



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

**MURILO DE ALMEIDA MENESES**

**2017**



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA - UESB**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ZOOTECNIA - PPZ**  
**CAMPUS DE ITAPETINGA**

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

**Autor: Murilo de Almeida Meneses**

**Orientador: Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva**

**ITAPETINGA  
BAHIA - BRASIL  
2017**

**MURILO DE ALMEIDA MENESES**

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

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

Orientador:

Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva

Co-orientadores:

Prof. D.Sc. Fábio Andrade Teixeira

Prof. D.Sc. Robério Rodrigues Silva

**ITAPETINGA  
BAHIA - BRASIL  
2017**

636.085 Meneses, Murilo de Almeida.  
M499g Glicerina loira em dietas para vacas lactantes confinadas. / Murilo de Almeida  
Meneses. – Itapetinga-BA: UESB, 2017.

74f.

Tese apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de DOUTOR EM ZOOTECNIA, ao Programa de Pós-graduação em Zootecnia da Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Sob a orientação do Prof. D.Sc. Fabiano Ferreira da Silva e co-orientação do Prof. D.Sc. Fábio Andrade Teixeira e Prof. D.SC. Robério Rodrigues Silva.

1. Glicerol nos ruminantes – Comportamento - Desempenho. 2. Leite - Viabilidade. 3. Biodiesel. I. Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia - Programa de Pós-Graduação de Doutorado em Zootecnia, *Campus* de Itapetinga. II. Silva, Fabiano Ferreira da. III. Teixeira, Fábio Andrade. IV. Silva, Robério Rodrigues. V. Título.

**CDD(21): 636.085**

Catálogo na Fonte:

Adalice Gustavo da Silva – CRB 535-5ª Região  
Bibliotecária – UESB – Campus de Itapetinga-BA

Índice Sistemático para desdobramentos por Assunto:

1. Glicerol nos ruminantes – Comportamento - Desempenho
2. Leite - Viabilidade
3. Biodiesel

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

Campus Itapetinga-BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

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

**Autor (a):** Murilo de Almeida Meneses

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

**Co-orientador (a):** Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira

Prof. Dr. Robério Rodrigues Silva

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

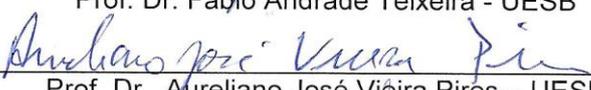


Prof. Dr. Fabiano Ferreira da Silva – UESB

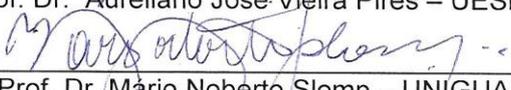
Orientador



Prof. Dr. Fábio Andrade Teixeira - UESB



Prof. Dr. Aureliano José Viéira Pires – UESB



Prof. Dr. Mario Noberto Slomp – UNIGUAÇU



Dr. Lucas Teixeira Costa - INOVAPEC

Data de realização: 01 de fevereiro de 2017.

## REFLEXÕES

*"Sonhar, nunca desistir*

*Ter fé, pois fácil não é e nem vai ser*

*Tentar até se esgotar suas forças... "*

*MC 9/19*

---

*"Não fui eu que ordenei a você?*

*Seja forte e corajoso!*

*Não se apavore nem desanime, pois o Senhor, o seu Deus,  
estará com você por onde você andar "*

*Josué 1:9*

---

*"O heroísmo não consiste em não ter medo, mas superá-lo "*

*Roberto Gómez Bolaños*

---

*"O sucesso não é a chave para a felicidade.*

*A felicidade é a chave para o sucesso. "*

*Albert Schweitzer*

---

*"Nas grandes batalhas da vida, o primeiro passo para a  
vitória é o desejo de vencer" Mahatma Gandhi*

*Aos meus pais Ubaldino e Ana Célia, por tudo que representam em minha vida;*

*À minha esposa Laila, pelo amor e apoio incondicional;*

*À minha irmã Anne Carolinne, Thiago e Cissi, pela torcida e incentivo;*

*À minha Vó Almerinda (in memoriam);*

*Aos meus tios Jianeto Jorge, Juvenal e Jurandy Menezes, pelo exemplo de vida e incentivo;*

*À minha família, pela força e incentivo;*

*Aos meus professores, pelas amizades e ensinamentos passados nessa trajetória.*

**DEDICO**

*Ao meu orientador, Prof. Fabiano Ferreira da Silva, e toda nossa equipe de pesquisa.*

**OFEREÇO**

## AGRADECIMENTOS

*Agradeço primeiramente à Deus, pela presença permanente em minha vida, uma companhia simplesmente essencial para enfrentar as batalhas e realizar mais esse sonho; Obrigado senhor!*

*Aos meus pais **Ubaldo e Ana Célia**, pela companhia incondicional com a qual posso contar em todos os momentos, pelo incentivo, conselhos, pela força, educação, amizade e por acreditar no meu potencial, sempre fazendo o possível e o impossível para que nada me faltasse. Amo vocês!*

*À minha irmã **Anne, Thiago e Cissi**, pela torcida e apoio sempre que preciso;*

*À minha esposa **Laila**, pelo amor, pelo carinho e por ser essa companheira maravilhosa, que sempre faz questão de estarmos juntos, independente da situação que a vida nos proporcione. Te Amo!!!*

*Aos meus tios **Jianeto Jorge, Jurandy e Juvenal**, que são verdadeiros amigos, pelo apoio, incentivo e preciosos conselhos que foram indispensáveis durante toda essa caminhada;*

*À **Teté** bem presente na minha vida desde os primeiros passos;*

*À **Tia Lucinha** pelo apoio e grande amizade que construímos muito importante nos momentos de distração e desabafo;*

*À minha **Vó Almerinda** (in memoriam), por ter sido uma pessoa maravilhosa que me ensinou muito e que vou levar para sempre comigo. Nunca esqueço quando eu ia me despedir dela para viajar para Itapetinga, ela me abraçava colocava um trocado em meu bolso e dizia: “Toma aqui um dinheirinho para você merendar”, sei que, onde quer que esteja, a senhora está muito feliz com mais essa vitória.*

*À **Caio** que além de primo é um grande amigo sempre presente na torcida;*

*À **tia Marcinha, tio Joca, Lucas e Luiza**, que fizeram parte de toda essa caminhada, sempre dando apoio e incentivo, enfim, representando uma família dentro de Itapetinga. Hoje um pouco distante fisicamente mais nunca ausentes. Muito obrigado!*

*À **Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia** e ao **Programa de Pós-Graduação em Zootecnia**, pela oportunidade de realização deste curso;*

*À **FAPESB** – Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia, pela concessão da bolsa;*

*Ao professor e orientador D.Sc. **Fabiano Ferreira da Silva**, por ser além de tudo um amigo, com o qual sei que posso contar sempre que precisar. Um exemplo de*

*orientador, sempre acessível, com muita atenção, responsabilidade, incentivo e carinho para com todos os seus orientados, na transmissão dos conhecimentos; Agradeço também por ter disponibilizado a fazenda **Valeu o Boi** para realização do experimento;*

*À grande amiga **Jack**, sempre presente, acreditando, incentivando e torcendo durante toda essa caminhada;*

*Aos meus co-orientadores, D.Sc. **Robério Rodrigues Silva** e D.Sc. **Fábio Andrade Teixeira**, pela orientação, incentivo e confiança;*

*Aos professores **Aureliano e Mara**, que disponibilizaram os laboratórios de Forragem e Lafa para realização das análises, sempre presentes e dispostos a ajudar e contribuir nas pesquisas;*

*Aos professores do Programa de Pós-graduação em Zootecnia, pela amizade e pelos conhecimentos adquiridos em suas disciplinas;*

*Aos membros do colegiado do Programa de Pós-graduação em Zootecnia (PPZ) da UESB, colegiado este no qual fui membro como representante dos discentes.*

*Às secretárias do colegiado do PPZ, Raquel e Roberta, por estarem sempre dispostas a nos ajudar;*

*Aos membros da banca, pelo tempo disponibilizado para ajudar na construção desse sonho;*

*Aos amigos do Setor de Bovinocultura, **Pelezinho, Juracy e Tim**, sempre presentes durante essa trajetória;*

*Aos amigos da fazenda **Valeu o Boi**, Romildo, Dalva, Ruan, Leila e Gabriel muito importantes durante toda a condução do experimento.*

*Aos meus amigos do PPZ Alex Schio, Danilão, Rodrigão, Mojim, Lizão, Vinição, Daniel, Rita Kelly, Eli, Ed, Dica, Da jega, Dani, Leidiane, Lígia, Gonça, Julinessa, Lohanne, Aline, Motinha, George, Jansen, Ob...*

*Aos amigos de IC, muito importantes na condução do experimento: Jemima, Taty, Bismarck, Perna, Cria, Luan, Ingrid, Andressa, Nadjane. Muito obrigado pela colaboração galera!!!*

*Ao meu amigo **Zé do laboratório de forragem**, muito obrigado Zé, pela grande amizade e confiança que foram construídas, pelo auxílio, apoio e dedicação nas análises;*

*À **Minnie e Maya**, vocês sem duvida nenhuma foram muito importantes durante toda essa caminhada!*

*A todos os meus familiares pela torcida, pelo apoio e incentivo durante toda essa trajetória;*

*Enfim, agradeço a todos que, de uma maneira ou de outra, colaboraram para a realização desse sonho!!!*

***A todos, meu muito obrigado!!!***

## **BIOGRAFIA**

*Murilo de Almeida Meneses, filho de Ubaldino de Souza Meneses e Ana Célia de Almeida Meneses, nasceu em 17 de abril de 1986, em Jequié, Bahia.*

*Em 2005, iniciou o curso de Zootecnia na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), campus de Itapetinga, finalizando-o em janeiro de 2011.*

*Em 2011, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Mestrado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – (UESB), campus de Itapetinga, finalizando-o em março de 2013.*

*Em março de 2013, iniciou o curso de Pós-Graduação em Zootecnia – Doutorado em Zootecnia, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Concentração em Produção de Ruminantes, submetendo-se à defesa de Tese em 01 de fevereiro de 2017, para obter o título de “Doutor em Zootecnia”.*

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS.....	x
LISTA DE TABELAS.....	xi
RESUMO.....	xii
ABSTRACT .....	xiii
I – REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
1 – INTRODUÇÃO.....	14
2 – REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 – Produção de biodiesel no Brasil.....	16
2.2 – Biodiesel.....	16
2.3 – Caracterização da glicerina “bruta” e “loira”.....	18
2.4 – Metabolismo do glicerol nos ruminantes.....	20
2.5 – Glicerina na dieta de vacas leiteiras confinadas.....	22
2.6 – Silagem de milho na dieta de vacas leiteiras em confinamento.....	24
2.7 – Viabilidade econômica de vacas lactantes em confinamento.....	26
3 – REFERÊNCIAS.....	28
II – OBJETIVOS GERAIS.....	33
III – OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	33
IV – MATERIAL E MÉTODOS.....	34
V – RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	45
VI – CONCLUSÃO.....	67
VII – REFERÊNCIAS.....	68

## LISTA DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1</b> – Reação global de transesterificação dos triglicerídeos.....	17
<b>Figura 2</b> – Fluxograma do processo de produção de biodiesel.....	17
<b>Figura 3</b> – Representação da molécula de glicerina.....	19

## LISTA DE TABELAS

	Página
<b>Tabela 1</b> – Proporções de ingredientes com base na matéria seca e razão volumoso:concentrado para vacas em lactação, alimentadas diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	34
<b>Tabela 2</b> - Composição químico-bromatológica da silagem e dietas experimentais	35
<b>Tabela 3</b> – Composição química da glicerina loira.....	36
<b>Tabela 4</b> – Preço médio de venda dos produtos no período experimental.....	42
<b>Tabela 5</b> – Preços de insumos e serviços utilizados no experimento.....	42
<b>Tabela 6</b> – Preços dos ingredientes utilizados no experimento.....	43
<b>Tabela 7</b> – Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos e animais, quantidades utilizadas no experimento e o seu valor total.....	43
<b>Tabela 8</b> – Consumo de matéria seca e dos nutrientes de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	45
<b>Tabela 9</b> – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, em vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	48
<b>Tabela 10</b> – Desempenho de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	50
<b>Tabela 11</b> – Composição do leite de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	51
<b>Tabela 12</b> – Balanço de compostos nitrogenados de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	53
<b>Tabela 13</b> – Concentrações de N ureico de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	55
<b>Tabela 14</b> – Produção de proteína microbiana e eficiência microbiana de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	56
<b>Tabela 15</b> – Tempos em alimentação, ruminação e ócio, em horas, de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	57
<b>Tabela 16</b> – Parâmetros da eficiência alimentar e mastigação merícica de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina na dieta.....	58
<b>Tabela 17</b> – Números de períodos e tempo de duração das atividades comportamentais de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.....	60
<b>Tabela 18</b> – Renda bruta, custo operacional efetivo, custo operacional total, custo total, lucro por vaca por dia.....	63
<b>Tabela 19</b> – Taxa interna de retorno (TIR) mensal e valor presente líquido (VPL) para taxas de retorno de 6, 10 e 12%, respectivamente, para um ano.....	66

## RESUMO

MENESES, M.A. **Glicerina loira em dietas para vacas lactantes confinadas.** Itapetinga-BA: UESB, 2016. 74p. Tese. (Doutorado em Zootecnia, Área de concentração em Produção de Ruminantes).\*

Objetivou-se com este estudo avaliar o efeito dos níveis de glicerina loira na dieta de vacas lactantes confinadas e suas implicações no consumo, digestibilidade dos nutrientes, produção e composição do leite, balanço de nitrogênio, produção microbiana, comportamento ingestivo e viabilidade econômica. O experimento foi conduzido na fazenda Valeu o boi, Encruzilhada-BA. Foram utilizadas 8 vacas mestiças Holandês x Zebu (grau de sangue variando de  $\frac{1}{2}$  a  $\frac{3}{4}$  de sangue H x Z), de terceira ou quarta ordem de lactação, com produção média de leite ajustado para 300 dias na lactação anterior entre 3.000 e 4.000 kg e peso médio de  $523,9 \pm 61,6$  kg. As vacas foram distribuídas em dois Quadrados Latinos 4x4, nos seguintes tratamentos: controle (sem inclusão de glicerina); inclusão de 6, 12 e 18% de glicerina loira na matéria seca das dietas. O volumoso utilizado foi a silagem de milho e a razão volumoso:concentrado foi definida pelo balanceamento das dietas, a fim de conter nutrientes suficientes para manutenção, ganho de peso corporal de 0,15 kg/dia e produção de 25 kg de leite/dia. A inclusão de glicerina diminuiu linearmente os consumos de matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro corrigida. Os consumos de extrato etéreo, carboidratos não fibrosos e dos nutrientes digestíveis totais foram semelhantes. Os coeficientes de digestibilidade da matéria seca, proteína bruta, carboidratos não fibrosos e nutrientes digestíveis totais aumentaram linearmente. A digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida e do extrato etéreo apresentou semelhança entre os tratamentos. A produção de leite e o ganho médio diário reduziram, enquanto a eficiência de alimentação apresentou comportamento contrário e aumentou de forma linear com a inclusão dos níveis de glicerina. Não foi observado efeito sobre a produção de proteína microbiana. A inclusão dos níveis crescentes de glicerina loira não afetou os tempos despendidos com alimentação, ruminação e ócio. O número e tempo de períodos das atividades comportamentais também foram semelhantes. Os tratamentos afetaram negativamente a taxa interna de retorno, que reduziu com a inclusão da glicerina na dieta. Embora tenha aumentado a digestibilidade da dieta, a inclusão de glicerina loira na dieta total das vacas não é recomendada, pois afeta negativamente os parâmetros produtivos e econômicos avaliados.

**Palavras-chave:** biodiesel, comportamento, desempenho, glicerol, leite, viabilidade.

---

\*Orientador: Fabiano Ferreira da Silva, *D.Sc.*, UESB e Co-orientadores: Fábio Andrade Teixeira e Robério Rodrigues Silva, *D.Sc.*, UESB.

## ABSTRACT

MENESES, M.A. **Blonde glycerin in diets for are breastfeeding confined cows.** Itapetinga-BA: UESB, 2016. 74p. Thesis. (Doctorate in Animal Science, Concentration area in Ruminant Production).\*

The objective of this study was to evaluate the effect of levels of blond glycerin on the confined lactating cows diet and its implications on intake, nutrient digestibility, milk production and composition, nitrogen balance, microbial production, ingestive behavior and economic viability. The experiment was conducted at Valeu o boi farm, Encruzilhada-BA. We used 8 crossbred Holstein x Zebu cows (blood level ranging from  $\frac{1}{2}$  to  $\frac{3}{4}$  H x Z blood), third or fourth order of lactation, with average milk production adjusted for 300 days in the previous lactation between 3,000 and 4,000 kg and Average weight of  $523.9 \pm 61.6$  kg. The cows were distributed in two 4x4 Latin Squares, in the following treatments: control (without glycerin inclusion); Inclusion of 6, 12 and 18% of blond glycerin in the dry matter of the diets. The corn silage and the bulky: concentrate ratio were defined by the balance of the diets, in order to contain sufficient nutrients for maintenance, gain of body weight of 0.15 kg / day and production of 25 kg of milk / day . The inclusion of glycerin linearly decreased the intakes of dry matter, crude protein and corrected neutral detergent fiber. The intakes of ethereal extract, non-fibrous carbohydrates and total digestible nutrients were similar. The digestibility coefficients of dry matter, crude protein, non - fibrous carbohydrates and total digestible nutrients increased linearly. The digestibility of corrected neutral detergent fiber and ethereal extract showed similarity between treatments. Milk yield and average daily gain decreased, while feed efficiency showed a contrary behavior and increased linearly with the inclusion of glycerin levels. No effect was observed on the production of microbial protein. The inclusion of increasing levels of blond glycerin did not affect feeding, rumination and leisure time. The number and time periods of the behavioral activities were also similar. Treatments negatively affected the internal rate of return, which reduced with the inclusion of glycerin in the diet. Although dietary digestibility has increased, the inclusion of blonde glycerin in the total cow's diet is not recommended because it negatively affects the productive and economic parameters evaluated.

**Keywords:** behavior, biodiesel, glycerol, milk, performance, viability.

---

\*Adviser: Fabiano Ferreira da Silva, *D.Sc.*, UESB and Co-adviser: Fábio Andrade Teixeira e Robério Rodrigues Silva, *D.Sc.*, UESB.

# I – REFERENCIAL TEÓRICO

## 1. INTRODUÇÃO

A atividade leiteira ocupa posição de destaque entre os sistemas agro-industriais brasileiros, com cerca de 38,854 milhões de cabeças o rebanho leiteiro atual representa 18,3% de todo rebanho bovino do Brasil. Segundo o IBGE (2014), a produção brasileira de leite foi de 35,2 bilhões de litros, produção essa que rendeu ao país a quinta posição no ranking mundial de produção de leite, atrás apenas de União Européia, Índia, Estados Unidos e China. Essa atividade que é praticada em todo o território nacional tem grande importância econômica e social, uma vez que, gera emprego e renda para a população, além de ser responsável por elevada absorção de mão-de-obra rural, propiciando a fixação do homem no campo.

Entretanto, além das dificuldades que a pecuária leiteira brasileira ainda vem enfrentando como o baixo nível tecnológico da maioria dos produtores, o sistema de produção basicamente extensivo e a baixa produtividade, a produção de leite a pasto em condições tropicais apesar de apresentar menores custos é caracterizada como um grande desafio.

O clima tropical predominante no Brasil é caracterizado por temperaturas elevadas e estações do ano bem definidas, com inverno seco e verão chuvoso (Moreira, 2002). No período chuvoso, a produção de forragem é favorecida, dentre outros fatores, pelas altas temperaturas, fotoperíodo longo e maior concentração de chuvas. Já no período seco, a escassez de chuvas, conjugado com o frio nos meses de julho a agosto, são os principais causadores da queda do volume de leite na entressafra, motivado principalmente pela redução da disponibilidade e qualidade nutricional das pastagens, o que exige suplementação do rebanho com volumoso e/ou concentrado (Teixeira et al., 2011).

Várias alternativas têm sido utilizadas para minimizar os efeitos dessa sazonalidade e uma delas é o confinamento dos animais no período seco, onde os animais recebem o alimento diretamente no cocho. Nesse sistema de produção intensificado é primordial a oferta de volumosos de alta qualidade nutricional e com bom preço, para que a atividade se torne viável, uma vez que, ainda deve ser considerado os custos com a suplementação concentrada.

A silagem de milho é uma excelente alternativa de volumoso para o gado leiteiro no período seco. Tradicionalmente a planta de milho é o material mais utilizado para ensilagem, devido à grande produção de forragem e sua composição bromatológica que preenche os requisitos para confecção de uma boa silagem. Contudo, uma atenção especial deve ser dada a suplementação concentrada que sempre entra com grande participação nos custos de produção, por isso o uso de alimentos alternativos devem ser encarados como uma boa opção para melhorar a lucratividade.

O Brasil destaca-se por possuir uma grande disponibilidade de produtos para utilização como ingredientes em dietas para animais. O uso de coprodutos do biodiesel, como a glicerina loira, se apresenta como uma alternativa interessante na dieta dos ruminantes, visando à redução dos custos da alimentação, o aumento da produtividade animal e o descarte indesejado no meio ambiente.

Objetivou-se avaliar níveis de inclusão de glicerina loira em dietas para vacas leiteiras confinadas sobre o consumo, digestibilidade, produção e composição do leite, balanço de nitrogênio, produção microbiana, comportamento ingestivo e viabilidade econômica.

## **2. REVISÃO DE LITERATURA**

### **2.1. Produção de biodiesel no Brasil**

A crescente preocupação por fontes renováveis de energia é de interesse mundial, e o biodiesel tem colocado o Brasil no centro das atenções. O Brasil como é um país com elevado potencial agrícola, possui interesse em dominar as técnicas de produção de bicombustíveis e com isso, o biodiesel tem sido foco de muitas pesquisas desde a área agrônômica até na área industrial (D`aurea, 2010).

A produção do biodiesel está significativamente acelerada, uma vez que o governo brasileiro estabeleceu a obrigatoriedade da adição de biodiesel ao combustível de petróleo num percentual de 2%, o chamado B2, mediante a Lei 11.097, de 2005. Em 2013 este percentual se elevou para 5%, o chamado B5 e atualmente o percentual de adição do biodiesel utilizado desde novembro de 2014 é 7%, o chamado B7, deixando o Brasil entre os maiores produtores mundiais de biodiesel com aproximadamente 8 bilhões de litros ao ano (ANP, 2015).

Entretanto, junto com esse aumento expressivo na produção do biodiesel observado ao logo dos anos, vem o excedente de glicerina que representa 10% do volume total de biodiesel produzido e com ele a necessidade de mais pesquisas buscando encontrar novas aplicações para esse excedente, evitando assim que esse coproduto se torne um problema ambiental e viabilizando ainda mais a produção do bicombustível.

O biodiesel é considerado um combustível ecológico, atóxico, livre de enxofre e compostos aromáticos (Abdalla et al., 2008). Desta forma pode reduzir substancialmente as emissões de hidrocarbonetos e monóxido de carbono, diminuindo a poluição do ambiente.

### **2.2. Biodiesel**

O biodiesel é um combustível biodegradável obtido a partir de uma mistura de óleos vegetais extraídos de culturas oleaginosas ou gordura de animais. A principal qualidade do biocombustível é a possibilidade de substituição do diesel, sendo este um derivado do petróleo que é um recurso finito e não renovável (Apolinário et al., 2012).

O caráter renovável torna o biodiesel uma fonte importante de energia ao longo prazo. O biodiesel não contém petróleo, mas pode ser adicionado a ele formando uma mistura, que pode ser utilizada em motores de ignição a compressão (diesel) sem

necessidade de modificação. Como se trata de uma energia limpa, não poluente, o seu uso em motor diesel convencional resulta, quando comparado com a queima do diesel mineral, em uma redução substancial de monóxido de carbono e de hidrocarbonetos não queimados (Fávaro, 2010).

O biodiesel é o produto da transformação química do óleo vegetal ou gordura animal através de uma reação de transesterificação, que ocorre por adição de álcool (metanol ou etanol) na presença de um catalisador (NaOH ou KOH).

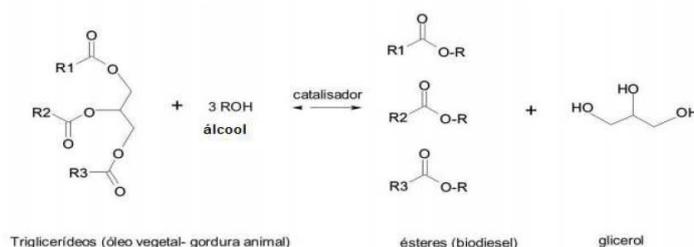


Figura 1 – Reação global de transesterificação dos triglicerídeos (Rivaldi et al., 2008)

O produto da transesterificação é uma massa constituída por duas fases que podem ser separadas por decantação ou centrifugação. A fase mais densa é a glicerina bruta, contendo geralmente 50% de glicerol e várias impurezas, e a menos densa é o biodiesel, igualmente impregnado de impurezas. Para cada tonelada de biodiesel, são produzidos aproximadamente 100 kg de glicerina bruta (Oliveira et al., 2013).

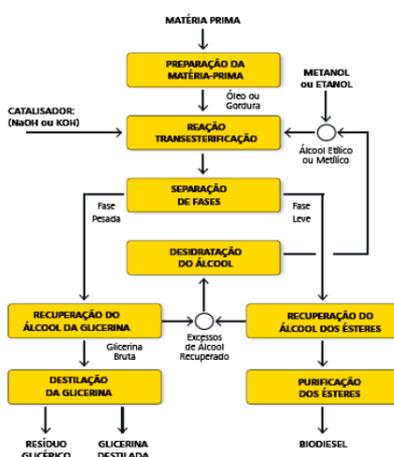


Figura 2 – Fluxograma do Processo de Produção de Biodiesel

Fonte: Manual do Biodiesel/SEBRAE

Os coprodutos do biodiesel, obtidos após a extração do óleo das oleaginosas, são as tortas e os farelos, e após o processo de conversão de triglicerídeos em biodiesel obtêm-se seu principal coproduto, a glicerina bruta, os quais, em conjunto, representam mais de 50% da massa inicial de sementes utilizadas na cadeia agroindustrial (Zervoudakis et al., 2011).

Existem vários tipos de glicerina disponíveis no mercado, que diferem quanto ao conteúdo de glicerol e outras características como: cor, odor e impurezas. Essa gama de glicerinas disponíveis comercialmente servem de matéria prima para diversos segmentos industriais, entre eles a indústria química, a indústria farmacêutica, cosméticos, uso alimentício e outros.

De acordo com Donkin (2008), o excesso de glicerina gerado pela produção do biodiesel em larga escala, extrapola a capacidade de utilização das indústrias e como esse material não possui legislação específica para seu descarte, o acúmulo nas usinas pode comprometer o aspecto ecológico do biodiesel. Dessa forma surge à necessidade de encontrar um destino apropriado e lucrativo, a partir daí o uso na produção animal se apresenta como uma alternativa interessante para ambas as partes.

### **2.3. Caracterização da glicerina “bruta” e “loira”**

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. Como citado anteriormente a glicerina é o principal coproduto do biodiesel, sendo a produção da mesma equivalente a aproximadamente 10% do volume total de biodiesel produzido (Dasari et al., 2005). O termo glicerina refere-se ao glicerol na forma comercial, com pureza acima de 95% e cerca de 40-80% de glicerol, além de água, metanol e sais dissolvidos. Foi descoberta em 1779, em sua forma isolada, por Carl Wilhelm Scheele, pelo aquecimento de uma mistura de óxido de chumbo com azeite de oliva. Na época, a nova substância foi batizada como “o doce princípio das gorduras”.

Também conhecida como glicerol ou 1,2,3 propanotriol, a glicerina é um composto orgânico pertencente a função química álcool formado por 3 carbonos e 3 grupos oxidrilas, cada um dos quais pode combinar com um ácido graxo, líquido a temperatura ambiente (25°C), higroscópico, inodoro, viscoso e de sabor adocicado (IUPAC, 1993). 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, oléico, palmítico e láurico para formar a molécula de triacilglicerol (Leningher, 1980).

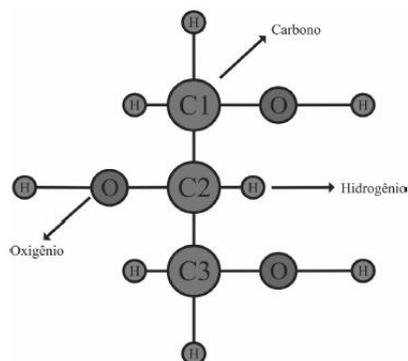


Figura 3 – Representação da molécula de glicerina (Fonte: Larsen, 2009)

A glicerina tem uma ampla gama de aplicações, tais como emulsificante, amaciante, plastificante, estabilizante e umectante em pães, sorvetes e tabaco. Além dessas, a glicerina pode ser utilizada em loções para a pele, enxaguantes bucais, em inúmeras preparações cosméticas e farmacêuticas, como meio de proteção para congelamento de células sanguíneas, esperma, córneas e outros tecidos, gomas, resinas, em tintas e revestimento, mistura anticongelante e como matéria-prima para nitroglicerina (Larsen, 2009; Perry & Green, 1997).

O principal componente da glicerina, o glicerol, é altamente energético, está presente em alimentos e no metabolismo animal e tem potencial de uso como substituto parcial dos grãos de cereais ou outros ingredientes ricos em amido na alimentação animal (Defrain et al., 2004; Lammers et al., 2008). Em maio de 2010, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) autorizou o uso da glicerina (bruta e loira) como insumo na alimentação animal, desde que atenda os seguintes requisitos: mínimo de 800g de glicerol/kg, máximo de 13% de umidade e máximo de 159 mg de metanol/kg, podendo esses valores variarem em função do processo produtivo. Porém, para usá-lo é imprescindível conhecer o seu metabolismo e a capacidade máxima de uso para cada espécie, em suas diferentes fases de produção (Paulo, 2010).

Como a glicerina bruta proveniente da produção de biodiesel apresenta em sua composição alguns contaminantes como metanol e outras impurezas resultantes da reação de transesterificação, percebeu-se de acordo com as exigências do mercado, a necessidade de obtenção de uma glicerina em um grau mais puro e que para isso seria necessário a realização de um pré-tratamento e purificação deste coproduto.

Para a obtenção dessa glicerina mais pura, a glicerina bruta é submetida a um processo de destilação sob condição de alto vácuo (600-1330 Pa absoluto), numa temperatura superior a 190°C e inferior a 200°C, através da injeção de vapor vivo, pois, acima dessa temperatura, o glicerol pode polimerizar-se e até decompor-se. A separação

do glicerol da água é feita por meio de condensação com temperatura controlada, possibilitando a separação destes dois componentes miscíveis.

O glicerol obtido, nesse processo de condensação, apresenta até 99% de pureza. Para eliminação dos odores, a glicerina passa por um processo de desodorização em um vaso de alto vácuo (evaporação flash) com arraste de vapor, seguindo para o processo de clarificação com carvão ativado, filtração e tratamento ácido para neutralização do catalisador e remoção de ácidos graxos eventualmente formados no processo (Mendes et al., 2012). Esse tratamento é muito eficiente para retirar de forma quantitativa o metanol residual e todas as demais impurezas restantes do processo de transesterificação, dando origem a chamada glicerina loira.

A glicerina loira ou semi-refinada resultante desses processos de purificação da glicerina bruta apresenta-se na forma mais líquida, de coloração mais clara e com teor de glicerol entre 80 e 90% (Hess, 2007; Thompson & HE, 2006).

A literatura tem apresentado a glicerina bruta como uma alternativa viável para utilização na produção animal, uma vez que pode reduzir os custos de produção, sem prejudicar o desempenho dos animais e a qualidade dos derivados produzidos (Costa et al., 2013; Pimentel et al., 2014; Santana Junior et al., 2013). Dessa forma, esse grande potencial da glicerina bruta observado na literatura, mesmo com todos os resíduos contidos na sua composição, abriu as portas para pesquisas mais ousadas com a glicerina loira. Levando em consideração que se trata de um produto mais puro, imagina-se que podem ser utilizados níveis mais altos de inclusão e potencializar ainda mais o uso desses coprodutos do biodiesel na alimentação animal, principalmente em regiões produtoras do coproduto, onde a disponibilidade é maior e os produtores terão essa alternativa a um custo mais baixo, uma vez que o processo de obtenção da glicerina loira agrega um custo a mais ao produto.

#### **2.4. Metabolismo do glicerol nos ruminantes**

A glicerina bruta pode ser incluída em dietas de ruminantes como um ingrediente energético de alta eficiência de utilização e substituir ingredientes utilizados na alimentação, como milho e outros concentrados energéticos ricos em carboidratos não-fibrosos (Donkin et al., 2009; Mach et al., 2009), pois, o glicerol presente em sua composição é um substrato fermentável no rúmen e também um precursor gliconeogênico via metabolismo hepático (Bergner et al., 1995; Remond et al., 1993).

Após a ingestão do glicerol, o mesmo pode ser absorvido pela parede ruminal ou seguir para o intestino onde será absorvido pelas células intestinais seguindo para o fígado onde, pela ação da enzima glicerol quinase, será convertido juntamente com o ATP em glicerol-3-fosfato e ADP, uma etapa intermediária, onde o glicerol é direcionado para a produção de glicose através da gliconeogênese (Lin, 1977). A via gliconeogênica inicia-se com o propionato, sendo metabolizado a succinil-SCoA, o qual entra no ciclo de Krebs originando succinato, depois fumarato e, finalmente, o malato. O malato sai da mitocôndria e no citoplasma é transformado em fosfoenolpiruvato e, em seguida, a glicose, a qual é liberada para a circulação periférica a partir da veia hepática (Kozloski, 2011).

Outra via de utilização do glicerol se dá por meio de sua fermentação pelas bactérias *Selenomonas ruminantium* no rúmen, transformando-o principalmente em propionato, que por sua vez é metabolizado a oxaloacetato, por meio do ciclo de Krebs, no fígado, onde será convertido em glicose pela via gliconeogênica (Krehbiel, 2008; Rémond et al., 1993).

O glicerol presente na glicerina é rapidamente fermentável no rúmen. Após sua ingestão, 50 a 70% desaparece em até 4 horas, numa taxa de fermentação variando entre 39 a 69%. Com a ingestão do mesmo, são desencadeadas sínteses de triacilgliceróis e fosfolípidos, no fígado e tecido adiposo. Mesmo não sendo carboidrato, após sua fermentação ruminal, a produção de ácidos graxos de cadeia curta é alterada e há mais estímulos para a produção de ácido propiônico (Donkin, 2008), confirmando o potencial da glicerina como substrato gliconeogênico para ruminantes. Também são observados aumentos nas concentrações de acetato, butirato, lactato, succinato e valerato (Abughazaleh et al., 2011; Krehbiel, 2008).

Os ruminantes têm a capacidade de utilizar o glicerol presente na glicerina como precursor gliconeogênico, para a manutenção dos níveis plasmáticos de glicose (Chung et al., 2007). Segundo Trabue et al. (2007), além de substrato glicogênico, o fornecimento de glicerina tende a reduzir a quantidade disponível de carbono e hidrogênio para produção de gás metano, em virtude do aumento de propionato.

De acordo com Kijora et al. (1998), os microorganismos ruminais são capazes de se adaptar a fermentação do glicerol da dieta em até sete dias e, após esse período de adaptação, os microorganismos podem fermentar o glicerol a ácidos graxos voláteis de forma quase imediata. Krehbiel (2008) relata que aproximadamente 13% do glicerol

que chega ao rúmen desaparece por passagem com a digesta, 44% por fermentação e 43% por absorção pela parede.

O metabolismo do glicerol ainda não está definitivamente esclarecido, principalmente quando se trata de animais ruminantes, os quais possuem diversos fatores intrínsecos que podem afetar o aproveitamento deste ingrediente alternativo.

## **2.5. Glicerina na dieta de vacas leiteiras confinadas**

A idéia da utilização de alimentos não convencionais para ruminantes vem ganhando espaço nos últimos anos, principalmente com o objetivo de atender as dificuldades de pequenos produtores, para os quais muitas vezes o custo de alimentação dos animais é um impedimento para a criação (Fávaro, 2010).

Em regiões com disponibilidade de compra, a glicerina é uma das alternativas de substituição aos alimentos energéticos e pode ser facilmente incorporada a ração de ruminantes sem interferir no desempenho dos animais, minimizando os custos e dando um destino seguro a este coproduto (Borges, 2014). Os níveis de utilização dependem de diversos fatores, entre eles: composição química do coproduto (teor de glicerol, resíduos do catalizador, metanol e sais), tolerância, adaptação e aceitabilidade dos animais à glicerina, devido à alta densidade e viscosidade do coproduto (Eiras et al., 2014). De acordo com a Food and Drug Administration (FDA - EUA), a glicerina tem seu uso seguro e reconhecido na alimentação animal. No entanto, o teor de metanol presente na glicerina deverá ser levado em consideração, não devendo ultrapassar 150 ppm, conforme também determina a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) no Brasil, por meio da resolução 386/1999, pois em algumas glicerinas esses resíduos podem chegar a 250 g/kg da matéria seca do produto (Thompson & HE, 2006) e representar, no caso do metanol, risco para quem manuseia o produto e para os animais que o consomem.

Segundo Chung et al. (2007), substâncias como os sais e metanol, que são coproduzidos durante a síntese de glicerol, podem influenciar na palatabilidade final do produto e com isso limitar o consumo dos animais, portanto, os níveis dos mesmos presentes na glicerina utilizada devem ser coerentes com os regulamentos federais e estaduais de glicerol de biodiesel para ser considerado aceitável como alimento animal. De acordo com Pol & Demeyer (1988), o alto risco à saúde associado ao consumo de pequenas quantias 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. Estes autores demonstraram que a infusão contínua de metanol ( $1 \text{ mol L}^{-1}$ ), a uma taxa de  $10 \text{ ml h}^{-1}$  no rúmen de cordeiros foi completamente convertido em metano.

Schröder & Südekum (1999), testaram o uso da glicerina em dietas para vacas leiteiras e concluíram que é um alimento de boa qualidade, mesmo quando fornecida em estado impuro (glicerina bruta). Os mesmos autores salientaram que as gliceras de purezas diferentes podem substituir carboidratos de rápida fermentação (amido) em dietas para ruminantes, até níveis de 10% da matéria seca da dieta, sem alterar negativamente o consumo de água, alimento, degradação ruminal ou a digestibilidade de nutrientes.

Segundo Donkin (2008), a glicerina advinda do biodiesel pode ser considerada o “novo milho” para a alimentação de ruminantes, podendo-se incluir até 15% na matéria seca da dieta, sem interferir na ingestão de alimentos nem na produção animal. Donkin & Doane (2007), trabalhando com o uso de glicerina bidestilada (99,5% de glicerol) na dieta de vacas leiteiras de alta produção, observaram que o uso da glicerina até o nível 15% da MS da dieta não afetou o consumo de MS e a produção de leite.

Leão et al. (2012), trabalhando com vacas leiteiras confinadas e níveis de inclusão de glicerina (89,92% de glicerol) variando de 0, 6, 12 e 24% na MS da dieta (20% de silagem de capim elefante e 80% de concentrado), também não observaram efeito da introdução do coproduto sobre o consumo de matéria seca dos animais. Já Costa et al. (2013), avaliando níveis crescentes de glicerina (0, 4, 8 e 12%) na dieta de vacas leiteiras, não observaram efeito sobre o consumo de matéria seca, porém houve um aumento linear na produção de leite, mostrando a viabilidade da inclusão de glicerina até o nível máximo testado.

Testando os tratamentos 0, 5, 10 e 15% de inclusão de glicerina na matéria seca das dietas e fornecendo como volumoso a silagem de milho, Donkin et al. (2009) afirmaram que o glicerol é um substituto adequado para o grão de milho em rações para o gado leiteiro em lactação e que podem ser incluídas em rações para um nível de até 15% da matéria seca, sem efeitos adversos sobre a produção ou a composição do leite. Resultados semelhantes foram encontrados por DeFrain et al. (2004), avaliando a inclusão de glicerina (80% de glicerol), onde também não observaram diferença sobre a produção e composição do leite, utilizando (controle, 0,43 e 0,86 kg/dia) de glicerina na dieta de vacas lactantes em confinamento.

Zacaroni (2010), avaliou a produção e composição do leite de vacas holandesas recebendo dietas baseadas em silagem de milho suplementada ou não com mistura isoproteica de GB (76,2% de glicerol e 8.800 ppm de metanol na matéria natural) e farelo de soja, em substituição ao fubá de milho finamente moído. A substituição de amido de milho por glicerina bruta deprimiu a produção diária de leite de 23,4 para 21,3 kg/dia, sem afetar o consumo de matéria seca.

San Vito (2010), avaliando o efeito da inclusão da glicerina bruta (84% de glicerol), em substituição ao milho grão nas proporções de 0%; 33,3%; 66,6% e 100% na base da matéria seca da dieta de 12 vacas holandesas, recebendo silagem de milho como volumoso, observou redução no consumo de MS e produção de leite, e um aumento na digestibilidade dos nutrientes, enquanto a composição do leite se manteve inalterada e concluiu que a glicerina pode substituir até 33,3% do milho grão na dieta de vacas leiteiras com produção média de 30 kg/dia de leite sem que haja redução significativa da produção de leite e que a redução no consumo pode ser uma resposta metabólica decorrente do aumento da produção e absorção de propionato produzido durante a fermentação do glicerol no rúmen.

Em um estudo semelhante 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 tendo como volumoso a silagem de milho, Pimentel et al. (2014) concluíram que as dietas não influenciaram o consumo de MS, produção de leite, composição e qualidade do leite em vacas de baixa produção.

Os diferentes resultados encontrados na literatura podem ser devido aos níveis de pureza da glicerina, ao teor de glicerol, teor de metanol e porcentagem de lipídeos, que caracterizam as diferentes composições desse coproduto. Nesse sentido observa-se a necessidade de mais estudos testando a glicerina em seu estado mais puro, visando à redução nos efeitos dos contaminantes residuais da produção do biodiesel e a obtenção de melhores resultados no desempenho dos animais.

## **2.6. Silagem de milho na dieta de vacas leiteiras em confinamento**

Alimentar uma vaca leiteira durante todo o ano, de forma a propiciar excelentes condições de produção, exige um bom planejamento de produção de alimentos volumosos e suplementos concentrados de boa qualidade. A conservação de forragem através da ensilagem, embora mais dispendiosa do que o uso direto de pastagem, tem

sido recomendada e viabilizada para utilização na época de seca, momento em que a estacionalidade produtiva da forragem se torna um fator limitante para o uso das pastagens nas regiões tropicais.

Uma boa alternativa para essa época do ano é intensificar o sistema de produção e confinar esses animais, oferecendo alimentos de qualidade diretamente no cocho. A planta de milho é o material mais utilizado para ensilagem e a silagem de milho é uma excelente alternativa de volumoso para o gado leiteiro no período seco.

A silagem de milho é considerada padrão em virtude da sua composição, que possui teores adequados de carboidratos solúveis (mínimo de 3%), que levam à fermentação láctica, promovendo a conservação de um alimento de alto valor nutritivo. É uma silagem de fácil preparo e de grande aceitação pelos animais, com grande produção de massa verde, teor adequado de matéria seca entre 30 e 35% e baixo poder tampão, pré-requisitos básicos para confecção de uma boa silagem (Nussio et al., 2001).

Magalhães et al. (2006), avaliando a substituição da silagem de milho (0; 33,3; 66,6 e 100%) por cana-de-açúcar em dietas para vacas leiteiras, observaram que à medida que a cana de açúcar foi introduzida na dieta, o consumo de matéria seca das vacas sofreu uma redução linear e concluíram que a ingestão de MS é afetada quando bovinos consomem forragens de qualidades diferentes, independentemente da estratégia de alimentação, ficando evidente o efeito da digestibilidade da fibra sobre o consumo de matéria seca.

Testando o estágio de maturação do sorgo na dieta de vacas leiteiras em comparação com a silagem de milho, Dias et al. (2001), observaram que os animais que receberam a silagem de milho apresentaram maior produção de leite e consumo de matéria seca.

Costa et al. (2005) avaliando o desempenho de vacas holandesas alimentadas com dietas contendo diferentes proporções (60, 50 e 40%) de cana-de-açúcar e concentrado ou silagem de milho, observaram uma maior produção de leite e consumo de matéria seca para os tratamentos com maiores proporções de silagem de milho, enquanto a composição do leite se manteve inalterada e concluíram que a menor produção de leite para as dietas com maior participação de cana-de-açúcar pode ser explicada pelo menor consumo de MS, o que resultou em menor consumo de nutrientes.

Os trabalhos apresentados comprovam a superioridade da silagem de milho em relação aos outros volumosos avaliados e atestam que a mesma é uma excelente

alternativa de volumoso para alimentação de vacas leiteiras, principalmente no período crítico do ano.

## **2.7. Viabilidade econômica de vacas lactantes em confinamento**

A viabilidade econômica é o ponto chave de qualquer atividade do setor agropecuário, pois para que esta se torne atraente e competitiva, antes de mais nada ela deve ser economicamente viável. Devido à alta instabilidade dos preços do leite e dos ingredientes para rações concentradas, a atividade leiteira tem se mostrado economicamente pouco eficiente, obrigando os produtores à busca por alternativas que aumentem a lucratividade da propriedade, o que estimula o estudo de novos alimentos de baixo custo para inclusão em dietas de vacas leiteiras (Murta et al., 2013; Costa et al., 2013).

A utilização da glicerina bruta na alimentação de ruminantes despertou a atenção dos pesquisadores, por se tratar de um problema de caráter ambiental, já que a legislação atual não instrui de forma clara como tratar este coproduto da produção de biodiesel, além de fornecer uma alternativa de baixo custo e farta disponibilidade (Costa et al., 2013). A partir do conhecimento desse grande potencial de utilização da glicerina bruta, surge a possibilidade de utilização da glicerina loira que é um produto mais puro e com isso pode vir a potencializar bioeconomicamente a inclusão desses ingredientes na produção de leite.

A necessidade de analisar economicamente qualquer atividade dentro da pecuária leiteira é importante, pois, permite ao produtor conhecer e utilizar os fatores de produção de forma consciente e sustentável (Oliveira Junior et al., 2016). Segundo Costa et al. (2013), os custos de produção da atividade, a receita obtida e a rentabilidade do capital investido são fatores indispensáveis para o sucesso de qualquer sistema de produção.

De acordo com Peres et al. (2004), um importante parâmetro a ser avaliado é a remuneração do capital, ou seja, a relação entre o lucro e o capital investido na atividade produtiva. Na realização da análise econômica, preconiza-se determinar os principais indicadores econômicos de rentabilidade: o valor presente líquido (VPL) e a taxa interna de retorno (TIR). O VPL é uma fórmula matemática financeira utilizada para calcular o valor presente de uma série de pagamentos futuros descontando uma taxa de custo de capital estipulada. Indica a viabilidade ou não de um projeto, sendo

considerado um critério de avaliação de projetos mais rigoroso e isento de falhas técnicas (Noronha, 1987). Quando o projeto apresentar VPL superior a zero significa que apresenta viabilidade econômica, pois será possível cobrir os seus custos de implantação e manutenção (Dantas, 1996).

A TIR é a taxa de desconto que iguala ao valor presente dos benefícios ao valor presente dos custos de um sistema de produção, ou seja, iguala a zero. Em outras palavras, seria a taxa de retorno do investimento em questão (Contador, 1988). Um sistema é viável quando sua TIR é igual ou maior que o custo de oportunidade do capital, quando aquela atividade remunera mais que a outra, geralmente se utiliza a taxa de juros da caderneta de poupança.

Como visto, a pecuária leiteira está se tornando cada vez mais especializada e exigente, cabendo ao produtor se qualificar e procurar acompanhar esses avanços, sempre atentos nos resultados obtidos com a utilização dos indicadores econômicos ou a sua permanência na atividade pode estar com os dias contados.

### 3. REFERÊNCIAS

ABDALLA, A.L.; SILVA FILHO, J.C.; GODOI, A.R.; CARMO, C.A.; EDUARDO, J.L.P. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.37, suplemento especial, p.258-260, 2008.

ABUGHAZALEH, A.A.; ABO EL-NOR, Sah; IBRAHIM, S.A. The effect of replacing corn with glycerol on ruminal bacteria in continuous culture fermenters. **Journal of Animal Physiology and Animal Nutrition**, v.95, n.3, p.313-319, 2011.

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO, GÁS NATURAL E BIOCOMBUSTÍVEIS – ANP. *Bicombustíveis*. 2015. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/?id=470>>. Acesso em: 19 jan. 2016.

APOLINÁRIO, F.D.B.; PEREIRA, G.F.; FERREIRA, J.P. Biodiesel e Alternativas para utilização da glicerina resultante do processo de produção de biodiesel. **Revista de divulgação do Projeto Universidade Petrobras e IF Fluminense**, v.2, n.1, p.141-146, 2012.

BERGNER, H.; KIJORA, C.; CERESNAKOVA, Z.; SZAKACS, J. In vitro studies on glycerol transformation by rumen microorganisms. **Archives Tierernahrung**, v.48, n.3, p.245-256, 1995.

BORGES, G. D. S. **Substituição do milho por glicerina bruta na dieta de caprinos**. 2014. 66p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois vizinhos-PR, 2014.

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

CONTADOR, C.R. **Indicadores para seleção de projetos**. In: CONTADOR, C. (Ed.) Avaliação social de projetos. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas, p.41-58, 1988.

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**, v.34, n.2, p.833-844, 2013.

COSTA, M.G.; CAMPOS, J.M.S.; VALADARES FILHO, S.C.; VALADARES, R.F.D.; MENDONÇA, S.S.; SOUZA, D.P.; TEIXEIRA, M.P. Desempenho Produtivo de Vacas Leiteiras Alimentadas com Diferentes Proporções de Cana-de-Açúcar e Concentrado ou Silagem de Milho na Dieta. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.34, n.6, suplemento especial, p.2437-2445, 2005.

D`AUREA, A.P. **Glicerina, resíduo da produção de biodiesel, na terminação de novilhas da raça nelore**. 2010. 47p. Dissertação - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, 2010.

DANTAS, A. **Análise de investimentos e projetos aplicada à pequena empresa**. 8ª ed. Editora da Universidade de Brasília. Brasília, DF. 162 p., 1996.

DASARI, M.A.; KIATSIMKUL, P.P.; SUTTERLIN, W.R.; SUPPES, G.J.; Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol, **Applied Catalysis A: General**, v.281, n.1-2, p.225-231, 2005.

DeFRAIN, J.M.; HIPPEN, A.R.; KALSCHEUR, K.F.; JARDON, P.W. Feeding glycerol to transition dairy cows: Effects on blood metabolites and lactation performance. **Journal of Dairy Science**, v.87, n.12, p.4195-4206, 2004.

DIAS, A.M.A.; BATISTA, Â.M.V.; FERREIRA, M.A.; LIRA, M.A.; SAMPAIO, I.B.M. Efeito do estágio vegetativo do sorgo (*Sorghum bicolor*, (L.) Moench) sobre a composição química da silagem, consumo, produção e teor de gordura do leite para vacas em lactação, em comparação à silagem de milho (*Zea mays* (L.)). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.30, n.6, suplemento, p.2086-2092, 2001.

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

DONKIN, S.S.; DOANE, P. Glycerol as a feed ingredient in dairy rations. **In: Tri-state dairy nutrition conference**. Purdue University, p. 97-103, 2007.

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**, v.92, n.10, p.5111-5119, 2009.

EIRAS, C.E.; MARQUES, J.A.; PRADO, R.M.; VALERO, M.V.; BONAFÉ, E.G.; ZAWADZKIC, F.; PEROTTO, D.; PRADO, I.N. Glycerine levels in the diets of crossbred bulls finished in feedlot: carcass characteristics and meat quality. **Meat Science**, v.96, n.2, p. 930-936, 2014.

FÁVARO, V.R. **Utilização de glicerina, subproduto do biodiesel, na alimentação de bovinos**. 2010. 48p. Dissertação - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Unesp, Campus de Jaboticabal, 2010.

HESS, B.W. Value of crude glycerin for ruminant livestock. **Journal of University of Wyoming**, p.1-7, 2007.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. (2014). Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2015/10/rebanho-bovino-brasileiro-cresce-e-chega-a-212-3-milhoes-de-cabecas-de-gado>>. Acesso em: 15 jan. 2015.

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

KIJORA, C.; BERGNER, H.; GÖTZ, K.P.; BARTELT, J.; SZAKÁCS, J.; SOMMER A. Research note: investigation on the metabolism of glycerol in the rumen of bulls. **Archiv für Tierernährung**, v.51, n.4, p.341-348, 1998.

KOZLOSKI, G.V. **Bioquímica dos Ruminantes**. Santa Maria: Editora Santa Maria, 3ª ed., 216 p., 2011.

KREHBIEL, C.R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, E-Suppl.2, p.392, 2008.

LAMMERS, P.J.; KERR, B.J.; WEBER, T.E.; DOZIER, W.A.; KIDD, M.T.; BREGENDAHL, K.; HONEYMAN, M.S. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v.86, n.3, p.602-608, 2008.

LARSEN, A.C. **Co-digestão anaeróbia de glicerina bruta e efluente de fecularia**. 2009. 55 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual do Oeste do Paraná - UNIOESTE, Cascavel, 2009.

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

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

LIN, E.C.C. Glycerol utilization and its regulation in mammals. **Annual Review of Biochemistry**, Palo Alto, v.46, n.1, p.765-795, 1977.

MACH, N.; BACH, A.; DEVANT, M. Effects of crude glycerin supplementation on performance and meat quality of Holstein bulls fed high-concentrate diets. **Journal of Animal Science**, v.87, n.2, p.632-638, 2009.

MAGALHÃES, A.L.R.; CAMPOS, J.M.S.; CABRAL, L.S.; MELLO, R.; FREITAS, J.A.; TORRES, R.A.; VALADARES FILHO, S.C.; ASSIS, A.J. Cana-de-açúcar em substituição à silagem de milho em dietas para vacas em lactação: parâmetros digestivos e ruminais. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.35, n.2, p.591-599, 2006.

MENDES, D.B.; VALDÉS, J.C. Glicerina: uma abordagem sobre a produção e o tratamento. **Revista Liberato**, v.13, n.20, p.01-09, 2012.

MOREIRA, I. Espaço Geográfico – Geografia Geral do Brasil. São Paulo, SP: Ática, 2002.

MURTA, R.M.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; PIRES, A.J.V.; ROCHA NETO, A.L.; COSTA, L.T.; SANTANA JÚNIOR, H.A.D. Viabilidade econômica do uso de fontes lipídicas na dieta de vacas em lactação. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.65, n.5, p.1454-1462, 2013.

NORONHA, J.F. **Projetos agropecuários: administração financeira, orçamento e viabilidade econômica**. 2.ed. São Paulo: Editora Atlas, 269p., 1987.

NUSSIO, L.G.; CAMPOS, F.P.; DIAS, F.N. Importância da qualidade da porção vegetativa no valor alimentício da silagem de milho. P. 127-145. **In: Simpósio Sobre Produção e Utilização de Forragens Conservadas (2001 – Maringá)/ Editores Clóves**

Cabreira Jobim, Ulysses Cecato, Júlio César Damasceno e Geraldo Tadeu dos Santos. – Maringá : UEM/CCA/DZO, 319P., 2001.

OLIVEIRA JÚNIOR, O.L.; CARNEVALLI, R.A.; PERES, A.A.C.; REIS, J.C.; MORAES, M.C.M.M.; PEDREIRA, B.C. Análise econômico-financeira de sistemas integrados para a produção de novilhas leiteiras. **Archivos de zootecnia**, v.65, n.250, p. 203-212, 2016.

OLIVEIRA, J.S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S.C.; MÜLLER, M.D. Composição química da glicerina produzida por usinas de biodiesel no Brasil e potencial de uso na alimentação animal. **Ciência Rural**, v.43, n.3, p.509-512, 2013.

PAULO, B.J.A. Glicerina, subproduto da indústria do biodiesel, perspectivas de uso na alimentação animal. Brasília: MAPA, 2010. Disponível em <[http://www.agricultura.gov.br/arqeditor/file/camaras\\_setoriais/oleaginosas\\_e\\_biodiesel/10\\_reuniao/Apresentacao\\_Glicerina.pdf](http://www.agricultura.gov.br/arqeditor/file/camaras_setoriais/oleaginosas_e_biodiesel/10_reuniao/Apresentacao_Glicerina.pdf)> Acesso em: 21 jan. 2015

PERES, A.A.C.; SOUZA, P.M.; VÁSQUEZ, H.M. et al. Análise econômica de sistemas de produção a pasto para bovinos no município de Campos dos Goytacazes, RJ. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.33, n.6, p.1557-1563, 2004.

PERRY, R.H. & GREEN, D.W. **Perry's Chemical Engineers' Handbook**. McGraw-Hill: New York, p.2-39, 1997.

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**, v.35, n.3, p.1439-1446, 2014.

POL, A.; DEMEYER, D.I. Fermentation of methanol in the sheep rumen. **Applied and Environmental Microbiology**, v.54, n.3, p.832-834, 1988.

REMOND, B.; SOUDAY, E.; JOUANY, J.P. In vitro and in vivo fermentation of glycerol by rumen microbes. **Animal Feed Science and Technology**, v.41, n.2, p.121-132, 1993.

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 de Desenvolvimento**, n.37, p.44-51, 2008.

SAN VITO, E. **Glicerina bruta na alimentação de vacas leiteiras**. 2010. 31p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2010.

SANTANA JUNIOR, H. A.; FIGUEIREDO, M. P.; SANTANA, E. O. C.; MENDES, F. B. L.; ABREU FILHO, G.; PINHEIRO, A. A.; VIANA, P. T.; ROSEIRA, J.P.S. Crude glycerin in supplement to primiparous lactating cows grazing on tropical pasture: nutritional and productive characteristics. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.42, n.2, p.117-124, 2013.

SCHRÖDER, A.; SÜDEKUM, K.H. **Glycerol as a by-product of biodiesel production in Diets for ruminants**. Paper presented at the 10th International Rapeseed Conference, Canberra Australia, Paper n.241, 1999.

TEIXEIRA, F.A.; BONOMO, P.; PIRES, A.J.V.; SILVA, F.F.; FRIES, D.D.; DA HORA, D.S. Produção anual e qualidade de pastagem de *Brachiaria decumbens* diferida e estratégias de adubação nitrogenada. **Acta Scientiarum. Animal Sciences**, v.33, n.3, p.241-248, 2011.

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

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S.; RASMUSSEN, M. A.; REILLY, P. J. Ruminal fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.17, p.7043-7051, 2007.

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

ZERVOUDAKIS, J.T.; SILVA, L.C.R.P.; SILVA, R.R.; JOSÉ NETO, A.; KOSCHECK, J.F.W.; SILVA, R.G.F. Resíduos agroindustriais na suplementação de bovinos à pasto. In: SIMPÓSIO DE PECUÁRIA DE CORTE, 7., 2011. Lavras. **Anais...** Lavras: [s.n.], p. 237-313, 2011.

## **II- OBJETIVO GERAL**

- Avaliar o efeito de níveis de glicerina loira em dietas de vacas leiteiras confinadas.

## **III - OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Avaliar o consumo de nutrientes de vacas leiteiras confinadas com dietas contendo diferentes níveis de glicerina loira;
- Estimar a digestibilidade dos nutrientes fornecidos para vacas leiteiras confinadas consumindo dietas com diferentes níveis de glicerina loira;
- Avaliar a produção e composição do leite de vacas leiteiras confinadas consumindo dietas com diferentes níveis de glicerina loira;
- Avaliar o balanço de nitrogênio e a síntese de proteína microbiana de vacas leiteiras confinadas consumindo dietas com diferentes níveis de glicerina loira;
- Avaliar o comportamento ingestivo de vacas leiteiras confinadas consumindo dietas contendo diferentes níveis de glicerina loira; e
- Avaliar a viabilidade econômica de vacas leiteiras confinadas consumindo dietas contendo diferentes níveis de glicerina loira.

## IV – MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Valeu o 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. Foram utilizadas 8 vacas mestiças Holandês x Zebu (grau de sangue variando de ½ a ¾ de sangue H x Z), de terceira ou quarta ordem de lactação, com produção média de leite ajustado para 300 dias na lactação anterior entre 3.000 e 4.000 kg e peso médio de 523,9 ± 61,6 kg. As vacas foram selecionadas também para dias em lactação entre 80 e 120 dias no início do período experimental. As 8 vacas lactantes foram distribuídas em dois Quadrados Latinos 4 x 4, sendo os tratamentos descritos abaixo:

0% = controle (sem inclusão de glicerina loira na dieta);

6% = inclusão de 6% de glicerina loira na matéria seca da dieta;

12% = inclusão de 12% de glicerina loira na matéria seca da dieta; e

18% = inclusão de 18% de glicerina loira na matéria seca da dieta.

A ração volumoso:concentrado (Tabela 1) foi definida pelo balanceamento das dietas, a fim de conter nutrientes suficientes para manutenção, ganho de peso corporal de 0,15 kg/dia e produção de 25 kg de leite/dia, de acordo com o NRC (2001), utilizando como base os dados da composição químico-bromatológica da silagem de milho, milho, farelo de soja e glicerina loira, realizada uma semana antes do período experimental.

**Tabela 1** – Proporções de ingredientes com base na matéria seca e ração volumoso:concentrado para vacas em lactação, alimentadas diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Ingredientes	Níveis de glicerina (% MS)			
	0	6	12	18
Silagem de milho	52,04	53,05	53,57	54,10
Milho	32,22	23,54	15,60	7,30
Farelo de soja	12,97	14,37	15,70	17,23
Glicerina	0,00	6,29	12,45	18,72
Sal mineral (vacas) <sup>1</sup>	1,19	1,18	1,17	1,17
Bicarbonato de sódio	0,54	0,54	0,53	0,54
Ureia	0,49	0,49	0,49	0,49
Calcário	0,55	0,54	0,49	0,45

<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 volumoso utilizado foi a silagem de milho adquirida na empresa Max silo (Serra do Ramalho-BA).

Os animais foram alojados em baias individuais de 8m<sup>2</sup>, cobertas, providas de cocho de concreto e bebedouro com capacidade de 100 litros comum a duas baias, sendo abastecidos por gravidade. O alimento foi oferecido na forma de mistura completa, duas vezes ao dia, às 07h00min e 15h00min, à vontade, de modo a permitir 5% de sobras.

O experimento iniciou-se no dia 25 de agosto de 2014, sendo constituído de quatro períodos experimentais, com duração de 21 dias cada, sendo os primeiros 16 dias considerados de adaptação. Em cada período experimental, foi realizada coleta do volumoso e dos suplementos para avaliação de sua composição químico-bromatológica (Tabela 2).

**Tabela 2** - Composição químico-bromatológica da silagem e das dietas experimentais.

Componentes	Silagem	Nível de glicerina (% MS)			
		0	6	12	18
Matéria seca (%)	32,72	45,95	45,36	44,75	44,51
Proteína bruta <sup>1</sup>	6,91	13,10	13,41	12,60	13,39
Extrato etéreo <sup>1</sup>	3,18	1,51	1,95	1,62	2,06
Fibra em detergente neutro <sub>cp</sub> <sup>1</sup>	44,46	36,01	33,38	32,14	30,26
Carboidratos não fibrosos <sup>1</sup>	39,00	41,63	42,96	45,11	45,33
Matéria mineral <sup>1</sup>	5,21	5,83	6,35	6,50	6,97

<sup>1</sup>% da MS.

Também foram coletadas amostras da glicerina loira adquirida na empresa Aboissa Óleos Vegetais (Santa Cecília-SP), em cada período experimental para avaliação da sua composição. As análises da glicerina foram feitas no laboratório de química instrumental da Universidade Federal de Minas Gerais – UFMG. Para análise por CG-EM as amostras de glicerina foram submetidas à derivatização. Em um vial internamente cônico contendo 0,0010 g de amostra foram adicionados 60 µL de piridina e 100 µL 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 (Tabela 3).

**Tabela 3** – Composição química da glicerina loira.

<b>Componente</b>	<b>Glicerina</b>
MS (%)	70,34
MO <sup>1</sup>	92,06
Glicerol <sup>1</sup>	90,46
Lipídios <sup>1</sup>	2,88
Metanol <sup>1</sup>	0,02
PB <sup>1</sup>	0,0001
Densidade (g/cm <sup>3</sup> )	1,26
Viscosidade (cps)	336,50

<sup>1</sup>% da MS.

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 µm espessura do filme). Hélio (99,99% de pureza) foi utilizado como gás de arraste a uma taxa de 1 mL min<sup>-1</sup>. Utilizando um autoinjeter (CTC combiPaL), 1 µL 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.

Para a determinação de metanol por headspace, 1,000 g da amostra foi transferido para um frasco de vidro de 20 mL, com tampa de alumínio e septo de silicone / Teflon, próprio para a técnica. Em seguida, o frasco foi levado ao forno para headspace e submetido a aquecimento de 50°C por 5 minutos sob agitação contínua a 500 rpm. Para cada amostra, 1000 µL da fase vapor foram imediatamente recolhidos com seringa HD-Type Syringe Plunger de 2 mL (HAMILTON, USA) e injetados no cromatógrafo a gás acoplado ao espectrômetro de massas (CG-EM). A seringa foi mantida aquecida a 50 °C para evitar condensação do vapor no interior e a limpeza realizada com fluxo de hélio (99,99%) por 20 s.

A produção de leite foi avaliada do 17º ao 21º dia de cada período experimental, sendo realizadas duas ordenhas diárias. Imediatamente após as ordenhas, o leite foi

pesado em balança digital de capacidade para 30 kg. Amostras de leite das ordenhas do 18º dia foram coletadas na quantidade de 1% da produção de cada animal para determinação de proteína, gordura, lactose e sólidos totais, utilizando o aparelho digital Lactoscan®. 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.

Do 17º ao 21º dia de cada período experimental, o alimento oferecido e as sobras foram pesados para determinar o consumo e amostrados para análises químico-bromatológicas. Essas amostras foram congeladas a -20°C e, posteriormente, descongeladas, pré-secadas e compostas por animal com base no peso seco. Ao final do período experimental, as amostras foram moídas em moinho com peneira de 1 mm, acondicionadas em vidro com tampa previamente identificados e armazenadas para posteriores análises.

As análises de matéria seca (MS), matéria orgânica (MO), proteína bruta (PB), extrato etéreo (EE) e matéria mineral (MM) das dietas foram realizadas conforme 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) dos ingredientes, que não continham ureia, foram calculados pela equação proposta por Detmann et al. (2010):

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

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 (2003), utilizando a seguinte fórmula:

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

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 NRC (2001):

$$NDT = PBD + EED \times 2,25 + FDND + CNFD$$

Em que: PBD = proteína bruta digestível; EED = extrato etéreo digestível; FDND = fibra em detergente neutro digestível; CNFD = carboidratos não fibrosos digestíveis.

Foram feitas cinco pesagens em cada período experimental, das quais duas foram no início e três no fim do período, para verificação da variação do peso corporal de cada tratamento.

As fezes foram coletadas diretamente da ampola retal, duas vezes, às 08h00min do 18º dia e às 15h00min do 20º dia de cada período (Vagnoni et al., 1997) e acondicionadas em sacos plásticos, sendo posteriormente armazenadas a -20°C. Ao término do período de coletas, as amostras de fezes foram descongeladas, secas em estufa de ventilação forçada a 65°C, durante 72 a 96 h e, posteriormente, moídas em moinho com peneira dotada de crivos de 1 mm e armazenadas para posteriores análises. Foi utilizada a fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), obtida após a incubação por 288 h das amostras dos alimentos, das sobras e das fezes, como indicador interno (Detmann et al., 2012), para a estimativa da produção fecal.

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

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

As amostras de sangue foram coletadas no primeiro dia de experimento e no último dia de cada período, obtendo-se 10 ml, através da veia mamária, com tubos de vacutainer com heparina sódica como anticoagulante. Em seguida, foram centrifugados (1500 rpm durante 15 minutos) para separação do plasma. Após centrifugação, o plasma foi mantido em tubos eppendorf, sob refrigeração (caixa térmica com gelo), durante o seu transporte para o laboratório, em que foram armazenados a -20°C até a análise química, para posterior análise das concentrações de ureia.

Durante o período de coleta, amostras de urina spot foram obtidas no 19º dia de cada período experimental, aproximadamente 4 horas após a alimentação, durante micção espontânea, conforme descrito por Valadares et al. (1999). Uma alíquota de 10 mL foi diluída em 40 mL de ácido sulfúrico de normalidade 0,036. Em seguida, o pH foi aferido e, quando necessário, ajustado para valores inferiores a 3, com pequenas gotas de ácido sulfúrico concentrado, a fim de evitar destruição bacteriana dos derivados de purina e precipitação do ácido úrico. As amostras de urina foram

armazenadas a  $-20^{\circ}\text{C}$  e, posteriormente, submetidas às análises das concentrações de creatinina, ureia, alantoína e ácido úrico.

A concentração de ureia no plasma, na urina e no leite desproteinado e as concentrações de creatinina e ácido úrico na urina foram determinadas utilizando-se kits comerciais (Bioclin®), segundo orientações do fabricante. As análises de alantoína na urina e no leite desproteinado foram feitas pelo método colorimétrico, proposto por Chen & Gomes (1992).

A excreção diária de creatinina, considerada para estimar o volume urinário por intermédio das amostras de urina spot, foi de 24,05 (mg/kg PC), de acordo com o proposto por Chizzotti et al. (2007).

O volume urinário, contudo, foi estimado a partir da razão entre a excreção diária de creatinina (mg/kg PC), relatada anteriormente, e concentração média de creatinina (mg/L) na urina spot, multiplicando-se pelo respectivo peso corporal (PC) do animal.

A excreção de purinas totais (PT) foi estimada pela soma das quantidades de alantoína e ácido úrico, excretadas na urina e alantoína secretada no leite. A quantidade de purinas microbianas absorvidas (mmol/dia) foi estimada a partir da excreção de purinas totais (mmol/dia), por meio da equação proposta por Verbic et al. (1990):

$$PA = \frac{PT - 0,385 \times PC^{0,75}}{0,85}$$

Em que: PA são as purinas absorvidas (mmol/dia); e PT corresponde às purinas totais (mmol/dia); 0,85 = recuperação de purinas absorvidas como derivados de purina na urina; e 0,385 = excreção endógena de derivados de purina na urina (mmol) por unidade de tamanho metabólico.

O fluxo intestinal de nitrogênio microbiano (g NM/dia) foi estimado a partir da quantidade de purinas absorvidas (mmol/dia), segundo a equação de Chen & Gomes (1992):

$$NM(\text{g/dia}) = \frac{70 \times PA}{0,83 \times 0,116 \times 1000}$$

Assumindo-se o valor de 70 para conteúdo de nitrogênio nas purinas (mg/mmol); 0,83 para a digestibilidade intestinal das purinas microbianas e 0,116 para a relação NPURINA:NTOTAL nas bactérias.

A estimativa de síntese de PB microbiana (PBM) foi obtida multiplicando-se a NM por 6,25, enquanto a eficiência de síntese de proteína microbiana foi determinada pela fórmula:

$$EPBM(g/kg) = PBM(g)/CNDT(kg)$$

Em que CNDT = consumo de nutrientes digestíveis totais.

O balanço de compostos nitrogenados foi obtido pela diferença entre o total de nitrogênio ingerido e o total excretado nas fezes, na urina e no leite. A determinação do nitrogênio total nas fezes e na urina foi realizada segundo metodologia descrita por Detmann et al. (2012).

Para a avaliação do comportamento ingestivo, os animais foram submetidos a observação visual, durante períodos de 24 horas, que ocorreram no 20º dia de cada período. As observações das atividades foram registradas a cada cinco minutos de intervalo, conforme recomendado por Gary et al. (1970). No dia seguinte, 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 (10-12; 14-16 e 19-21 horas). Durante a observação noturna dos animais, o ambiente foi mantido com iluminação artificial.

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:

$$EAL = CMS/TAL$$

$$EALFDN_c = CFDN_c/TAL$$

$$ERU = CMS/TRU$$

$$ERUFDN_c = CFDN_c/TRU$$

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 a elaboração deste trabalho e composição dos custos, bem como os dados utilizados (preços, vida útil etc.) foram coletados junto aos produtores rurais, técnicos de extensão rural e estabelecimentos comerciais da região. Foram consideradas para avaliação do custo de produção, as metodologias de custo operacionais, utilizada 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, máquinas, equipamentos e animais de serviço foram estimados pelo método linear de cotas fixas, com valor final igual a zero. Para a remuneração do capital, utilizou-se a taxa de juro real de 6% ao ano, considerando a taxa de juros média da poupança de 0,5% ao mês.

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

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

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, aplicaram-se 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 4 estão apresentados os valores de venda de leite e esterco, praticados no momento do experimento. A produção de esterco foi medida a partir da estimativa da produção fecal, esta que foi calculada com o auxílio da fibra em detergente neutro indigestível (FDNi), que foi utilizado como indicador interno.

**Tabela 4** - Preço médio de venda dos produtos no período experimental.

<b>Produto</b>	<b>Unidade</b>	<b>Valor unitário (R\$)</b>
Leite	Litro (L)	1,05
Esterco	Tonelada	50,00

Nas Tabelas 5, 6 e 7 estão apresentados, respectivamente, de forma detalhada, os dados sobre preços de insumos e serviços, os preços dos ingredientes e o valor de benfeitoria, máquinas, equipamentos e animais utilizados no experimento.

**Tabela 5** - Preços de insumos e serviços utilizados no experimento.

<b>Discriminação</b>	<b>Unidade</b>	<b>Preço unitário (R\$)</b>			
Vermífugo	MI	0,15			
Carrapaticida	MI	0,09			
Vacina de aftosa	Dose	1,49			
Mão-de-obra	d/H	36,20			
Medicamentos*	MI	0,10			
<b>Concentrados (Nível de glicerina %)</b>					
		<b>0</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
R\$/kg		0,99	1,06	1,13	1,20

\*Media de preços de alguns medicamentos que foram eventualmente utilizados.

**Tabela 6** - Preços dos ingredientes utilizados no experimento.

<b>Discriminação</b>	<b>Preço unitário (R\$/kg)</b>
Silagem de milho*	0,60
Milho	0,70
Farelo de Soja	1,50
Sal mineral	1,83
Glicerina	1,00
Bicarbonato de sódio	4,00
Uréia	2,00
Calcário	0,29

\*O preço da silagem de milho que está descrito na tabela, foi o valor pago por Kg/MS.

**Tabela 7** - Vida útil e valor de benfeitorias, máquinas, equipamentos e animais, 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 (un)</b>	<b>Valor total (R\$)</b>
<b>Maquinas e equipamentos</b>				
Balança de curral – 1500 kg	5475	7.000,00	1	7.000,00
Máquina de ração estacionária	5475	1.500,00	1	1.500,00
Balança	5475	1.000,00	1	1.000,00
Carrinho de mão	730	200,00	1	200,00
Unidades de pequeno valor	730	200,00	1	200,00
Pá de bico	730	35,00	1	35,00
<b>Animais</b>				
Vacas	2920	3.000,00	8	24.000,00
<b>Benfeitorias</b>				
Curral e galpão de confinamento	5475	9.965,00	1	9.965,00
<b>Valor fixo investido</b>	-	-	-	<b>43.900,00</b>
<b>Valor fixo investido/vaca</b>	-	-	-	<b>5.487,50</b>

As variáveis experimentais foram avaliadas por meio de análises de variância e de regressão, utilizando o Sistema de Análises Estatísticas e Genéticas SAEG (Ribeiro

Júnior, 2001). Os critérios adotados para a escolha do modelo estatístico foram o coeficiente de determinação ( $R^2$ ), calculado como a relação entre a soma de quadrados da regressão e a soma de quadrados de tratamentos e a significância observada dos coeficientes de regressão, utilizando-se o teste “F” em nível de 5%, conforme o modelo:

$$Y_{ijk} = \mu + l_i + c_j + t_{k(ij)} + e_{ijk}$$

**Onde:**

$Y_{ijk}$  – o valor observado da variável;

$\mu$  - é a média geral;

$l_i$  - efeito da linha  $i$ ;

$c_j$  - efeito da coluna  $j$ ;

$t_{k(ij)}$  - efeito do tratamento  $k$ ;

$e_{ijk}$  - erro aleatório (resíduo).

## V - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) para o consumo de matéria seca (CMS), expressos em quilograma por dia (kg/dia) e porcentagem do peso corporal (%PC), com o aumento dos níveis de glicerina loira na dieta (Tabela 8). Provavelmente o efeito observado ocorreu em função da composição da glicerina loira introduzida na dieta, que continha baixo teor de lipídios e alto teor de glicerol, o que pode ter interferido negativamente na aceitação da dieta. Resultado semelhante foi encontrado por Ezequiel et al. (2015), que avaliaram a inclusão de três níveis de glicerina na dieta (0, 15 e 30%) e também encontraram redução linear sobre o consumo. Esses autores justificaram o efeito encontrado pela alteração causada na forma física da dieta decorrente da introdução da glicerina, tornando a mesma mais viscosa e conseqüentemente, menos palatável. Segundo o NRC (1989), um dos fatores que pode influenciar o CMS é o fator psicogênico caracterizado pela influência do alimento, neste caso, a palatabilidade.

**Tabela 8** - Consumo de matéria seca e dos nutrientes de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Consumo	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
Matéria seca (kg/dia)	23,38	22,55	21,78	20,54	<sup>4</sup>	6,32	0,005
Matéria seca (% PC)	4,11	3,96	3,83	3,63	<sup>5</sup>	6,33	0,007
Proteína bruta (kg/dia)	3,05	3,02	2,75	2,74	<sup>6</sup>	7,88	0,018
CFDNcp <sup>9</sup> (kg/dia)	8,42	7,52	6,99	6,22	<sup>7</sup>	5,55	0,001
CFDNcp <sup>9</sup> (% PC)	1,47	1,32	1,23	1,10	<sup>8</sup>	5,02	0,001
Extrato etéreo (kg/dia)	0,35	0,43	0,35	0,42	$\hat{Y} = 0,39$	23,10	0,157
CNF <sup>10</sup> (kg/dia)	9,77	9,70	9,81	9,29	$\hat{Y} = 9,64$	8,45	0,574
NDT <sup>11</sup> (kg/dia)	16,82	16,70	16,51	15,71	$\hat{Y} = 16,44$	7,33	0,280

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem; <sup>3</sup>Probabilidade de erro; <sup>4</sup> $Y = 23,45 - 0,154x$ ,  $R^2 = 0,99$ ; <sup>5</sup> $Y = 4,118 - 0,026x$ ,  $R^2 = 0,99$ ; <sup>6</sup> $Y = 3,07 - 0,02x$ ,  $R^2 = 0,85$ ; <sup>7</sup> $Y = 8,357 - 0,118x$ ,  $R^2 = 0,99$ ; <sup>8</sup> $Y = 1,46 - 0,02x$ ,  $R^2 = 0,99$ ; <sup>9</sup>Consumo de fibra em detergente neutro corrigido para cinzas e proteína bruta; <sup>10</sup>Carboidratos não fibrosos e <sup>11</sup>Nutrientes digestíveis totais.

Costa et al. (2013), trabalhando com a inclusão de 0, 4, 8 e 12% de glicerina bruta (51,84% glicerol e 36,70% lipídios) e cana de açúcar como volumoso (razão V:C = 80:20) na dieta de vacas leiteiras com produção média de 15 kg/dia, não observaram

efeito sobre o CMS e obtiveram um aumento linear na produção de leite a medida que os níveis foram introduzidos na dieta, mostrando assim que o coproduto avaliado não interferiu na aceitação das dietas e favoreceu para o bom desempenho encontrado. O que reforça a justificativa apresentada para os resultados obtidos nesta pesquisa, onde claramente a composição da glicerina loira (90,46% glicerol e 2,88% lipídios), afetou negativamente as respostas dos animais aos tratamentos testados.

Corroborando com o presente estudo, Boyd et al. (2009), utilizando seis vacas em lactação, avaliaram a resposta da inclusão de glicerina com 99% de glicerol (controle, 20 e 40% de glicerina) e verificaram que houve uma queda no consumo e na produção de leite com a inclusão da glicerina, quando comparado com o controle. Silva (2011) avaliou quantidades crescentes de glicerina 0, 15 e 30% na MS das dietas (86% glicerol), tendo a silagem de milho como volumoso (razão V:C = 45:55) e relatou redução linear no consumo de matéria seca (17,0; 16,8 e 15,8 kg/dia, respectivamente) de vacas leiteiras com produção média de 20kg/dia. Da mesma forma San Vito (2010), avaliando a inclusão de glicerina em substituição ao milho (0; 33,3; 66,6 e 100%), também relatou redução no CMS a partir de 33,3% de substituição (21,58 à 20,29 kg/dia).

Boyd et al. (2013) utilizando glicerina (80-85% glicerol), nas concentrações de 0, 200 e 400g/dia, em dietas com duas fontes de volumoso (silagem de milho e feno de alfafa) para vacas leiteiras com produção média de 30kg/dia, relataram redução no CMS, com médias de 24,3; 23,1 e 23,4 kg/dia a medida que se incluiu glicerina à dieta.

Em consequência do efeito no consumo de matéria seca, o consumo de proteína bruta (CPB) também reduziu linearmente ( $P < 0,05$ ). Essa redução observada era esperada uma vez que as dietas foram balanceadas para serem isoproteicas.

O consumo de fibra em detergente neutro corrigida (CFDNcp), expressos em quilograma por dia (kg/dia) e porcentagem do peso corporal (%PC) apresentaram efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ). O efeito observado pode ser explicado pela redução do CMS e pela própria composição da dieta que teve seu teor de FDNcp reduzido à medida que a glicerina foi incluída nas dietas, o que também é facilmente explicado pela composição da glicerina, que é desprovida de fibra. Considerando que as dietas utilizadas neste experimento possuíam alta densidade energética, os valores encontrados para CFDNcp estão próximos de 1,35%PC, recomendado em revisão realizada por Detmann et al. (2003), sendo considerada a fase de transição para os controles físicos e metabólicos para maximizar o CMS das vacas leiteiras. De acordo com Mertens (1997)

e Jobim & Santos (2008), a saúde dos ruminantes depende diretamente de concentrações mínimas de fibra na ração que permitam manter a atividade de mastigação e motilidade do rúmen, evitando alterações fermentativas que possam levar à acidose ruminal severa.

Em consonância com o presente estudo, Donkin et al. (2009), avaliando em sessenta vacas Holandesas confinadas, o efeito da inclusão de 0, 5, 10 e 15% da MS da dieta de glicerina (99,5% de glicerol), também relataram que o consumo de fibra em detergente neutro diminuiu com o aumento de glicerol na dieta, sugerindo mais estudos para entendimentos dos efeitos na ingestão e digestão da FDN.

Devido ao baixo teor de EE na composição da glicerina utilizada não houve interferência na composição e participação do EE na dieta total ( $P>0,05$ ). Por isso, mesmo com a redução no CMS e a inclusão de níveis crescentes de glicerina loira na dieta, não foi observada diferença no consumo de EE entre os tratamentos. O teor de extrato etéreo da glicerina é resultante da presença de ácidos graxos, excedentes do processo de produção do biodiesel, pois os óleos vegetais e animais utilizados no processo possuem além do glicerol, três ácidos graxos de cadeia longa associado ao mesmo (Pond et al., 2005). Sendo assim, se o processo de transesterificação dos óleos utilizados na fabricação do biodiesel não for conduzido de forma eficiente, pode acarretar em altos teores de ácidos graxos nos coprodutos. Não é o caso da glicerina loira em questão, que apresenta baixo teor de EE, demonstrando a eficiência dos processos envolvidos na sua produção.

Em relação ao consumo de carboidratos não fibrosos (CCNF) não foi observada diferença entre os tratamentos ( $P>0,05$ ). A semelhança observada pode ser facilmente explicada pela redução encontrada no CMS e pelo aumento dos CNF nas dietas à medida que os níveis de glicerina loira foram introduzidos. Semelhante aos resultados aqui apresentados, Leão et al. (2012), trabalhando com vacas mestiças confinadas, alimentadas com silagem de capim elefante e inclusão de 0, 6, 12 e 24% de glicerina (80,35% de glicerol) na dieta, também não encontraram diferenças para o CCNF.

O consumo de nutrientes digestíveis totais (CNDT) não foi alterado ( $P>0,05$ ) pela inclusão da glicerina loira na dieta. Essa semelhança também pode ser explicada pela redução observada no CMS e pelo aumento dos NDT nas dietas à medida que os níveis crescentes de glicerina loira foram adicionados.

A digestibilidade da matéria seca (DMS) aumentou ( $P<0,05$ ) à medida que os níveis crescentes de glicerina loira foram introduzidos na dieta (Tabela 9). Esse efeito

foi causado pela redução observada no CMS, pois com a redução do consumo a taxa de passagem também é reduzida, passando esse alimento por um processo de digestão mais lento, o que conseqüentemente melhora sua digestibilidade.

**Tabela 9** – Coeficiente de digestibilidade da matéria seca e dos nutrientes, em vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Digestibilidade (%)	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
Matéria seca	65,35	67,59	69,41	70,92	<sup>4</sup>	4,55	0,012
Proteína bruta	70,99	71,33	71,84	76,53	<sup>5</sup>	4,94	0,020
FDNcp <sup>8</sup>	53,89	51,05	52,06	50,50	$\hat{Y} = 51,87$	10,48	0,623
Extrato etéreo	56,51	70,53	66,30	76,38	$\hat{Y} = 67,43$	20,02	0,054
Carboidratos não fibrosos	81,37	85,08	88,30	89,62	<sup>6</sup>	3,51	0,001
Nutrientes digestíveis totais	64,31	65,98	67,62	69,27	<sup>7</sup>	4,14	0,013

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coeficiente de variação em porcentagem; <sup>3</sup>Probabilidade de erro; <sup>4</sup> $Y = 65,53 + 0,308x$ ,  $R^2 = 0,99$ ; <sup>5</sup> $Y = 70,10 + 0,285x$ ,  $R^2 = 0,72$ ; <sup>6</sup> $Y = 81,89 + 0,466x$ ,  $R^2 = 0,96$ ; <sup>7</sup> $Y = 64,31 + 0,275x$ ,  $R^2 = 1,00$ ; <sup>8</sup>Digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida para cinzas e proteína bruta.

Donkin et al. (2009), trabalhando com níveis de glicerol (0, 5, 10 e 15%) na dieta de vacas Holandesas, verificaram elevações nas digestibilidades da MS (DMS) e proteína bruta (DPB), e não foi encontrado diferenças no coeficiente de digestibilidade da FDNcp (DFDNcp).

A digestibilidade da proteína bruta apresentou o mesmo comportamento da DMS e aumentou ( $P < 0,05$ ) à medida que os níveis de glicerina loira foram introduzidos na dieta. Esse efeito pode ser explicado pelo maior tempo de retenção da dieta no rúmen e pela maior digestibilidade da PB do farelo de soja, pois esta aumentou no balanceamento das dietas à medida que se aumentaram os níveis, e o milho foi sendo substituído pela glicerina loira.

Não houve efeito dos níveis de glicerina loira ( $P > 0,05$ ) sobre a digestibilidade da fibra em detergente neutro corrigida (DFDNcp). O maior aporte lipídico na dieta afeta a digestibilidade da fibra, já que o excesso de EE exerce um efeito tóxico sobre os microrganismos, inibindo o crescimento de bactérias, especialmente, as celulolíticas e protozoários (Tamminga & Doreau, 1991), além de causar o encapsulamento da fibra, dificultando a adesão dos microrganismos à parede celular (Jenkins & McGuire, 2006). Porém, isso não ocorreu no presente estudo, pois a glicerina utilizada tinha baixo teor de

EE em sua composição. Essa semelhança observada na DFDN<sub>cp</sub> evidencia que não houve efeito deletério sobre a utilização da fração fibrosa, independente do nível de inclusão utilizado neste trabalho.

A digestibilidade do EE (DEE) não foi afetada ( $P>0,05$ ) pela inclusão dos níveis de glicerina loira na dieta. Esse efeito que seguiu a mesma tendência do CEE pode ser explicado pelo baixo teor de EE na composição da glicerina utilizada e com isso a pouca participação do EE na dieta total, justificando a semelhança na DEE entre os tratamentos.

Para a digestibilidade dos carboidratos não fibrosos (DCNF), foi observado efeito linear crescente ( $P<0,05$ ). O aumento na concentração de glicerina e a redução na percentagem de milho moído na dieta dos animais conferiram aumento linear na digestibilidade dos CNF, o que pode estar relacionado ao tipo de CNF presente na glicerina: o glicerol, que é absorvido no epitélio ruminal ou fermentado a propionato no rúmen (Krehbiel, 2008).

Houve efeito linear crescente ( $P<0,05$ ) dos tratamentos utilizados sobre os nutrientes digestíveis totais (NDT) que aumentaram à medida que a glicerina loira foi introduzida na dieta, tal efeito está associado ao aumento dos coeficientes de digestibilidade da MS, PB e do CNF.

A produção de leite e leite corrigido para 3,5% de gordura apresentaram efeito linear decrescente ( $P<0,05$ ) com a inclusão dos níveis crescentes de glicerina loira na dieta (Tabela 10). Esse efeito era esperado devido à redução observada para o CMS, pois o CMS constitui o primeiro ponto determinante do ingresso de nutrientes necessários ao atendimento das exigências de manutenção e produção do animal. Resultados semelhantes foram encontrados por Ezequiel et al. (2015), avaliando a inclusão de glicerina nos níveis de 0, 15 e 30% na dieta de vacas Holandesas. Esses autores constataram que a ingestão de matéria seca e produção de leite apresentaram efeito linear decrescente e a que a eficiência alimentar apresentou um efeito inverso, aumentando à medida que os níveis de glicerina foram acrescentados na dieta. Já Zacaroni (2010), trabalhando com duas fontes de volumoso (silagem de milho e feno de tifton) relatou redução na produção de leite de 23,4 para 21,3 kg/dia (controle vs glicerina) sem alterar o CMS, quando se incluiu 12,3% de glicerina bruta (76 % glicerol) em substituição ao milho na dieta de vacas leiteiras (razão V:C = 35:65), resultando em queda na eficiência alimentar.

**Tabela 10** – Parâmetros produtivos de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Parâmetros produtivos	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
Produção de leite (kg/dia)	21,28	20,76	20,92	20,11	<sup>4</sup>	8,16	0,020
Produção de leite G <sup>8</sup> (kg/dia)	27,47	27,16	26,97	25,10	<sup>5</sup>	8,59	0,001
EA <sup>9</sup> (kg leite/CMS)	1,17	1,20	1,23	1,24	<sup>6</sup>	9,02	0,013
GMD <sup>10</sup> (kg/dia)	0,69	0,71	0,46	-0,23	<sup>7</sup>	140,35	0,048

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem; <sup>3</sup>Probabilidade de erro; <sup>4</sup> $Y = 21,27 - 0,055x$ ,  $R^2 = 0,78$ ; <sup>5</sup> $Y = 27,77 - 0,121x$ ,  $R^2 = 0,77$ ; <sup>6</sup> $Y = 1,174 + 0,004x$ ,  $R^2 = 0,96$ ; <sup>7</sup> $Y = 0,859 - 0,050x$ ,  $R^2 = 0,80$ ; <sup>8</sup>Produção de leite corrigida para 3,5% de gordura. <sup>9</sup>Eficiência alimentar. <sup>10</sup>Varição do peso corporal.

Corroborando com o presente estudo, San Vito (2010), avaliando a inclusão de glicerina em substituição ao milho (0; 33,3; 66,6 e 100%), relatou redução na produção de leite quando utilizou 66,6% de substituição (31,14 à 28,14 kg/dia), podendo esta resposta estar relacionada a composição da glicerina utilizada (84% glicerol e 8,64% metanol). Silva (2011) avaliou quantidades crescentes de glicerina 0, 15 e 30% da MS da dieta (86% glicerol), e também relatou de redução linear no CMS e na produção de leite com médias de 19,8, 16,7 e 15,4 kg/dia, respectivamente.

Da mesma forma, Boyd et al. (2013), utilizando glicerina (80-85% glicerol) em dietas para vacas leiteiras em início de lactação, nas concentrações de 0, 200 e 400g/dia de glicerina, relataram redução no CMS e na produção de leite com o aumento da glicerina (37,9; 37,3 e 35.5 kg/dia), respectivamente.

A eficiência alimentar apresentou efeito inverso à produção de leite e aumentou ( $P < 0,05$ ) linearmente com a inclusão dos níveis de glicerina loira na dieta. Esse efeito é justificado pelo CMS que apresentou redução linear com a inclusão de glicerina na dieta, indicando que a eficiência de conversão da MS consumida em produção de leite, foi menor no tratamento com 0% de inclusão de glicerina e aumentou à medida que a glicerina foi incluída na dieta. Segundo Ospina et al. (2000), a eficiência do processo de transformação de alimentos em leite é determinada por fatores relacionados com o animal (potencial genético, estágio de lactação e condição corporal) e com a dieta por ele consumida (qualidade e quantidade do volumoso e suplemento consumidos).

No ganho médio diário (GMD) foi observada influência do CMS, portanto, seguiu a mesma tendência, apresentando uma redução linear ( $P < 0,05$ ) com a inclusão dos

níveis de glicerina loira na dieta. Esse efeito era esperado, uma vez que o desempenho animal é função direta do consumo de matéria seca digestível (Mertens, 1994).

A composição do leite não foi afetada ( $P>0,05$ ) pela inclusão de glicerina loira na dieta (Tabela 11). Esse efeito pode ser explicado pela pouca influência da dieta na alteração dos percentuais da maioria dos constituintes do leite, sendo assim, até a gordura que é o constituinte mais suscetível a mudança via dieta se manteve semelhante aos outros tratamentos, uma vez que a fonte de volumoso que é responsável diretamente pela sua síntese foi igual para todas as dietas.

**Tabela 11** - Composição do leite de vacas lactantes alimentadas com diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Composição	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
Proteína	3,31	3,32	3,31	3,34	$\hat{Y} = 3,32$	2,12	0,700
Gordura	5,34	5,42	5,35	5,08	$\hat{Y} = 5,30$	6,88	0,288
Lactose	4,97	4,99	4,97	4,94	$\hat{Y} = 4,97$	2,15	0,741
Minerais	0,76	0,77	0,76	0,76	$\hat{Y} = 0,76$	1,75	0,671
Sólidos desengordurados	9,05	9,09	9,04	9,05	$\hat{Y} = 9,06$	1,67	0,939
Sólidos totais	14,39	14,51	14,40	14,13	$\hat{Y} = 14,35$	3,26	0,441

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem; <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 (Gonzalez et al., 2003). O teor de fibra na dieta pode influenciar o teor de gordura, pois a fibra que é degradada no rúmen produz acetato, que é precursor na síntese de gordura do leite. 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 proteína do leite tem sua origem nos aminoácidos absorvidos no

intestino, provenientes, por sua vez, em maior parte, da proteína microbiana formada no rúmen e da proteína da dieta não degradada no rúmen, disponível no intestino.

A lactose é o açúcar do leite que é sintetizado a partir da glicose produzida no fígado pelo aproveitamento do ácido propiônico, absorvido no rúmen, e pela transformação de certos aminoácidos. Segundo Kennelly (1996), a lactose é um dos componentes que tende a ser menos susceptível a manipulação por meios dietéticos, por ser o único constituinte osmótico mais importante do leite, o que evidencia a semelhança entre os tratamentos mesmo com a maior disponibilidade de propionato oriundo da fermentação do glicerol no rúmen.

Os resultados encontrados para composição do leite no presente estudo 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 e também estão em consonância com os trabalhos encontrados na literatura (Carvalho et al., 2011; Donkin et al., 2009; Pimentel et al., 2014; Wilbert et al., 2013), onde os autores, trabalhando com a inclusão de glicerina na dieta em condições semelhantes, também não encontraram diferença na composição do leite.

Avaliando o balanço dos compostos nitrogenados foi observado efeito linear decrescente ( $P < 0,05$ ) para N ingerido e N fezes (g/dia), com a inclusão dos níveis crescentes de glicerina loira na dieta (Tabela 12). O efeito observado para o N ingerido pode ser explicado pela redução apresentada no CMS, já que as dietas foram formuladas na tentativa de serem isoproteicas. Para o N fezes, essa redução pode ser explicada pelo decréscimo observado na ingestão de N e pela semelhança do N digerido entre os tratamentos. Segundo Hoffman et al. (2001), Van Soest (1994) e Wilkerson et al. (1993), existe uma relação linear entre consumo de nitrogênio e excreção de nitrogênio nas fezes e na urina, pois a digestibilidade do N, normalmente, é constante. O nitrogênio consumido em excesso, leva a um excesso de N na forma de amônia ( $N-NH_3$ ), no rúmen, que passa por difusão do epitélio ruminal para a corrente sanguínea, na qual uma parte é reciclada pela saliva e outra parte é transformada no fígado em ureia, e esta é excretada através das fezes e urina, conseqüentemente, um menor consumo de N causa menor excreção de N (Azevedo et al., 2010).

**Tabela 12** – Balanço de compostos nitrogenados de vacas lactantes alimentadas com dietas contendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Balanço de compostos nitrogenados	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
N ingerido (g/dia)	487,92	483,19	440,32	438,52	<sup>4</sup>	7,88	0,018
N fezes (g/dia)	141,62	138,68	123,85	101,20	<sup>5</sup>	13,73	0,001
N leite (g/dia)	112,89	110,30	110,43	107,79	$\hat{Y} = 110,35$	5,31	0,411
N urina (g/dia)	34,13	33,87	30,37	30,85	$\hat{Y} = 32,30$	19,12	0,503
N retido (g/dia)	199,26	200,32	175,65	198,66	$\hat{Y} = 193,47$	18,24	0,456
N retido (% N ing.)	40,98	41,40	39,80	44,43	$\hat{Y} = 41,65$	11,44	0,282
N digerido (g/dia)	346,29	344,50	316,46	337,32	$\hat{Y} = 336,14$	11,06	0,381
N retido (% N dig.)	57,54	57,54	55,22	57,54	$\hat{Y} = 56,96$	7,51	0,630
N digerido (% N ing.)	70,99	71,34	71,84	76,53	<sup>6</sup>	4,94	0,020

<sup>1</sup>Equações de regressão. <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem. <sup>3</sup>Probabilidade de erro. <sup>4</sup> $Y = 491,1 - 3,184x$ ,  $R^2 = 0,85$ ; <sup>5</sup> $Y = 146,7 - 2,268x$ ,  $R^2 = 0,90$ ; <sup>6</sup> $Y = 70,10 + 0,285x$ ,  $R^2 = 0,73$ .

A excreção de nitrogênio no leite (N leite) não variou com a inclusão da glicerina loira nas dietas. Esse efeito pode ser explicado pela semelhança observada na composição de proteína do leite, que não apresentou diferença significativa, mesmo com a redução no consumo de N e na produção de leite, provavelmente pela pouca influência da dieta na alteração dos percentuais dos constituintes do leite. Segundo Chase (1994), as vacas leiteiras secretam no leite, em média, 25-35% do nitrogênio que consomem e quase todo o nitrogênio restante é excretado nas fezes e na urina.

O nitrogênio na urina (N urina) não foi afetado ( $P > 0,05$ ) pela inclusão da glicerina loira na dieta. Esses resultados comprovam que as dietas estavam bem ajustadas (proteína:energia), o que favoreceu o aproveitamento eficiente do N pelos microorganismos ruminais e evitou excreções de N em excesso nas fezes, no leite e na urina. Huhtanen & Hristov (2009), em um estudo de meta análise confirmaram que não superalimentar com proteína é uma importante ferramenta para reduzir as perdas de nitrogênio que é excretado juntamente com os dejetos animais, e com isso também reduzir a contaminação do ar pela amônia volatilizada e dos rios e lençóis freáticos com o nitrato lixiviado (Tamminga, 1992).

Não foi observado efeito ( $P>0,05$ ) da inclusão de glicerina sobre o nitrogênio retido (N retido), nitrogênio retido (% do N ingerido), nitrogênio digerido (N digerido) e nitrogênio retido (% do N digerido). O balanço positivo de nitrogênio indica que houve retenção de proteína no organismo animal, proporcionando condições para que não ocorresse perda de peso nos animais, indicando provavelmente que as exigências de proteína dos animais foram supridas nas dietas (Vasconcelos et al., 2010). A retenção de nitrogênio em relação ao nitrogênio absorvido reflete a utilização do nitrogênio na síntese protéica tissular, seja para formar novos tecidos, novos sistemas enzimáticos ou para substituir tecidos velhos ou epitélios. A eficiência com que este trabalho é realizado depende fundamentalmente da composição do composto nitrogenado que chega aos tecidos, vindos da absorção intestinal (Ezequiel et al., 2000).

Para o N digerido (% N ing.) foi observado um aumento linear ( $P<0,05$ ) com a inclusão dos níveis de glicerina loira na dieta. Provavelmente, este efeito foi influenciado pelo N ingerido, pois quanto menor a ingestão de N há uma maior reciclagem do mesmo, proporcionando melhor digestibilidade e, conseqüentemente, menor excreção.

Não foi observado efeito dos níveis crescentes de glicerina loira ( $P>0,05$ ) sobre as concentrações de N uréico no plasma (NUP) e N uréico no leite (NUL) (Tabela 13). Esse efeito pode ser explicado provavelmente pela boa sincronia de proteína e energia das dietas no rúmen. Segundo Rennó et al. (2000), as concentrações NUP e NUL são parâmetros que refletem a relação da proteína e energia da dieta no ambiente ruminal. De acordo com Montemayor et al. (2009), o aumento na concentração de uréia no sangue está relacionado com excesso de proteína degradável no rúmen e um menor sincronismo entre a degradação da proteína e de carboidratos.

Os resultados encontrados para o NUP estão próximos do limite estabelecido por Valadares et al. (1997), onde afirmaram que as concentrações de NUP e na urina estão correlacionadas, e que valores de 14 a 16 mg/dL de N ureico plasmático representariam limites a partir dos quais estariam ocorrendo perdas de proteína dietética.

O teor de NUP tem sido utilizado para obtenção de informações adicionais sobre nutrição proteica de ruminantes, por meio da resposta metabólica à determinada dieta. O nitrogênio ureico plasmático não é bom indicador de consumo de proteína, mas pode ser bom indicador da proteína não utilizada, ou da utilização ineficiente da proteína da dieta (Broderick & Clayton, 1997; Staples et al., 1993), essa afirmação reflete bem os resultados observados no presente estudo, que apresentou redução no consumo de PB e

semelhança no NUP, mostrando a boa sincronização e a eficiência de utilização da proteína das dietas. Desse modo, é possível evitar perdas econômicas advindas do fornecimento excessivo de proteína dietética e de possíveis prejuízos produtivos, reprodutivos e ambientais (Carvalho et al., 2011).

Como visto o excesso de NUP também pode afetar a reprodução das vacas. Segundo Hammon et al. (2005), existe uma correlação positiva entre o NUP e o nitrogênio uréico do fluido folicular de vacas leiteiras, esses autores avaliaram grupos de alta ( $\geq 20$  mg/dL) e baixa ( $\leq 20$  mg/dL) concentração de nitrogênio uréico no plasma e constataram efeito significativo do nitrogênio uréico do fluido folicular para vacas de alta concentração de NUP. O potencial mecanismo do excesso de nitrogênio sobre a reprodução é o efeito tóxico direto da amônia sobre o oócito, enquanto este ainda se encontra no folículo (Dawuda et al., 2004), este afeta diretamente o tempo para aparecimento do estro, a taxa de concepção, a sobrevivência embrionária, o período de serviço e outros.

**Tabela 13** – Concentrações de N ureico de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Item	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
<b>Concentrações de N ureico (mg/dL)</b>							
N ureico no plasma	13,06	12,21	13,22	12,00	$\hat{Y} = 12,62$	11,18	0,575
N ureico no leite	13,29	11,96	12,79	11,81	$\hat{Y} = 12,46$	15,43	0,111

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

Os valores de NUL encontrados no presente estudo estão de acordo com o limite proposto por (Butler, 2000), que afirmou que as concentrações de NUL normalmente variam entre 12 e 16 mg/dL e que teores acima de 19 mg/dL podem estar relacionados com efeitos negativos sobre a reprodução das vacas, já que o NUL reflete o metabolismo do nitrogênio no ruminante, e seu aumento pode estar associado ao excesso, bem como à qualidade da PB e/ou ao déficit de energia na dieta (Santos et al., 2011). Mostrando que quando não existe um bom sincronismo entre a degradação de composto nitrogenados em amônia pelos microrganismos com a utilização dessa amônia, a partir da digestão dos carboidratos, ocorre o aumento da excreção de compostos nitrogenados (ureia). Fato não observado neste estudo, onde a PB da dieta e

o aporte energético da glicerina favoreceu a sincronia e conseqüentemente a semelhança entre os tratamentos.

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. Vale ressaltar que a busca pela máxima eficiência de utilização da PB dietética é um fator de extrema importância para qualquer sistema de produção uma vez que, a PB é um nutriente indispensável para os animais e também um dos que mais oneram os custos dos suplementos concentrados, por isso seu uso de forma racional pode interferir positivamente na viabilidade do sistema.

A síntese de nitrogênio microbiano, proteína microbiana e eficiência microbiana não foram afetadas ( $P>0,05$ ) pela inclusão dos níveis de glicerina loira na dieta (Tabela 14). Provavelmente, a ausência de efeito apresentada por essas variáveis pode ser justificada pelo balanceamento energético-proteico entre as dietas e pela semelhança da razão volumoso:concentrado entre os tratamentos. Segundo o NRC (2001), a síntese de proteína microbiana depende, em grande parte, da disponibilidade de carboidratos e nitrogênio no rúmen, de modo que o crescimento microbiano é maximizado pela sincronização entre a disponibilidade da energia fermentável e o nitrogênio degradável no rúmen (Russell et al., 1992).

**Tabela 14** – Produção de proteína microbiana e eficiência microbiana de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Item	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
<b>Síntese de N e PB microbiana (g/dia)</b>							
N microbiano	224,86	202,95	209,08	232,73	$\hat{Y} = 217,40$	22,62	0,606
PB microbiana	1405,39	1268,47	1306,76	1454,59	$\hat{Y} = 1358,80$	22,62	0,606
<b>Eficiência microbiana</b>							
g PB/kg NDT	83,25	76,02	78,47	91,76	$\hat{Y} = 82,38$	21,20	0,316

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

De acordo com Ferreira et al. (2009), uma eficiente produção e um adequado fluxo microbiano são fatores determinantes da fração protéica que alcança o intestino delgado. Ainda segundo o mesmo autor, o equilíbrio do fluxo de nitrogênio e energia para os microorganismos ruminais tem sido sugerido como mecanismo para melhorar a

captura de nitrogênio degradável no rúmen e conseqüentemente aumentar o crescimento microbiano.

Os valores observados para eficiência da síntese de proteína microbiana foram inferiores ao proposto pelo NRC (2001), de 130g/kg NDT e também por Valadares Filho et al. (2006), que propôs 120g/kg NDT para bovinos em condições tropicais, porém pode-se afirmar que estes valores observados para a eficiência e síntese microbiana estão dentro da normalidade, pois segundo Pina et al. (2011), o teor de NDT da dieta influencia a produção de proteína microbiana, em que observaram produção de proteína microbiana de 122,96 g/kg NDT, entretanto, os animais consumiram dieta contendo 56,51% de NDT. Com isso, a depender da sincronia entre energia e proteína no rúmen, quanto maior o teor de NDT da dieta há uma tendência de redução na eficiência de síntese de proteína microbiana, como foi observado neste estudo, no qual o NDT das dietas girou em torno de 66,8%. É importante destacar que estas variáveis não apresentaram efeito entre os tratamentos, provavelmente, devido a pouca interferência da glicerina loira sobre o ambiente ruminal.

A inclusão dos níveis crescentes de glicerina loira não afetou ( $P>0,05$ ) os tempos despendidos com alimentação, ruminação e ócio (Tabela 15). A semelhança observada pode ser explicada pela pouca discrepância na concentração de nutrientes entre as dietas, uma vez que estas atividades são interferidas pelo processo digestivo, absorção e atendimento do requerimento nutricional. Segundo Pereira et al. (2007), que avaliou o comportamento ingestivo de novilhas submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra, o tempo gasto com alimentação e ruminação aumenta com o incremento de FDN na dieta e, em conseqüência, diminui o tempo despendido com o ócio.

**Tabela 15** – Tempos em alimentação, ruminação e ócio, em horas, de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Atividade	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV % <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
Alimentação (h)	4,37	4,23	4,35	4,44	$\hat{Y} = 4,35$	12,91	0,899
Ruminação (h)	7,47	7,53	7,71	7,86	$\hat{Y} = 7,64$	12,36	0,833
Ócio (h)	12,16	12,24	11,94	11,70	$\hat{Y} = 12,01$	9,75	0,793

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

Esses resultados estão em consonância com os encontrados por Costa et al. (2014), trabalhando com vacas leiteiras alimentadas com cana-de-açúcar e níveis crescentes de glicerina bruta (0, 4, 8 e 12%) na dieta e também não encontraram diferença entre os tratamentos para os tempos gastos nas atividades comportamentais avaliadas. A semelhança no comportamento ingestivo entre as dietas contendo quantidades crescentes de glicerina loira é desejável, pois a utilização do coproduto não deve comprometer o comportamento alimentar dos animais, nem tampouco o funcionamento adequando do seu processo digestivo (Santana Junior et al., 2013).

Não houve efeito da inclusão de glicerina loira ( $P>0,05$ ) sobre as eficiências de alimentação (EAL) e de ruminação (ERU) da matéria seca (Tabela 16). Esse efeito pode ser explicado pela semelhança observada nos tempos gastos nas atividades de alimentação e ruminação, pois mesmo com a redução apresentada no CMS, não foi observada diferença para as EAL e ERU entre os tratamentos.

**Tabela 16** - Parâmetros da eficiência alimentar e mastigação merícica de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina na dieta.

Eficiência Alimentar	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV% <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
EAL (kg MS/h) <sup>6</sup>	5,46	5,44	5,35	4,92	$\hat{Y} = 5,29$	12,64	0,363
EALFDNc (kg FDNc/h) <sup>7</sup>	1,98	1,82	1,72	1,49	<sup>4</sup>	12,26	0,002
ERU (kg MS/h) <sup>8</sup>	3,31	3,02	2,90	2,63	$\hat{Y} = 2,97$	16,25	0,076
ERUFDNc (kg FDNc/h) <sup>9</sup>	1,18	1,01	0,93	0,80	<sup>5</sup>	15,55	0,001
TMT (h/dia) <sup>10</sup>	11,84	11,76	12,06	12,30	$\hat{Y} = 11,99$	9,76	0,793
NBR (nº/dia) <sup>11</sup>	446,06	447,57	491,30	480,13	$\hat{Y} = 466,27$	16,87	0,576
NMd (nº/dia) <sup>12</sup>	27059,67	26807,58	27177,71	28155,67	$\hat{Y} = 27300,16$	13,32	0,887
NMb (nº/bolo) <sup>13</sup>	61,57	60,56	55,75	59,11	$\hat{Y} = 59,25$	9,01	0,180
TRB (seg/bolo) <sup>14</sup>	61,98	61,53	56,68	59,29	$\hat{Y} = 59,87$	8,68	0,193

<sup>1</sup>Equações de regressão, <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem, <sup>3</sup>Probabilidade de erro, <sup>4</sup> $Y = 1,985 - 0,025x, R^2 = 0,97$ ; <sup>5</sup> $Y = 1,163 - 0,020x, R^2 = 0,98$ ; <sup>6</sup>EAL – eficiência de alimentação da matéria seca; <sup>7</sup>EALFDNc – eficiência de alimentação da fibra em detergente neutro corrigida; <sup>8</sup>ERU – eficiência de ruminação da matéria seca; <sup>9</sup>ERUFDNc – eficiência de ruminação da fibra em detergente neutro corrigida; <sup>10</sup>TMT – tempo de mastigação total; <sup>11</sup>NBR – número de bolos ruminados por dia; <sup>12</sup>NMd – número de mastigações por dia; <sup>13</sup>NMb – número de mastigações por bolo e <sup>14</sup>TRB – tempo gasto por bolo ruminado.

A eficiência de alimentação representa a velocidade de ingestão dos nutrientes em função do tempo, acarretando em maior disponibilidade dos mesmos para a digestão

(Santana Junior et al., 2013). Já a eficiência de ruminação está associada ao grau de lignificação da forragem consumida, sendo necessário maior tempo de ruminação para forragens mais lignificadas, reduzindo assim a eficiência nutricional.

Os resultados do presente estudo estão em consonância com os encontrados por Santana Junior et al. (2013) e Costa et al. (2014), que trabalharam com a inclusão de níveis crescentes de glicerina buta na dieta e também não observaram diferença entre os tratamentos para essas variáveis.

Para as eficiências de alimentação e ruminação da fibra em detergente neutro corrigido (EALFDNc e ERUFDNc) foi observado uma redução linear ( $P < 0,05$ ) a medida que os níveis de glicerina loira foram incluídos nas dietas. O efeito observado para essas eficiências seguem a mesma tendência do que foi discutido para o CFDNc e pode ser explicado pela redução do CMS, pela composição da dieta que teve seu teor de FDNcp reduzido à medida que a glicerina foi incluída nas dietas e também pela semelhança nos tempos despendidos com alimentação e ruminação.

A inclusão dos níveis crescentes de glicerina loira na dieta não influenciou ( $P > 0,05$ ) o tempo de mastigação total (TMT), o número de bolos ruminados por dia (NBR), o número de mastigações por dia (NMd) e por bolo (NMB) e o tempo gasto por bolo ruminado (TBR). Esses efeitos podem ser explicados pela semelhança observada para os tempos gastos com alimentação e ruminação. Costa et al. (2014), Santana Junior et al. (2013) e Zacaroni (2010), trabalhando com os níveis crescentes de inclusão de glicerina bruta na dieta, não encontraram diferença para essas mesmas variáveis com inserção de glicerina na dieta e também justificaram pela ausência de efeito nos tempos de ruminação e alimentação.

Já Azevedo et al. (2013) atribuíram a ausência do efeito da dieta sobre as variáveis, tempo de ruminação e número de bolo ruminado a semelhança do tamanho de partículas dos ingredientes da dieta. Castro et al. (2009) também atribuíram a ausência de efeito no número de bolos ruminados por dia em novilhas leiteiras alimentadas com dietas a base de coprodutos agroindustriais a semelhança do tamanho de partícula entre os coprodutos.

Pereira et al. (2007) sugeriram que o aumento do nível de FDN na dieta aumenta o tempo de alimentação e ruminação, o número de mastigações meréricas por dia e por bolo e o tempo de ruminação por bolo. Os níveis de glicerina loira apesar de reduzirem o FDN da dieta não afetaram nenhum destes parâmetros, provavelmente, devido essa

redução não ter sido tão severa, o que causou pouca discrepância entre as dietas com relação ao nível de FDN.

A inclusão de glicerina loira na dieta (Tabela 17) não influenciou ( $P>0,05$ ) o número de períodos de alimentação (NPA), de ruminação (NPR) e de ócio (NPO) e também nos tempos gastos por período alimentando (TPA), ruminando (TPR) e em ócio (TPO). Esse efeito pode ser explicado pelo próprio hábito alimentar dos animais em confinamento. Segundo Mezzalana et al. (2011), o número de refeições e a duração das refeições estão diretamente relacionadas, significando que, a depender da dieta, a diferença do tempo gasto com alimentação ou ruminação, o número de períodos e o tempo gasto por período nestas atividades podem apresentar semelhança, quando as dietas são fornecidas de forma homogênea e no mesmo horário diariamente. Portanto, a inexistência de efeito significativo para o número de períodos das atividades provavelmente deveu-se ao fato de estarem relacionados à extensão destes períodos, que está associada ao tempo despendido com a atividade (Santana Junior et al., 2013).

**Tabela 17** – Números de períodos e tempo de duração das atividades comportamentais de vacas lactantes recebendo diferentes níveis de glicerina loira na dieta.

Atividades Comportamentais	Nível de glicerina (% MS)				Eq. <sup>1</sup>	CV % <sup>2</sup>	P <sup>3</sup>
	0	6	12	18			
NPA (número) <sup>4</sup>	13,62	12,37	14,87	13,75	$\hat{Y} = 13,65$	15,35	0,165
NPR (número) <sup>5</sup>	15,25	17,12	15,62	15,37	$\hat{Y} = 15,84$	18,06	0,543
NPO (número) <sup>6</sup>	22,75	21,75	23,75	23,63	$\hat{Y} = 22,97$	11,90	0,452
TPA (hora) <sup>7</sup>	0,33	0,35	0,30	0,33	$\hat{Y} = 0,32$	13,34	0,216
TPR (hora) <sup>8</sup>	0,50	0,45	0,50	0,53	$\hat{Y} = 0,49$	18,78	0,361
TPO (hora) <sup>9</sup>	0,53	0,57	0,52	0,51	$\hat{Y} = 0,53$	17,68	0,577

<sup>1</sup>Equações de regressão; <sup>2</sup>Coefficiente de variação em porcentagem; <sup>3</sup>Probabilidade de erro; <sup>4</sup>NPA – número de períodos de alimentação; <sup>5</sup>NPR – número de períodos de ruminação; <sup>6</sup>NPO – número de períodos de ócio; <sup>7</sup>TPA – tempo por período de alimentação; <sup>8</sup>TPR – tempo por período de ruminação e <sup>9</sup>TPO – tempo por período de ócio.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Rocha Neto et al. (2012), que também observaram semelhança entre os tratamentos para números de períodos e para o tempo de duração das atividades comportamentais e também justificaram esse efeito pelo próprio hábito alimentar dos bovinos em confinamento. Segundo Silva et al. (2005), o padrão de procura de alimentos por bovinos confinados é bem característico,

com dois momentos principais: início da manhã e final da tarde, portanto, qualquer modificação no horário ou na frequência de fornecimento da dieta pode modificar a distribuição percentual dos horários de alimentação de animais em confinamento. Essa afirmação está de acordo com o presente estudo, onde as dietas foram rigorosamente fornecidas no mesmo horário, todos os dias, as sete e às quinze horas e não foi verificada diferença no número de períodos e tempo de duração das atividades comportamentais.

Após as análises dos resultados do desempenho produtivo dos animais, foi feita a análise econômica desta pesquisa, na qual os valores da renda bruta por animal (Tabela 18) foram influenciados e seguiu a mesma tendência da produção de leite, a qual obteve um efeito linear decrescente com a inclusão dos níveis crescentes de glicerina loira. O maior valor observado para renda bruta foi no tratamento controle, sem inclusão de glicerina loira, na qual apresentou uma renda de R\$25,03/dia, decrescendo à medida que a glicerina foi introduzida na dieta. Essa resposta pode ser explicada pela redução inesperada observada na produção de leite, pois com a introdução de uma glicerina com teor de pureza superior aos encontrados em outras pesquisas, acreditava-se num desempenho produtivo crescente, que viesse a aumentar a renda e suprir a diferença de preço paga pelo coproduto (R\$1,00) em relação ao milho (R\$0,70).

O valor do custo operacional efetivo (COE), que mostra quanto de recurso está sendo canalizado para cobertura de despesas efetivas, apresentou o mesmo comportamento da renda bruta e decresceu mesmo havendo um aumento no custo do concentrado com acréscimo da glicerina na dieta, esse fato pode ser explicado pelo menor consumo de MS apresentado pelos animais.

Em sistemas de produção intensiva, a alimentação costuma representar até 70% dos custos operacionais efetivos (CEPEA, 2007), mas em propriedades menos tecnificadas, esses insumos respondem por menos de 50% dos custos. Os resultados encontrados no presente trabalho giraram em torno de 70% dos custos, com valores iguais a 69,11; 69,26; 69,24 e 68,38% para as dietas contendo 0, 6, 12 e 18% de glicerina. Provavelmente, devido à razão volumoso:concentrado utilizada no presente estudo (55:45) e o sistema de produção em confinamento utilizado no presente trabalho.

Diferente dos resultados encontrados no presente estudo (Costa et al., 2013), avaliando a inclusão de glicerina bruta (0, 4, 8, 12%) na dieta de vacas leiteiras confinadas, observaram redução nos custos e aumento na lucratividade a medida que os

níveis crescentes de glicerina foram introduzidos na dieta, fato explicado pelo aumento na produção de leite e também pelo preço da glicerina utilizada (R\$0,20/kg), que reduziu os custos dos concentrados com a elevação dos níveis. Confirmando assim, a importância do custo da alimentação, num sistema de produção de leite.

**Tabela 18** – 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 loira (%)							
			0		6		12		18	
			Quant. <sup>2</sup>	Valor <sup>3</sup>	Quant. <sup>2</sup>	Valor <sup>3</sup>	Quant. <sup>2</sup>	Valor <sup>3</sup>	Quant. <sup>2</sup>	Valor <sup>3</sup>
<b>1-Renda bruta (RB)</b>										
Venda de leite	kg	1,05	21,27	22,33	20,94	21,99	20,61	21,64	20,28	21,29
Venda de esterco	kg	0,05	53,97	2,70	49,06	2,45	44,52	2,23	39,68	1,98
<b>Total</b>				<b>25,03</b>		<b>24,44</b>		<b>23,87</b>		<b>23,28</b>
<b>2-Custo</b>										
<b>2.1-Custo operacional efetivo (COE)</b>										
Mão-de-obra	d/h	36,20	0,13	4,53	0,13	4,53	0,13	4,53	0,13	4,53
Concentrado	kg/MS		12,53	12,40	11,91	12,63	11,35	12,82	10,40	12,48
Silagem de milho	kg/MS	0,60	13,59	8,15	13,46	8,08	13,10	7,86	12,27	7,36
Energia	KW/h	0,08	6,57	0,53	6,57	0,53	6,57	0,53	6,57	0,53
Medicamentos	R\$			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>				<b>27,81</b>		<b>27,96</b>		<b>27,94</b>		<b>27,09</b>

**Tabela 18 – Continuação...**

<b>2.2-Custo operacional total</b>					
2.2.1-Custo operacional efetivo	R\$	27,81	27,96	27,94	27,09
2.2.2-Depreciação de benfeitoria	R\$	0,25	0,25	0,25	0,25
2.2.3-Depreciação de máquinas e equipamentos	R\$	0,31	0,31	0,31	0,31
<b>Subtotal</b>		<b>28,37</b>	<b>28,53</b>	<b>28,50</b>	<b>27,66</b>
<b>2.3-Custo total (CT)</b>					
2.3.1-Custo operacional total	R\$	28,37	28,53	28,50	27,66
2.3.2-Juros sobre capital	R\$	0,10	0,10	0,10	0,10
<b>Custo por animal</b>	<b>R\$</b>	<b>28,47</b>	<b>28,62</b>	<b>28,60</b>	<b>27,75</b>
<b>Custo por quilograma de leite produzido</b>	<b>R\$/kg</b>	<b>1,34</b>	<b>1,37</b>	<b>1,39</b>	<b>1,37</b>
<b>Lucro por animal</b>	<b>R\$</b>	<b>-3,44</b>	<b>-4,18</b>	<b>-4,73</b>	<b>-4,47</b>
<b>Lucro por quilograma de leite produzido</b>	<b>R\$/kg</b>	<b>-0,16</b>	<b>-0,20</b>	<b>-0,23</b>	<b>-0,22</b>
<b>COE/CT</b>	<b>%</b>	<b>97,68</b>	<b>97,70</b>	<b>97,69</b>	<b>97,62</b>
<b>Gasto com alimentação</b>	<b>R\$</b>	<b>20,56</b>	<b>20,71</b>	<b>20,68</b>	<b>19,84</b>
<b>Gasto com alimentação/COE</b>	<b>%</b>	<b>72,20</b>	<b>72,35</b>	<b>72,32</b>	<b>71,48</b>
<b>Gasto com concentrado/RB</b>	<b>%</b>	<b>49,55</b>	<b>51,67</b>	<b>53,73</b>	<b>53,60</b>
<b>COE/RB</b>	<b>%</b>	<b>111,10</b>	<b>114,42</b>	<b>117,05</b>	<b>116,39</b>
Margem bruta	R\$	-2,78	-3,52	-4,07	-3,82
Margem líquida	R\$	-3,34	-4,09	-4,63	-4,38
<b>Lucro</b>	<b>R\$</b>	<b>-3,44</b>	<b>-4,18</b>	<b>-4,73</b>	<b>-4,47</b>

<sup>1</sup>kg = quilogramas; d/h = diária; kg/MS = quilogramas por quilograma de matéria seca; KW/h = quilowatts por hora; R\$ = reais; R\$/kg = reais por quilograma; % = porcentagem.

Os valores de custo operacional total e o custo total, que engloba a depreciação e remuneração de capital, apresentaram o mesmo comportamento do custo operacional efetivo, pois a mesma infraestrutura e animais foram utilizados em todos os tratamentos.

De acordo com Gomes (2000), os gastos com ração concentrada para sistemas de produção de leite que trabalham com gado mestiço semiconfinado não devem ultrapassar a 30%, em relação ao valor da produção. No presente trabalho, os valores encontrados foram superiores ao proposto por esse autor de 49, 52, 53 e 54%, respectivamente. Esses valores são explicados facilmente pela quantidade de concentrado oferecido para essas vacas em confinamento e pelos custos dos concentrados testados na pesquisa.

O lucro por animal apresentou valor negativo para todos os tratamentos testados, esses valores retratam a dificuldade que o produtor de leite enfrenta nesse período do ano, onde a escassez de forragem obriga o fornecimento de um volumoso de qualidade junto com uma suplementação concentrada, o que aumenta ainda mais os custos de produção e afeta diretamente a lucratividade. Dessa forma, muitas vezes a receita do produtor apenas cobre os custos de manutenção da propriedade ou até mesmo apresenta valores inferiores ao investido como é o caso do presente estudo.

Esse efeito ainda foi agravado à medida que os níveis crescentes de glicerina loira foram incluídos na dieta, o que pode ser justificado pelo efeito observado para a produção de leite, que ao contrario do que se imaginava, reduziu com o aumento dos níveis de glicerina e não acompanhou os custos dos concentrados que aumentaram à medida que a mesma foi incluída na dieta (0,99; 1,06; 1,13 e 1,20 R\$/kg) para os tratamentos 0, 6, 12 e 18%, respectivamente, deixando claro o que aconteceu com a lucratividade.

Portanto, apesar do grande potencial de utilização do coproduto testado na dieta de ruminantes, seu uso no aspecto financeiro para essa realidade atual é inviável, o que não tira o mérito da pesquisa, pois pode se tornar interessante num outro momento.

Os tratamentos afetaram negativamente a taxa interna de retorno (TIR), que reduziu à medida que os níveis crescentes de glicerina loira foram adicionados na dieta, sendo negativa em todos os tratamentos. Demonstrando a realidade que a atividade leiteira enfrenta no momento, com aumentos constantes nos preços dos insumos e conseqüentemente nos custos de produção, seguida por uma baixa remuneração pelo litro de leite produzido, inviabilizando a cada dia a permanência do produtor na atividade (Tabela 19).

**Tabela 19** - Taxa interna de retorno (TIR) mensal e valor presente líquido (VPL) para taxas de retorno de 6, 10 e 12%, respectivamente, para um ano.

<b>Indicador econômico</b>	<b>Nível de glicerina (%)</b>			
	<b>0</b>	<b>6</b>	<b>12</b>	<b>18</b>
Taxa interna de retorno	-1,39%	-1,76%	-2,03%	-1,91%
Valor presente líquido 6%	-1.306,56	-1.564,71	-1.754,20	-1.666,08
Valor presente líquido 10%	-1.496,75	-1.748,64	-1.933,53	-1.847,55
Valor presente líquido 12%	-1.588,21	-1.837,04	-2.019,68	-1.934,75

O cálculo do valor presente líquido (VPL) demonstrou que este investimento no presente momento não é viável para todas as taxas de desconto utilizadas em todas as dietas, demonstrando o cenário que o produtor de leite vive, onde não é interessante investir na atividade leiteira, quando comparada com o custo de oportunidade de todas as taxas juros testadas.

## **VI – CONCLUSÃO**

Embora tenha aumentado a digestibilidade da dieta, a inclusão de glicerina loira na dieta total das vacas não é recomendada, pois afeta negativamente os parâmetros produtivos e econômicos avaliados.

## VII – REFERÊNCIAS

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.

AZEVEDO, R.A.; SANTOS, A.C.R.; RIBEIRO JÚNIOR, C.S.; BICALHO, F.L.; BAHIENSE, R.N.; ARAÚJO, L.; GERASEEV, L.C. Comportamento ingestivo de vacas alimentadas com torta de macaúba. **Ciência Rural**, v.43, n.8, p.1485-1488, 2013.

BOYD, J.; BERNARD, J. K.; WEST, J. W. Effects of feeding different amounts of supplemental glycerol on ruminal environment and digestibility of lactating dairy cows. **Journal of Dairy Science**, v.96, n.1, p.470–476, 2013.

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.

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.

BRODERICK, G.A.; CLAYTON, M.K. A statistical evaluation of animal and nutritional factors influencing concentrations of milk urea nitrogen. **Journal of Dairy Science**, v.80, n.11, p.2964-2971, 1997.

BURGER, 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 de bezerros holandeses alimentados com dietas contendo diferentes níveis de concentrado. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.1, p.236-242, 2000.

BUTLER, W. R. Nutritional interaction with reproductive performance in dairy cattle. **Animal Reproduction Science**, v.60, n.1, p.449–457, 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.

CARVALHO, G.G.P.; GARCIA, R.; PIRES, A.J.V.; DETMANN, E.; SILVA, R.R.; PEREIRA, M.L.A.; SANTO, A.B.; PEREIRA, T.C.J. Metabolismo de nitrogênio em novilhas alimentadas com dietas contendo cana-de-açúcar tratada com óxido de cálcio. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.3, p.622-629, 2011.

CASTRO, K.J.; NEIVA, J.N.M.; FALCÃO, A.J.S.; MIOTTO, F.R.C.; OLIVEIRA, R.C. Respostas comportamentais de novilhas leiteiras alimentadas com dietas à base de subprodutos agroindustriais. **Revista Ciência Agronômica**, v.40, n.2, p.306-314, 2009.

CHASE, L. F. Environmental considerations in developing dairy rations. In: THE CORNELL NUTRITION CONFERENCE, ROCHESTER, 1994, Ithaca. **Proceedings**. Ithaca: Cornell University Press. p. 56-62, 1994.

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**. Bucksburnd: Rowett Research Institute, International Feed Resources Unit, 21p. 1992. (Occasional publication).

CHIZZOTTI, M.L.;VALADARES FILHO,S.C.;VALADARES, R.F.D.; CHIZZOTTI, F.H.M.; MARCONDES, M. I.;FONSECA,M.A. Consumo, digestibilidade e excreção de uréia e derivados de purinas em vacas de diferentes níveis de produção de leite. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.1, p.138-146, 2007.

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**, v.35, n.4, suplemento, p.2597-2604, 2014.

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**, v.34, n.2, p.833-844, 2013.

DAWUDA, P.M.; SCARAMUZZI, R.J.; DREW, S.B.; BIGGADIKE, H.J.; LAVEN, R.A.; ALLISON, R.; COLLINS, C.F.; WATHES, D.C. The effect of a diet containing excess quickly degradable nitrogen (QDN) on reproductive and metabolic hormonal profiles of lactating dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.81, n.3-4, p.195-208, 2004.

DETMANN, E.; QUEIROZ, A.C.; CECON, P.R.; ZERVOUDAKIS, J.T.; PAULINO, M.F.; VALADARES FILHO, S.C.; CABRAL, L.S.; LANA, R.P. Consumo de Fibra em Detergente Neutro por Bovinos em Confinamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.32, n.6, suplemento, p.1763-1777, 2003.

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**. 1. ed. Visconde do Rio Branco: Suprema, ISBN: 9788581790206, p.214, 2012.

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.

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**, v.92, n.10, p.5111-5119, 2009.

EZEQUIEL, J.M.B.; SAMPAIO, A.A.M.; SEIXAS, J.R.C.; OLIVEIRA, M.M. Balanço de nitrogênio e digestão total da proteína e da energia de rações contendo farelo de algodão, levedura de cana-de-açúcar ou uréia, em ovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.6, suplemento, p.2332-2337, 2000.

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.

FERREIRA, M.A.; SILVA, R.R.; RAMOS, A.O.; VÉRAS, A.S.C.; MELO, A.A.S.; GUIMARÃES, A.V. Síntese de proteína microbiana e concentrações de uréia em vacas alimentadas com dietas à base de palma forrageira e diferentes volumosos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.1, p.159-165, 2009.

GARY, L. A.; SHERRITT, G. W.; HALE, E. B. Behavior of charolais cattle on pasture. **Journal of Dairy Science**, v.30, n.2, p.303- 306, 1970.

GOMES, S.T. Economia da ração na produção de leite. **Jornal da Produção de Leite**, Vicoso-MG, v.12, n.132, p.1, 2000.

GONZALEZ, S. G.; MÜLLER E. E.; RIBEIRO, E. L. A.; FREITAS, J. C.; GODOY, A. L. Influência de fatores raciais e manejo nutricional na contagem de células somáticas e nos constituintes do leite de vacas Holandesas e mestiças no norte do estado do Paraná. **Acta Scientiarum Animal Sciences**, v.25, n.2, p.323-329, 2003.

HALL, M. B. Challenges with non-fiber carbohydrate methods. **Journal of Animal Science**. v.81, n.12, p.3226–3232, 2003.

HAMMON, D.S.; HOLYOAK, G.R.; DHIMAN, T.R. Association between blood plasma urea nitrogen levels and reproductive fluid urea nitrogen and ammonia concentrations in early lactation dairy cows. **Animal Reproduction Science**, v.86, n.3-4, p.195-204, 2005.

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, n.4, p.843-847, 2001.

HUHTANEN, P.; HRISTOV, A. N. A meta-analysis of the effects of dietary protein concentration and degradability on milk protein yield and milk N efficiency in dairy cows. **Journal of Dairy Science**, Champaign, Ill, US, v.92, n.7. doi: 10.3168/jds.2008-1352, 2009.

JENKINS, T.C.; McGUIRE, M.A. Major advances in nutrition: impact on milk composition. **Journal of Dairy Science**, v.89, n.4, p.1302-1310, 2006.

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.

KENNELLY, J.J. Producing milk with 2.5% fat - the biology and health implications for dairy cows. **Animal Feed Science Technology**, v.60, n.3-4, p.161-180, 1996.

KREHBIEL, C.R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin. **Journal of Animal Science**, v.86, suplemento, p.392, 2008.

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.

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

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, n.6, p.1217-1240, 2002.

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.

MEZZALIRA, J.C.; CARVALHO, P.C.F.; FONSECA, L.; BREMM, C.; REFFATTI, M.V., POLI, C.H.E.C.; DA TRINDADE, J.K. Aspectos metodológicos do comportamento ingestivo de bovinos em pastejo. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.40, n.5, p.1114-1120, 2011.

MONTEMAYOR, H.A.; GASCA, T.G.; KAWAS, J. Ruminal fermentation modification of protein and carbohydrate by means of roasted and estimation of microbial protein synthesis. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, suplemento especial, p.277-291, 2009.

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

NATIONAL RESEARCH COUNCIL - NRC. 1989. **Nutrient requirement of dairy cattle**. 6.ed. Washington: National Academy. 242p., 1989.

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

OSPINA, H.; MÜHLBACH, P.R.F.; PRATES, E.R.; BARCELLOS, J.O.J.; SILVEIRA, A.L.F. da. Por Que e Como Otimizar o Consumo de Vacas em Lactação. In: ENCONTRO ANUAL DA UFRGS SOBRE NUTRIÇÃO DE RUMINANTES, 2000, Porto Alegre. [**Anais**]: Novos desafios para a produção leiteira do Rio Grande do Sul. Porto Alegre : Departamento de Zootecnia da UFRGS, p. 37-72., 2000.

PEREIRA, J. C.; CUNHA, D. N. F. V.; CECON, P. R.; FARIA, E. S. Comportamento ingestivo e taxa de passagem de partículas em novilhas leiteiras de diferentes grupos genéticos submetidas a dietas com diferentes níveis de fibra. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.36, n.6, p.2134-2142, 2007.

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**, 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.

POND, W.G.; CHURCH, D.C.; POND, K.R.; SCHOKNECHT, A. **Basic animal nutrition and feeding**, 5. ed. Hoboken, USA.. John Wiley& Sons Inc., 580 p., 2005.

RENNÓ, L.N.; VALADARES, R.F.D.; VALADARES FILHO, S.C.; LEÃO, M.I.; SILVA, J.F.C.; CECON, P.R.; GONÇALVES, L.C.; DIAS, H.L.C.; LINHARES, R.S. Concentração plasmática de ureia e excreções de ureia e creatinina em novilhos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.29, n.4, p.1235-1243, 2000.

RIBEIRO Jr., J.I. Análises estatísticas no SAEG (Sistema para análises estatísticas). Viçosa, MG: UFV, 301p., 2001.

ROCHA NETO, A.L.; VELOSO, C.M.; SILVA, F.F.; SOUZA, D.R.; COSTA, L.T.; MURTA, R.M.; SILVA, R.R.; SILVA, J.C.P.M.; SOUZA, D.D.; MENESES, M.A. Comportamento ingestivo de vacas em lactação alimentadas com cana-de-açúcar ou feno da parte aérea da mandioca. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.64, n.6, p.1629-1638, 2012.

RUSSELL, J.B.; O'CONNOR, J.D.; FOX, D.J.; VAN SOEST, P.J.; SNIFFEN, C.J. A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant fermentation. **Journal of Animal Science**, v.70, n.11, p.3551-3561, 1992.

SAN VITO, E. **Glicerina bruta na alimentação de vacas leiteiras**. Viçosa: UFV, 2010, 40p. Dissertação (Mestrado em Zootecnia), Programa de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa, 2010.

SANTANA JUNIOR, H. A.; FIGUEIREDO, M. P.; SANTANA, E. O. C.; MENDES, F. B. L.; ABREU FILHO, G.; PINHEIRO, A. A.; LISBOA, M. M.; LUZ, Y. S.; VIANA, P. T.; FERREIRA, A. H. C.; RECH, C. L. S. Glicerina bruta na dieta de vacas lactantes mantidas em pastagem tropical: comportamento ingestivo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.3, p.1339-1352, 2013.

SANTOS, F.A.P.; PEDROSO, A.M. "Metabolismo de proteínas". **In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S.G. Nutrição de ruminantes**. 2ed. Jaboticabal, SP – Funep, 2011.

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

SILVA, R.R.; CARVALHO, G.G.P.; MAGALHÃES, A.F.; SILVA, F.F.; PRADO, I.N.; FRANCO, I.L.; VELOSO, C.M.; CHAVES, M.A.; PANIZZA, J.C.J.

Comportamento ingestivo de novilhas mestiças de holandês em pastejo. **Archivos de Zootecnia**, v.54, n.205, p.63-74, 2005.

SILVA, Z.F. **Digestão e fermentação ruminal em vacas leiteiras recebendo glicerina bruta na dieta**. Jaboticabal: UNESP, 2011, 56p. Tese (Doutorado em Zootecnia). Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, 2011.

SKLAN, D.; ASHKENAZI, R.; BRAUN, A.; DEVORIN, 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.

STAPLES, C.R.; GARCIA-BOJALIL, C.; OLDICK, B.S.; THATCHER, W.W.; RISCO, C.A. Protein intake and reproductive performance of dairy cows: a review, a suggested mechanism, and blood and milk urea measurements. In: ANUAL FLORIDA RUMINANT NUTRITION SYMPSIUM, 4., 1993, Gainesville. **Proceedings ...** Gainesville: University of Florida, p.37-52, 1993.

TAMMINGA, S. Nutrition management of dairy cows as a contribution to pollution control. **Journal of Dairy Science**, v.75, n.1, p.345-357, 1992.

TAMMINGA, S.; DOREAU, M. Lipids and rumen digestion. In: JOUANY, J.P. (Ed.) **Rumen microbial metabolism and ruminant digestion**. Paris: Institut National de La Recherche Agronomique, p.151-164., 1991.

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 FILHO, S.C.; PAULINO, P.V.R.; MAGALHAES, K.A. **Exigências nutricionais de zebuínos e tabelas de composição de alimentos BR-CORTE**. Vicososa, MG: UFV, DZO, 142p., 2006.

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.

VALADARES, R.F.D.; GONÇALVES, L.C.; SAMPAIO, I.B.; RODRIGUES, N.M.; VALADARES FILHO, S.C. Níveis de proteínas em deitas de bovinos. 3. pH, amônia e eficiência microbiana. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.26, n.6, p.1264-1269, 1997.

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

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.

VERBIC, J.; CHEN, X.B.; MACLEOD, N.A.; ØRSKOV, E.R. Excretion of purine derivatives by ruminants. Effect of microbial nucleic acid infusion on purine derivative excretion by steers. **Journal of Agricultural Science**, v.114, n.3, p.243-248, 1990.

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, n.3-4, p.116-123, 2013.

WILKERSON, V.A.; KLOPFENSTEIN, T.J.; BRITTON, R.A.; STOCK, R.A.; MILLER, P.S. Metabolizable protein and amino acid requirements of growing beef cattle. **Journal of Animal Science**, v.71, n.10, p.2777-2784, 1993.

ZACARONI, O.F. **Resposta de vacas leiteiras à substituição de milho por glicerina bruta**. Lavras: UFLA, 2010. 43p. Dissertação (Mestrado em Veterinária), Programa de Pós Graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal de Lavras, 2010.