, constataram que a ingestão de matéria seca e produção de leite apresentaram efeito linear decrescente, diminuindo, assim, o desempenho dos animais. Ao testarem duas dietas, uma com inclusão de 45% de glicerol e outra com 30% de propilenoglicol, em diferentes rebanhos, usando silagem de capim e concentrado na alimentação de todos os animais, Lomander et al. (2012) concluíram que o uso do glicerol, durante as três primeiras semanas de lactação, aumenta a produção de leite sem ocorrer diminuição do estado metabólico dos animais.

Apesar da produção de leite ter sofrido variação dos tratamentos, observa-se na tabela 13 que sua composição não foi afetada pelas dietas, indicando que a alteração na

ingestão de matéria seca e demais nutrientes não exerceram influência sobre os constituintes do leite, entre eles a proteína, gordura, lactose e sólidos totais, sendo obtido as seguintes médias: 3,05; 4,30; 4,56 e 12,60 %, respectivamente. Esses valores estão dentro dos padrões estabelecidos pela Instrução Normativa-62 (Brasil, 2011), que exige valores mínimos de 3,0% para gordura e 2,9% para proteína.

**Tabela 13.** Composição do leite de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Composição (%)	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV % <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
Proteína	3,05	3,10	3,04	3,01	3,05	3,16	0,355
Gordura	4,20	4,34	4,63	4,04	4,30	16,84	0,435
Lactose	4,51	4,65	4,59	4,52	4,56	4,24	0,492
Sólidos desengordurados	8,21	8,46	8,29	8,22	8,29	3,76	0,382
Sólidos totais	12,42	12,80	12,93	12,27	12,60	6,38	0,337

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro.

Segundo Mühlbach (2004), os fatores nutricionais são os que podem ser controlados de modo mais direto e em prazo relativamente curto, mas demandam um conhecimento mais aprofundado, já que afetam não somente a fermentação no rúmen como também o metabolismo geral do animal e a secreção de leite no úbere. Dos componentes do leite, o teor de gordura é o que mais pode variar em função da alimentação, de modo geral, diminuindo com o aumento no volume de produção. Alterações no teor de gordura podem informar sobre a fermentação no rúmen, as condições de saúde da vaca e funcionamento do manejo alimentar. O teor de proteína também pode ser afetado, porém, em menor grau, enquanto que o teor de lactose é o menos influenciado.

A lactose é o principal fator osmótico no leite, responsável por 50% desta variação, além disso, tem importante papel na síntese do leite, atraindo água para as células epiteliais mamárias. Em função da estreita relação entre a síntese de lactose e a quantidade de água drenada para o leite, o conteúdo de lactose é o componente do leite que tem menos variação, sendo similar em todas as raças leiteiras (González, 2001).

Para os animais mestiços, as médias de sólidos totais encontradas na literatura foram de 11,21% (Reis et al., 2012) e 12,24% (Gonzalez et al., 2006). Essa variação,

provavelmente, está associada às alterações no teor de proteína e lipídios do leite no período de avaliação. Zanela et al. (2006) afirmaram que o teor mais elevado de sólidos totais é influenciado pela maior percentagem de lipídios, o que se confirma nesse trabalho. O teor de sólidos totais são características produtivas ressaltadas pelos serviços de controle leiteiro, levando em conta os sistemas de pagamento do leite com base no teor de gordura, proteínas e lactose, por serem fatores determinantes do rendimento do produto e seus derivados. Assim, não houve efeito sobre os sólidos desengordurados, apresentando valor médio 8,29%.

Os resultados encontrados no presente estudo são coerentes com os encontrados por Carvalho et al (2011) e Pimentel et al (2014), que não encontraram diferença na composição do leite de vacas lactantes recebendo glicerina na sua dieta. E contradizem com os encontrados por Wilbert et al (2013) que, usando níveis de 0; 4; 8 e 12% de glicerina na dieta de vacas da raça Jersey, concluíram que o tratamento com 12% de glicerina aumentou a proteína do leite e a gordura, já os sólidos totais e lactose não tiveram variação significativa entre os tratamentos.

Em relação aos tempos despendidos com pastejo, ruminação, ócio e cocho (Tabela 14), não houve diferença significativa do uso da glicerina sobre estas variáveis do comportamento ingestivo dos animais, apresentando valores médios de 443,59; 494,52; 458,74 e 43,12 (min./dia), respectivamente. A ruminação compreende os processos de regurgitação, remastigação, reinsalivação e redeglutição, sendo estimulada pelo percentual de fibra efetiva na dieta (Allen, 1996).

**Tabela 14.** Tempo total gasto nas atividades de pastejo, ruminação, cocho e ócio de vacas lactantes, alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Atividade (min/dia)	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
Pastejo	420,62	426,25	460,00	467,50	443,59	12,14	0,240
Ruminação	523,75	475,62	480,62	498,12	494,52	14,23	0,529
Ócio	449,37	498,75	454,37	432,50	458,74	15,91	0,338
Cocho	46,25	39,37	45,00	41,87	43,12	13,52	0,115

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro.

Alguns fatores são citados como responsáveis pelas variações no tempo de pastejo, tempo de ruminação, cocho e ócio, como o nível de suplemento (Bremm et al.,

2008), estrutura do dossel forrageiro (Baggio et al., 2009; Teixeira et al., 2011; Zanine et al., 2009), teor de fibra em detergente neutro (Santos et al., 2006), a produção, o horário e o número de ordenhas (Balocchi et al., 2002), clima e o sistema de produção (Brâncio et al., 2003; Grant & Albright, 1995).

Dessa forma, o comportamento ingestivo pode influenciar a digestão dos alimentos e a sua taxa de passagem pelo trato gastrintestinal. Porém, os animais podem alterar seu comportamento ingestivo, modificando um ou mais dos seus componentes para superar condições limitantes ao consumo e obter a quantidade de nutrientes necessária (Fischer, 1996). A não diferenciação do tempo de alimentação no cocho já era esperada, uma vez que o suplemento era oferecido sempre no mesmo horário.

A variação na ingestão de MS aqui encontrada (Tabela 10) não refletiu sobre o comportamento ingestivo das vacas recebendo diferentes níveis de glicerina. Considerado um fator importante, por ser um coproduto oriundo da fabricação do biodiesel, com ampla variação em sua composição e se apresentar na forma líquida em temperatura ambiente, mudando a textura do concentrado à medida que é inclusa na dieta, que passa a apresentar uma forma pastosa e densa. Sendo assim, a semelhança entre as dietas contendo quantidades crescentes de glicerina é desejável, pois a utilização do coproduto não deve comprometer o comportamento dos animais em pastejo, assim como o funcionamento adequado do seu processo digestivo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Santana Junior et al. (2013), avaliando a inclusão de glicerina bruta (42,8% de glicerol), nos níveis de 4,5; 9,0; 13,5 e 18% na matéria seca, na dieta de vacas mestiças em pastagem de *Brachiaria brizantha* irrigada e adubada. Os autores não encontraram diferenças para os tempos despendidos com pastejo, ruminação, cocho e ócio, atribuindo esses resultados ao consumo de fibra em detergente neutro, que foi semelhante entre os tratamentos.

Houve efeito linear negativo para a eficiência de alimentação da matéria seca (EA), eficiência de alimentação dos nutrientes digestíveis totais (EANDT) e eficiência de ruminação dos nutrientes digestíveis totais (ERNDT), com o acréscimo de glicerina na dieta (Tabela 15). Seguindo a mesma tendência do CMS e CNDT (Tabela 10).

**Tabela 15.** Parâmetros de eficiência alimentar e mastigação merícica de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Eficiência	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
EA (g MS/h) <sup>7</sup>	22285,90	2186,89	1990,62	1797,35	<sup>4</sup>	10,35	0,001
EAFDNC (gFDN/h) <sup>8</sup>	971,81	993,28	1033,14	990,74	997,24	10,33	0,688
EANDT (gNDT/h) <sup>9</sup>	1495,62	1419,03	1171,58	954,03	<sup>5</sup>	14,44	0,001
ERU(g MS/h) <sup>10</sup>	1872,42	2046,09	1906,47	1695,219	1880,04	20,32	0,359
ERFDNC (gFDN/h) <sup>11</sup>	798,87	930,77	980,42	938,26	912,08	21,73	0,318
ERNDT(gNDT/h) <sup>12</sup>	1229,71	1327,45	1136,39	906,62	<sup>6</sup>	24,18	0,042
TMT (min/dia) <sup>13</sup>	990,62	941,25	985,62	1007,50	981,24	7,44	0,338
NBR (nº/dia) <sup>14</sup>	650,46	564,53	617,25	615,44	611,92	15,61	0,374
NMd (nº/dia) <sup>15</sup>	31189,33	28220,66	28791,64	30454,77	29664,10	17,02	0,619
NMb(nº/dia) <sup>16</sup>	59,23	60,40	59,44	61,28	60,08	13,22	0,951
TBR(seg/bolo) <sup>17</sup>	48,70	51,09	47,47	48,90	49,04	7,43	0,284

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro. <sup>4</sup> $Y = -23,742x + 2314,5$ ,  $R^2 = 0,98$ ; <sup>5</sup> $Y = -26,746x + 1540,9$ ,  $R^2 = 0,96$ ; <sup>6</sup> $Y = -16,576x + 1324,1$ ,  $R^2 = 0,69$ . <sup>7</sup>EA - eficiência de alimentação da matéria seca; <sup>8</sup>EAFDNC - eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro corrigida; <sup>9</sup>EANDT - Eficiência em alimentação nutrientes digestíveis totais; <sup>10</sup>ERU - eficiência de ruminação da matéria seca; <sup>11</sup>ERFDNC - eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro corrigida; <sup>12</sup>ERNDT - Eficiência de ruminação em nutrientes digestíveis totais; <sup>13</sup>TMT - tempo de mastigação total; <sup>14</sup>NBR - número de bolos ruminados por dia; <sup>15</sup>NMd - número de mastigações por dia; <sup>16</sup>NMb - número de mastigações por bolo e <sup>17</sup>TRB - tempo gasto por bolo ruminado.

Silva et al. (2005) afirmaram que a eficiência de alimentação depende da magnitude de variação do teor dos componentes fibrosos da dieta, e a eficiência de ruminação do alimento é afetada positivamente pela elevação da matéria seca da dieta.

Não houve efeito entre as dietas testadas sobre a eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro corrigida (EAFDNC), eficiência de ruminação da matéria seca (ERU) e eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro corrigida (ERFDNC) (Tabela 15). Essa não diferenciação está relacionada à falta de efeito sobre o tempo gasto com a atividade de ruminação.

Assim, a inclusão de diferentes níveis de glicerina na dieta não apresentou efeito sobre o tempo de mastigação total (TMT), número de bolos ruminados por dia (NBR) e número de mastigações por dia (NMd), não havendo também efeito para o número de mastigações por bolo (NMb) e tempo gasto por bolo ruminado (TBR). Esses resultados podem ser explicados por não ter ocorrido efeito sobre os tempos gastos com alimentação e ruminação.

A inclusão de glicerina na dieta (Tabela 16) não influenciou o número de período de pastejo (NPP), de ruminação (NPR), de ócio (NPO) e de cocho (NPC), apresentando valores médios de 7,37; 12,81; 14,87 e 2,34, respectivamente. Para o tempo gasto por período de pastejo (TPP), ruminação (TPR), em ócio (TPO) e cocho (TPC), também não houve efeito, com médias de 1,05; 0,65; 0,51 e 0,31 horas, respectivamente.

**Tabela 16.** Números de períodos e tempo de duração das atividades comportamentais de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Atividades Comportamentais	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
NPP (número/dia) <sup>4</sup>	7,50	7,62	7,12	7,25	7,37	19,24	0,890
NPR (número/dia) <sup>5</sup>	13,75	12,50	12,87	12,12	12,81	17,57	0,528
NPO (número/dia) <sup>6</sup>	15,12	15,62	15,25	13,50	14,87	19,23	0,117
NPC (número/dia) <sup>7</sup>	2,50	2,25	2,37	2,25	2,34	24,96	0,159
TPP (hora) <sup>8</sup>	1,04	0,97	1,09	1,10	1,05	20,84	0,753
TPR (hora) <sup>9</sup>	0,65	0,65	0,63	0,70	0,65	21,10	0,708
TPO (hora) <sup>10</sup>	0,50	0,54	0,50	0,53	0,51	26,91	0,772
TPC (hora) <sup>11</sup>	0,31	0,30	0,33	0,32	0,31	36,87	0,529

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro. <sup>4</sup>NPP – número de períodos de pastejo; <sup>5</sup>NPR – número de períodos de ruminação; <sup>6</sup>NPO – número de períodos de ócio; <sup>7</sup>NPC – número de períodos de cocho; <sup>8</sup>TPP – tempo por período de pastejo; <sup>9</sup>TPR – tempo por período de ruminação; <sup>10</sup>TPO – tempo por período de ócio e <sup>11</sup>TPO – tempo por período de cocho

Isso pode estar diretamente relacionado ao hábito alimentar dos bovinos, sendo que a quantidade de refeições e o tempo gasto com as mesmas estão diretamente relacionados. Uma vez que o pasto ofertado foi o mesmo para todos os animais e as dietas experimentais foram fornecidas em mesma quantidade e horário, era de se esperar que não houvesse variação entre o número de períodos gastos com as atividades de pastejo, ruminação, ócio e cocho, que também não teve variação entre os tempos despendidos com as mesmas (Tabela 14). Santana Junior et al. (2013) relataram que a elevação dos números de períodos das atividades promove menores tempos por período.

Ao avaliar o uso de glicerina bruta nos níveis 4; 8 e 12% na dieta de vacas mestiças confinadas, com média de produção de 15 Kg de leite e recebendo em sua alimentação a cana-de-açúcar como volumoso, Costa et al. (2014) não encontraram

influência das dietas testadas sobre o comportamento ingestivo dos animais, os autores justificam esse resultado pela semelhança no teor de FDN das dietas avaliadas.

Para as variáveis analisadas no balanço de compostos nitrogenados (Tabela 17), foi observada diferença no N ingerido (g/dia) e no N digerido (g/dia), tendo um efeito linear decrescente com a inclusão de glicerina na dieta. Esse efeito é explicado devido à redução no CMS entre as dietas, que conseqüentemente houve o mesmo efeito no consumo de proteína bruta. Não houve efeito das dietas para as variáveis N retido (g/dia), N retido (% N ing.), N retido (% N dig.), N digerido (% N ing.).

**Tabela 17.** Balanço de compostos nitrogenados de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Balanço de compostos nitrogenados	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
N ingerido (g/dia)	352,47	329,16	337,82	300,48	<sup>4</sup>	4,99	0,001
N fezes (g/dia)	74,23	74,56	78,40	67,71	73,72	16,44	0,386
N leite (g/dia)	89,88	94,08	90,32	79,74	88,50	20,51	0,453
N urina (g/dia)	18,49	16,12	17,48	16,81	17,22	27,94	0,788
N retido (g/dia)	169,86	144,39	151,61	136,20	150,51	17,64	0,108
N retido (% N ing.)	48,37	43,79	43,52	44,31	44,99	16,91	0,555
N digerido (g/dia)	278,23	254,60	259,42	232,76	<sup>5</sup>	7,55	0,001
N retido (% N dig.)	60,91	56,93	56,26	57,19	57,82	15,82	0,740
N digerido (% N ing.)	79,06	77,10	76,36	77,57	77,52	4,96	0,565
<b>Concentrações (g/dia)</b>							
N ureico na urina	118,94	122,01	129,83	116,18	121,74	26,94	0,854
N ureico no leite	9,13	9,64	9,79	9,07	<sup>6</sup>	16,42	0,003
N ureico no plasma	8,94	8,92	9,23	8,93	9,00	24,11	0,525

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coeficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro. <sup>4</sup> $Y = -2,1044x + 352,08$ ,  $R^2 = 0,75$ ; <sup>5</sup> $Y = -1,8799x + 275,99$ ,  $R^2 = 0,82$ ; <sup>6</sup> $Y = -0,0063x^2 + 0,1314x + 2,1045$ ,  $R^2 = 0,96$ .

Entre todos os nutrientes da dieta, a proteína é o de maior custo, portanto, é necessário fornecer em quantidade suficiente e que proporcione uma maior eficiência de sua utilização (Souza, 2015). Devido a isso, Russel et al. (1992) afirmam que há uma necessidade em maximizar o ponto de utilização dos compostos nitrogenados da dieta, reduzindo os custos de produção e minimizar as perdas desses compostos na urina e nas

fezes, bem como reduzir a poluição ambiental, a contaminação de lençóis freáticos, rios e lagos.

Para as variáveis N fezes (g/dia), N leite (g/dia), N urina (g/dia), não houve efeito da inclusão de glicerina na dieta, isso pode ser explicado pelo fato de que, segundo Azevedo et al. (2010), o excedente de N no rúmen é absorvido pelo epitélio ruminal, cai na corrente sanguínea, na qual uma parte é excretada pelas vacas através das fezes, urina e leite e a outra é reciclada pela saliva, dessa forma, quando houve o aumento de glicerina, pode ter aumentado a reciclagem de nitrogênio pela saliva, já que Van Soest (1994) e Hoffman et al. (2001) afirmaram que existe uma relação proporcional da ingestão de nitrogênio e a excreção de nitrogênio nas fezes e na urina, que não aconteceu nesse experimento, pois houve uma redução na ingestão de N e não houve diferença na excreção de N.

Apesar de apresentar um efeito diferente, o balanço de nitrogênio foi positivo para todos os tratamentos, indicando que houve retenção de nitrogênio pelo animal, não ocasionando perdas do tecido muscular, o que significa que as exigências de proteína foram supridas (Vasconcelos et al. 2010).

A ureia é a principal forma de eliminação do nitrogênio da dieta, que é formada a partir da amônia absorvida no rúmen (Van der Walt, 1993). Quando não tem um sincronismo na degradação de compostos nitrogenados em amônia pelos microrganismos com a utilização dessa amônia, a partir da digestão dos carboidratos, aumentam a excreção de compostos nitrogenados (ureia) (Huntington & Archibeque, 1999; Morrison & Mackie, 1996). Dessa forma, Roseler et al. (1993) e Hof et al. (1997) afirmam que o N-ureico do plasma e do leite são bons indicadores do equilíbrio ruminal entre N e energia para indicar o estado nutricional proteico e a eficiência de utilização de N.

De acordo com Santos et al. (2006), quanto maior a degradabilidade da proteína dietética, maior a produção de amônia ruminal e, conseqüentemente, maiores as concentrações de ureia no soro e no leite e as perdas nitrogenadas na urina e no leite, que apesar de o N ureico no plasma não ter dado significativo, numericamente teve o mesmo comportamento do N ureico no leite.

É consenso que há uma correlação positiva entre as concentrações de N ureico do plasma e de N ureico da urina, bem como entre a concentração de ureia na urina com a ingestão de N (Harmeyer & Martens, 1980; Van Soest, 1994), fator não observado neste estudo.



O volume urinário (Tabela 18) não foi afetado pela inclusão da glicerina na dieta. O mesmo efeito foi observado para as excreções urinárias de alantoína, purinas totais, purinas microbianas absorvidas, alantoína do leite e da urina, N microbiano e proteína bruta microbiana.

**Tabela 18.** Volume urinário, excreções de derivados de purina, produção de proteína microbiana e eficiência microbiana de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina na dieta

Item	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	7	14	21			
V. urinário (L/dia)	12,15	11,42	13,07	12,98	12,40	12,71	0,158
<b>Excreções urinárias (mmol/dia)</b>							
Alantoína	179,12	196,58	204,18	202,47	195,58	19,16	0,538
Ácido úrico	3,43	3,33	3,44	3,77	3,49	23,79	0,741
<b>Excreções leite (mmol/dia)</b>							
Alantoína	3,69	4,14	4,09	3,65	3,89	21,80	0,539
<b>Excreções (mmol/dia)</b>							
Purinas totais	186,32	203,90	211,53	209,40	202,78	18,49	0,539
Purinas mic. abs. <sup>5</sup>	173,44	194,10	202,83	200,76	192,78	22,83	0,539
<b>Em % das purinas totais</b>							
Alantoína total	96,00	96,34	96,38	96,56	96,32	0,89	0,627
Ác. úrico na urina	2,05	2,03	1,97	1,75	1,95	22,94	0,551
<b>Síntese de N e PB microbiana (g/dia)</b>							
N microbiano	126,09	141,12	147,47	145,96	140,16	22,83	0,539
PB microbiana	788,11	882,01	921,69	912,28	876,02	22,83	0,539
<b>Eficiência microbiana</b>							
g PB.kg <sup>-1</sup> NDT	77,22	90,03	109,17	127,35	<sup>4</sup>	30,20	0,016

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem e <sup>3</sup>Probabilidade de erro. <sup>4</sup> $Y = 2,4219x + 75,513$ ,  $R^2 = 0,99$ . <sup>5</sup>Purinas microbianas absorvidas.

Um fator que pode ter proporcionado a não diferença da excreção de urina é o ambiente, que foi igual para todos os tratamentos.

Segundo Gieseck et al. (1994); Gonda & Lindberg (1997), o fator que mais interfere na excreção de alantoína no leite é a produção de leite, contudo, outros fatores que poderiam influenciar a secreção de alantoína no leite incluem a ingestão de MS,

ingestão de energia e fluxo de N microbiano no duodeno. Entretanto, não foi observado esse comportamento neste trabalho, pois houve variação na produção de leite e não houve na excreção de alantoína no leite, além de apresentar diferenças no CMS e CNDT.

A eficiência da síntese de proteína microbiana foi afetada pela inclusão de glicerina, com um comportamento linear crescente, contudo, todos os tratamentos ficaram abaixo do preconizado pelo NRC (2001), que é de 130 g PBmic/kg de NDT e apenas o tratamento com 21% de glicerina ficou próximo ao que Pina et al. (2010), em condições tropicais, compilando vários estudos que utilizam animais para a produção de carne e leite, submetidos a diferentes condições de alimentação, recomendam para a eficiência microbiana de 120 g / kg de NDT como referência para condições tropicais. Esse efeito pode ser explicado, pois deve ter ocorrido uma melhor sincronia entre a quantidade de nitrogênio no rumem com a quantidade de energia disponível.

Observa-se, na tabela 19, que a renda bruta por animal foi maior no tratamento com 7% de glicerina, apresentando a mesma tendência da produção de leite, que teve efeito quadrático.

O custo operacional efetivo (COE), que é o indicador do quanto de recurso financeiro o sistema de produção necessita para cobrir as despesas efetivas a curto prazo, apresentou o mesmo comportamento da renda bruta, mesmo havendo um aumento no custo do concentrado com acréscimo da glicerina na dieta, esse fato pode ser explicado pelo menor consumo de MS pelos animais. As médias do custo operacional total e do custo total, que abrange a depreciação de bens e remuneração de capital, foram semelhantes ao COE, uma vez que não houve variação quanto ao uso dos animais e infraestrutura durante o período experimental.

Houve uma flutuação quanto ao custo total por animal e por litro de leite produzido, esses valores podem ser justificados pela variação do consumo, produção de leite (que teve efeito quadrático) e pelo custo do concentrado que aumentou de acordo a inclusão crescente da glicerina (0,87; 1,03; 1,20; 1,38) para os tratamentos 0, 7, 14 e 21%, respectivamente, contudo, o lucro total por animal e unitário por kg/ litro de leite produzido foi positivo em todos os tratamentos avaliados, decrescendo à medida que se aumentava o nível de glicerina na dieta, sendo economicamente viável, nas condições da presente pesquisa, confirmando, assim, a importância do custo da alimentação, num sistema de produção de leite.

O custo de produção é importante, pois determina a permanência ou investimento dos produtores na atividade, além de ser uma variável que facilita a comparação entre propriedades.

Costa et al. (2013), em avaliação bioeconômica da inclusão de glicerina bruta, nos níveis 0, 4, 8 e 12% na matéria seca total da dieta de vacas mestiças confinadas, recebendo como volumoso cana-de-açúcar e com média de produção de 15 kg de leite/dia, encontraram aumento na renda bruta por animal à medida que se elevava o nível de glicerina, fato explicado pelo aumento linear na produção de leite. Verificaram ainda que o COE e o custo operacional efetivo total decresceu, pois o custo com o concentrado diminuiu à medida que se aumentou o nível de glicerina, sendo lucrativo.

**Tabela 19.** Renda bruta, custo operacional efetivo, custo operacional total, custo total, lucro por vaca por dia

Indicador econômico	Unidade <sup>1</sup>	Preço unitário (R\$)	Nível de glicerina (%)							
			0		7		14		21	
			Quant.	Valor	Quant.	Valor	Quant.	Valor	Quant.	Valor
<b>1-Renda bruta (RB)</b>										
Venda de leite	Kg	1,20	18,25	21,90	18,32	21,98	17,31	20,77	15,38	18,45
Venda de esterco	Kg	0,04	44,38	1,77	44,64	1,78	44,52	1,78	42,54	1,70
Total				23,67		23,76		22,55		20,15
<b>2-Custo</b>										
<b>2.1-Custo operacional efetivo (COE)</b>										
Mão de obra	d/h	40,00	0,125	5	0,125	5	0,125	5	0,125	5
Concentrado 0%	Kg/MS	0,87	7,76	6,79	7,22	7,49	5,08	6,14	3,15	4,36
Concentrado 7%	Kg/MS	1,03								
Concentrado 14%	Kg/MS	1,20								
Concentrado 21%	Kg/MS	1,38								
Pasto	Kg/MS	0,05	8,50	0,42	9,15	0,45	10,64	0,53	8,00	0,4
Energia	KW/h	0,08	6,56	0,52	6,56	0,52	6,56	0,52	6,56	0,52
Medicamentos				1,83		1,83		1,83		1,83
Reparo de benfeitorias	R\$			0,31		0,31		0,31		0,31
Reparo de máquinas e equipamentos	R\$			0,06		0,06		0,06		0,06
<b>Subtotal</b>				14,93		15,66		14,39		12,48

**Tabela 19.** Continuação...

<b>2.2-Custo operacional total</b>					
2.2.1 – Custo operacional efetivo	R\$	14,93	15,66	14,39	12,48
2.2.2 – Depreciação de benfeitoria	R\$	0,25	0,25	0,25	0,25
2.2.3 – Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$	0,30	0,30	0,30	0,30
<b>Subtotal</b>		15,48	16,21	14,94	13,03
<b>2.3-Custo total (CT)</b>					
2.3.1 – Custo operacional total	R\$	15,48	16,21	14,94	13,03
2.3.2 – Juros sobre capital	R\$	1,50	1,50	1,50	1,50
Custo total por animal	R\$	17,01	17,75	16,46	14,56
Custo unitário por kg/leite produzido	R\$/kg	0,93	0,96	0,95	0,94
Participação do COE/CT	%	87,87	88,37	87,43	85,83
Gasto com alimentação	R\$	7,22	7,95	6,67	4,76
Gasto com alimentação/COE	%	42,44	44,82	40,52	32,74
Gasto com concentrado/RB	%	28,70	31,55	27,22	21,67
COE/RB	%	63,15	65,99	63,85	62,00
Margem bruta	R\$	8,72	8,08	8,15	7,65
Margem líquida	R\$	8,15	7,51	7,58	7,09
Lucro total/animal	R\$	6,65	6,01	6,08	5,59
Lucro unitário/kg de leite produzido	R\$/kg	0,36	0,32	0,35	0,36

**Tabela 20.** Taxa interna de retorno (TIR) mensal e valor presente líquido (VPL) para taxas de retorno de 6, 10 e 12%, respectivamente, para um ano

Indicador econômico	Nível de glicerina (% MS)			
	0	7	14	21
Taxa interna de retorno (%)	2,10	1,93	1,95	1,82
Valor presente líquido 6%	17.237,01	15.458,52	15.649,33	14.284,35
Valor presente líquido 10%	13.307,52	11.572,16	11.758,34	10.426,46
Valor presente líquido 12%	11.410,22	9.695,95	9.879,87	8.564,18

A taxa interna de retorno (TIR) foi influenciada pelo lucro total por animal, decrescendo à medida que se aumentou a inclusão de glicerina (Tabela 20), apresentando maior valor (2,10% ao ano) no tratamento 0%, porém, sendo positiva em todos os tratamentos testados, demonstrando a viabilidade do sistema, que se torna viável quando a sua TIR for igual ou maior que zero.

O cálculo do valor presente líquido (VPL) indica que este investimento é viável para todas as taxas de desconto, utilizadas em todas as dietas, sendo mais interessante investir na atividade leiteira, quando comparada com o custo de oportunidade de todas as taxas juros testadas. Quando comparada o VPL com outra aplicação financeira de baixo risco, como a caderneta de poupança, pode-se considerar que o sistema de criação utilizado é viável. Esses resultados demonstram que é interessante para os pecuaristas investirem na implantação de sistemas de produção de leite a pasto, com o uso de suplementação contendo coprodutos oriundos da produção do biodiesel. Contudo, esses resultados podem ser atribuídos ao fato de ter ocorrido um consumo linear decrescente de concentrado e linear crescente de pasto, diminuindo os custos com a alimentação.

## VI CONCLUSÕES

Recomenda-se a inclusão de até 5,45% de glicerina loira em dietas para vacas lactantes em pastejo, pois até esse nível o desempenho produtivo dos animais não é prejudicado.

A análise econômica do presente estudo indica que todos os tratamentos testados são economicamente viáveis.

## VII REFERÊNCIAS

ALLEN, M. S. Physical constraints on voluntary intake of forage by ruminants. **Journal of Animal Science**, n.74, p.3063–3075, 1996.

AZEVEDO, E.B.; PATIÑO, H.O.; SILVEIRA, A.L.F.; LÓPEZ, J.; NÖRNBERG, J.L.; BRÜNING, G. Suplementação nitrogenada com ureia comum ou encapsulada sobre parâmetros ruminais de novilhos alimentados com feno de baixa qualidade. **Ciência Rural**, v.40, n.3, p.622-627, 2010.

BAGGIO, C.; CARVALHO, P. C. F.; SILVA, J. L. S.; ANGHINONI, I.; LOPES, M. L. T.; THUROWET. Padrões de deslocamento e captura de forragem por novilhos em pastagem de azevém-anual e aveia-preta manejada sob diferentes alturas em sistema de integração lavoura-pecuária. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.38, n.2, p.215-222, 2009.

BALOCCHI, O.; PULIDO, R.; FÉRNANDEZ, J. Comportamiento de vacas lecheras en pastoreo con y sin suplementación com concentrado. **Agricultura Técnica**, v.62, n.1, p.87-98, 2002.

BOYD, J.; WEST, J.W.; BERNARD, J.K. Effects of increasing concentrations of dietary glycerol on ruminal environment and digestibility in lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, n.1, p.88, 2009.

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

BRASIL. Instrução Normativa nº 62, de Regulamento Técnico de Produção, Identidade e Qualidade do Leite tipo A, Leite Cru Refrigerado, Leite Pasteurizado e o Regulamento Técnico da Coleta de Leite Cru Refrigerado e seu Transporte a Granel. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 30 dez. 2011.

BREMM, C.; SILVA, J.H.S.; ROCHA, M.G.; ELEJALDE, D.A.G.; NETO, R.A.O.; CONFORTIN, A.C.C. Comportamento ingestivo de ovelhas e cordeiras em pastagem de azevém-anual sob níveis crescentes de suplementação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, n.12, p.2097-2106, 2008.

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



CARVALHO, E.R.; SCHELZ-ROBERTS, N.S.; WHITE, H.M.; DOANE, P.H.; DONKIN, S.S. Replacing corn with glycerol in diets for transition dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.94, n.2, p.908-916, 2011.

COSTA, L.T.; SILVA, F.F.; PIRES, A.J.V.; BONOMO, P.; RODRIGUES, E.S.O.; SOUZA, D.D.; ROCHA NETO, A.L.; SILVA, R.R.; SCHIO, A.R. Análise bioeconômica de níveis de glicerina bruta em dietas de vacas lactantes alimentadas com cana-de-açúcar. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.34, n.2, p.833-844, 2013.

COSTA, L.T.; SILVA, F.F.; PIRES, A.J.V.; BONOMO, P.; RODRIGUES, E.S.O.; SOUZA, D.D.; MATEUS, R.; SILVA, R.R.; SCHIO, A.R. Ingestive behavior of lactating cows fed sugarcane and crude glycerin levels on the diet. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.4, p.2597-2604, 2014 (suplemento).

DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R. et al. Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Bovinos em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, p.1763-1777, 2003, suplemento 1.

DETMANN, E.; VALADARES FILHO, S.C. On the estimation of non-fibrous carbohydrates in feeds and diets. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.62, n.4, p.980-984, 2010.

DETMANN, E.; SOUZA, M.A.; VALADARES FILHO, S.C.; QUEIROZ, A.C.; BERCHIELLI, T.T.; SALIBA, E.O.S.; CABRAL, L.S.; PINA, D.S.; LADEIRA, M.M.; AZEVEDO, J.A.G. **Métodos para análise de alimentos - INCT - Ciência Animal**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2012. 214p.

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 cow. **Journal of Dairy Science**, Champaign, v.92, n.10, p.5111-5119, 2009.

EZEQUIEL, J.M.B.; SANCARANI, J.B.D.; MACHADO NETO, O.R.; DA SILVA, F.Z.; ALMEIDA, M.T.C.; SILVA, D.A.V.; VAN CLEEF, F.O.S.; VAN CLEEF, E.H.C.B. Effects of high concentrations of dietary crude glycerin on dairy cow productivity and milk quality. **Journal of Dairy Science**, v.98, n.11, p.8009-8017, 2015.

FISCHER, V. **Efeitos do fotoperíodo, da pressão de pastejo e da dieta sobre o comportamento ingestivo de ruminantes**. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996. 243p. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1996.

GARDNER, A.L. **Técnicas de pesquisa em pastagem e aplicabilidade de resultados em sistema de produção**. Brasília: IICA/EMBRAPA CNPGL. p.197- 205. 1986.

GARY, L.A., SHERRITT, G.W., HALE, E.B. Behavior of Charolais cattle on pasture. **Journal of Animal Science**, v.30, p.303-306, 1970.

GIESECKE, D., EHRENTREICH, L., STANGASSINGER, M. Mammary and renal excretion of purine metabolites in relation to energy intake and milk yield in dairy cows. **J. Dairy Sci.**, 77(8):2376-2381. 1994.

GONDA, H.L., LINDBERG, J.E. Effect of diet on milk allantoin and its relationship with urinary allantoin in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, 80(2):364-373, 1997.

GONZÁLEZ, F.H.D. Composição bioquímica do leite e hormônios da lactação. In: USO DO LEITE PARA MONITORAR A NUTRIÇÃO E O METABOLISMO DE VACAS LEITEIRAS, **Anais...** Porto Alegre: 2001. p.5-21.

GONZALEZ, H. L.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; STUMP JÚNIOR, W.; GOMES, J. F.; FAGUNDES, C. M.; SILVA, M. A. Comparação da qualidade do leite em diferentes sistemas de produção da bacia leiteira de Pelotas, RS. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 4, p. 475-482, 2006.

GRANT, R.J.; ALBRIGHT, J.L. Feeding behaviour and management factors during the transition period in dairy cattle. **Journal of Animal Science**, v.73, n.9, p.2791-2803, 1995.

HALL, M.B. **Neutral detergent-soluble carbohydrates**. Nutritional relevance and analysis. Gainesville: University of Florida, 2000. 76p.

HOFFMAN, P. C.; ESSER, N. M.; BAUMAN, L. M.; DENZINE, S. L.; ENGSTROM, M.; CHESTER-JONES, H. Short communication: effect of dietary protein on growth and nitrogen balance of Holstein heifers. **Journal of Dairy Science**, v.84, p.843-847, 2001.

JOBIM, C.C; SANTOS, G.T. A qualidade da silagem como determinante da produção e da qualidade do leite. In: SANTOS, G.T; UHLIG, L.; BRANCO, A.F.; JOBIM, C.C.; DAMASCENO, J.C.; CECATO, U. **Bovinocultura de leite: Inovação Tecnológica e Sustentabilidade**. Maringá: Ed. UEM, p.203-219., 2008.

HARMEYER, J.; MARTENS, H. Aspects of urea metabolism with reference to the goat. **Journal of Dairy Science**, v.63, p.1707-1728, 1980.

HODGSON, J. **Grazing management science into practice**. Essex: Lougman Group UK Ltda., 1990. 203p.

HOF, G.; VERVOORN, M.D.; LENAERS, P.J. et al. Milk urea nitrogen as a tool to monitor the protein nutrition of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, p.3333-40, 1997.

HUNTINGTON, G.B.; ARCHIBEQUE, S.L. Practical aspects of urea and ammonia metabolism in ruminants. In: AMERICAN SOCIETY OF ANIMAL SCIENCE, 1999, Raleigh. **Proceedings...** Raleigh: American Society of Animal Science, 1999. p.01-11.

LEÃO, J.P.; NEIVA, J.N.M.; PAULINO, P.V.R.; SANTANA, A.E.M.; MIOTTO, F.R.C.; MISSIO, R.L. Consumo e desempenho de bovinos de aptidão leiteira em

confinamento alimentados com glicerol. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.13, n.4, p.421-428, 2012.

LOMANDER, H.; FROSSLING, J.; INGVARTSEN, K.L.; GUSTAFSSON, H.; SVENSSON, C. Supplemental feeding with glycerol or propylene glycol of dairy cows in early lactation-effects on metabolic status, body condition, and milk yield. **Journal of Dairy Science**, v.95, n.5, p.2397-2408, 2012.

MATSUNAGA, M.; BEMELMANS, P.F.; TOLEDO, P.E.N. Metodologia de custo de produção utilizado pelo IPEA. **Agricultura em São Paulo**, v.23, n.1, p.123-139, 1976.

MORRISON, M.; MACKIE, R.I. Nitrogen metabolism by ruminal microorganisms: current understanding and future perspectives. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.47, n.2, p.227-246, 1996.

MERTENS, D.R. Regulation of forage intake. In: FAHEY Jr., G.C. (Ed.) **Forage quality, evaluation and utilization**. Madison: American Society of Agronomy, p.450-493, 1994.

MERTENS, D.R. Creating a system for meeting the fiber requirements of dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.7, p.1463-1481, 1997.

MERTENS, D.R. Gravimetric determination of amylase-treated neutral detergent fiber in feeds with refluxing beakers or crucibles: collaborative study. **Journal of AOAC International**, v.85, p.1217-1240, 2002.

MINSON, D.J. **Forage in ruminant nutrition**. San Diego: Academic Press, 1990. 483p.

MÜHLBACH, P.R.F. **Produção e manejo de bovinos de leite**. Porto Alegre: UFRGS, 2004. 119p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. **Nutrient requirements of beef cattle**. 7.ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 1996. 242p.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL – NRC. **Nutrient requirements of dairy cattle**. 7 ed. Washington, D.C.: National Academy Press, 2001. 381p.

PIMENTEL, L.R.; MARCONDES, M.I.; SILVA, M.V.; SIQUEIRA, J.G.; BRAHIM, M.C. Inclusão da glicerina bruta na dieta de vacas da raça Holandesa sobre o consumo, produção e composição do leite. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.35, n.3, p.1439-1446, 2014.

PINA, D.S.; VALADARES FILHO, S.C.; TEDESCHI, L.O.; BARBOSA, A.M.; AZEVÊDO, J.A.G.; VALADARES, R.F.D.; SOUZA, N.K.P.; FONSECA, M.A. Níveis de inclusão e tempo de exposição da cana-de-açúcar ao óxido de cálcio sobre parâmetros digestivos e o desempenho de novilhas Nelore. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.648-656, 2011.

REIS, A.M.; COSTA, M.R.; COSTA, R.G.; SUGUIMOTO, H.H.; SOUZA, C.H.B.; ARAGON-ALEGRO, L.C.; LUDOVICO, A.; SANTANA, E.H.W. Efeito do grupo racial e do número de lactações sobre a produtividade e a composição do leite bovino. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.33, p.3421-3436, 2012. Suplemento 2.

ROSELER, D.K. et al. Dietary protein degradability effects on plasma and milk urea nitrogen and milk nonprotein nitrogen in Holstein cows. **Journal Dairy Science**, Savoy, v.76, n.2, p.525-534, 1993.

RUSSELL, J.B. et al. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **J. Anim. Sci.**, Savoy, v. 70, n. 11, p. 3551- 3561, 1992.SAEG. SAEG: sistema para análises estatísticas, versão 9.1. Viçosa: UFV, 2007.

SANTANA JÚNIOR, H.A.; SILVA, R.R.; CARVALHO,G.G.P.; CARDOSO, E.O.; MENDES, F.B.L.; PINHEIRO, A.A.; ABREU FILHO, G.; DIAS, D.L.S.; BARROSO, D.S.; SILVA, F.F.; TRINDADE JÚNIOR,G. Comportamento ingestivo de novilhas suplementadas a pasto sob nutrição compensatória. **Archivos de Zootecnia**, Cordoba, v.62, n.237, p.61-71, 2013.

SANTOS, E. M.; ZANINE, A. M.; PARENTE, H. N.; FERREIRA, D. J.; ALMEIDA J. C. C. Comportamento ingestivo de bezerras (Holandês x Zebu) sob pastejo no cerrado goiano. **Ciência Animal Brasileira**, Goiânia, v.7, n.2, p.143-151, 2006.

SANTOS, F.A.P. **Metabolismo de Proteínas**. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; 440 OLIVEIRA, S.G. (Ed.). Nutrição de Ruminantes. Jaboticabal: Fundep, 2006. p.255-286.

SILVA, J.F.C., LEÃO, M.I. **Fundamentos de nutrição dos ruminantes**. Piracicaba: Livroceres. 380p., 1979.

SILVA, H.G.O.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; VELOSO, C.M.; CARVALHO, G.G.P.; CEZÁRIO, A.S.; SANTOS, C.C. Farelo de cacau (*Theobroma cacao* L.) e torta de dendê (*Elaeis guineensis*, Jacq) na alimentação de cabras em lactação: consumo e produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.5, p.1786-1794, 2005.

SILVA, G.M.da.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R.; TEIXEIRA, F.A.; SOUZA, D.R.; SCHIO, A.R.; MATEUS, R.G.; MENESES, M.A.; SOUZA, D.D.; OLIVEIRA, J.S.O.; RODRIGUES, E.S.O.; PONDÉ, W.P.S.T.S. Glicerina bruta na dieta de novilhas Nelore em pastejo no período seco. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.36, n.1, p.467-484, 2015.

SKLAN, D.; ASHKENNAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORN, A.; TABORI, K. Fatty acids, calcium soaps of fatty acids, and cottonseeds fed to high yielding cows. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.9, p.2463-2472, 1992.

SOUZA, D.D. **Farelo de mamona em dietas de vacas leiteiras em pastejo**. Dissertação apresentada a Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, UESB, Itapetinga-BA, 11 p. 2015.

TEIXEIRA, F. A.; BONOMO, P.; PIRES, A. J. V.; SILVA, F. F.; MARQUES, J. A.; SANTANA JUNIOR, H. A. Padrões de deslocamento e permanência de bovinos em pastos de *Brachiaria decumbens* diferidos sob quatro estratégias de adubação. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v.40, n.7, p.1489-1496, 2011.

VAGNONI, D.B.; BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K.; HATFIELD, R.D. Excretion of purine derivatives by Holstein cows abomasally infused with incremental amounts of purines. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.8, p.1695-1702. 1997.

VALADARES, R.F.D.; BRODERICK, G.A.; VALADARES FILHO, S.C.; CLAYTON, M.K. Effect of replacing alfalfa silage with high moisture corn on ruminal protein synthesis estimated from excretion of total purine derivatives. **Journal of Dairy Science**, v.82, n.12, p.2686-2696, 1999.

VAN der WALT, J.G. Nitrogen metabolism of the ruminant liver. **Australian Journal of Agricultural Research**, v.44, n.3, p.381-403, 1993.

VAN SOEST, P.J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2 ed. Ithaca, New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

VASCONCELOS, A.M.; LEÃO, M.I.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; DIAS, M.; MORAIS, D.A.E.F. Parâmetros ruminais, balanço de compostos nitrogenados e produção microbiana de vacas leiteiras alimentadas com soja cru e seus subprodutos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.39, n.2, p.425-433, 2010.

WANG, C.; LIU, Q.; YANG, W.Z.; HUO, W.J.; DONG, K.H.; HUANG, Y.X.; YANG, X.M.; HE, D.C. Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, Amsterdam, v.151, n.1, p.12-20, May. 2008.

WANG, C.; LIU, Q.; HUO, W.J.; YANG, W.Z.; DONG, K.H.; HUANG, Y.X.; GUO, G. Effects of glycerol on rumen fermentation, urinary excretion of purine derivatives and feed digestibility in steers. **Livestock Science**. v.121, p.15-20, 2009.

WILBERT, C.A.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J.; SCHAFHAUSER, J. Crude glycerin as an alternative energy feedstuff for dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v.183, p.116-123, 2013.

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

ZANELA, M. B.; FISCHER, V.; RIBEIRO, M. E. R.; STUMPF JUNIOR, W.; ZANELA, C.; MARQUES, L. T.; MARTINS, P. R. G. Qualidade do leite em sistemas de produção na região Sul do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.1, p.153-159, 2006.

ZANINE, A. M.; VIEIRA, B. R.; FERREIRA, D. J.; VIEIRA, A. J. M.; LANA, R. P.; CECON, P. R. Comportamento ingestivo de vacas Girolandas em pastejo de *Brachiaria brizantha* e *Coast-cross*. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, Salvador, v.10, n.1, p.85-95, 2009.