

DANILO ARELARO

**UTILIZAÇÃO DA GLICERINA BRUTA EM SUPLEMENTOS  
MÚLTIPLOS PARA BOVINOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2013

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

A679u  
2013

Arelaro, Danilo, 1958-  
Utilização da glicerina bruta em suplementos múltiplos para  
bovinos de corte / Danilo Arelaro. – Viçosa, MG, 2013.  
x, 43f. : il. (algumas color.) ; 29cm.

Orientador: Mário Fonseca Paulino  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Bovino de corte - Alimentação e rações. 2. Proteínas na  
nutrição animal. 3. Suplementos dietéticos. 4. Glicerina.  
5. Bovino de corte - Peso corporal. 6. Forragem.  
I. Universidade Federal de Viçosa. Departamento de  
Zootecnia. Programa de Pós-Graduação em Zootecnia.  
II. Título.

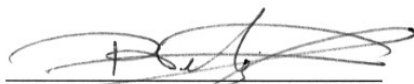
CDD 22. ed. 636.20852

DANILO ARELARO


**UTILIZAÇÃO DA GLICERINA BRUTA EM SUPLEMENTOS  
MÚLTIPLOS PARA BOVINOS DE CORTE**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Zootecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 31 de janeiro de 2013.

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Raul Franzolin Neto  
(Coorientador)

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Mário Luiz Chizzotti

  
\_\_\_\_\_  
Prof. Mário Fonseca Paulino  
(Orientador)

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por nos dar não o que pedimos, mas o que precisamos para evoluir como cidadão do mundo.

À minha esposa (Maria Eugenia M. R. Arelaro) e aos meus filhos (Fabiano R. Arelaro e Marina R. Arelaro), pela paciência e compreensão pela minha pouca atenção a eles durante o período de elaboração da dissertação.

À empresa Manufaturação de Produtos para Alimentação Animal Premix Ltda, pelo incentivo e grande auxílio para que eu pudesse realizar esse curso.

Ao Diretor-Técnico da Premix, Lauriston Bertelli Fernandez, pelo grande estímulo e incentivo – um dos responsáveis para que eu ingressasse no curso de Mestrado.

Aos amigos Liéber de Freitas Garcia, Wolney Alvim Pereira Junior e João Carlos Fontanari, pelo companheirismo e pela amizade.

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Zootecnia, pela oportunidade de realização do curso.

Ao Prof. Dr. Mário Fonseca Paulino, do Departamento de Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, pelos ensinamentos em aula e pela tranquilidade e serenidade que sua pessoa nos passa.

Ao Prof. Dr. Raul Franzolin Neto, da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos da Universidade de São Paulo, *Campus* de Pirassununga, pelas orientações na elaboração da dissertação.

Ao Laboratório de Fermentabilidade Ruminal da FZEA/USP, *Campus* de Pirassununga, em nome do Prof. Dr. Ives Claudio da Silva Bueno e da técnica de laboratório Priscila Maldonado, pela realização das análises de ácidos graxos voláteis e metano e pelas orientações para o trabalho.

Aos laboratórios de Bromatologia e de Metabolismo Ruminal da FZEA/USP, *Campus* de Pirassununga, pela realização de análises.

Aos colegas de trabalho Murilo Trettel e Luis Henrique A. Conti e aos funcionários do Centro Experimental da Premix, pela preciosa ajuda na condução do experimento e coleta de dados.

À Caramuru Alimentos Ltda, pela colaboração, fornecendo gratuitamente a glicerina utilizada no experimento.

## **BIOGRAFIA**

DANILO ARELARO, filho de Armando Arelaro e Dinah de Souza Arelaro, nasceu em Socorro, Estado de São Paulo, em 6 de setembro de 1958.

Em 1979, ingressou no curso de Zootecnia da Universidade Estadual Paulista – *Campus* de Jaboticabal, graduando-se em dezembro de 1982.

Em 1983 com o título de Zootecnista iniciou a vida profissional na Agropecuária Consul no município de Sinop – MT. Depois se transferiu-se para o Departamento de Agricultura da Prefeitura Municipal de Socorro – SP e, em 1993 ingressou na empresa Manufaturação de Produtos para alimentação Animal Premix – Ltda, onde se encontra até hoje exercendo função de consultoria técnica.

Em agosto de 2010, iniciou o curso de Pós-Graduação Profissionalizante em Zootecnia da Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Produção de Ruminantes.

## SUMÁRIO

|                                                                                                                                  |           |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| RESUMO .....                                                                                                                     | vii       |
| ABSTRACT .....                                                                                                                   | ix        |
| INTRODUÇÃO GERAL .....                                                                                                           | 1         |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                | 11        |
| <br>                                                                                                                             |           |
| <b>DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE A PASTO,<br/>SUPLEMENTADOS COM GLICERINA BRUTA EM<br/>SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO MILHO .....</b>  | <b>15</b> |
| <b>Resumo .....</b>                                                                                                              | <b>15</b> |
| <b>Abstract .....</b>                                                                                                            | <b>16</b> |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                              | 17        |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                      | 17        |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                  | 19        |
| 4. CONCLUSÕES .....                                                                                                              | 23        |
| REFERÊNCIAS .....                                                                                                                | 23        |
| <br>                                                                                                                             |           |
| <b>EFEITOS DE DIFERENTES NÍVEIS DE GLICERINA BRUTA EM<br/>DIETAS PARA BOVINOS DE CORTE SOBRE O METABOLISMO<br/>RUMINAL .....</b> | <b>25</b> |
| <b>Resumo .....</b>                                                                                                              | <b>25</b> |
| <b>Abstract .....</b>                                                                                                            | <b>26</b> |
| 1. INTRODUÇÃO .....                                                                                                              | 27        |
| 2. MATERIAL E MÉTODOS .....                                                                                                      | 28        |
| 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....                                                                                                  | 33        |
| 3.1. Degradabilidade ruminal .....                                                                                               | 33        |
| 3.2. pH .....                                                                                                                    | 37        |

|                                               |    |
|-----------------------------------------------|----|
| 3.3. Nitrogênio amoniacal .....               | 38 |
| 3.4. População de protozoários ciliados ..... | 39 |
| 3. CONCLUSÃO .....                            | 40 |
| REFERÊNCIAS .....                             | 41 |
| CONCLUSÕES GERAIS .....                       | 43 |

## RESUMO

ARELARO, Danilo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, janeiro de 2013. **Utilização da glicerina bruta em suplementos múltiplos para bovinos de corte.** Orientador: Mário Fonseca Paulino. Coorientador: Raul Franzolin Neto.

Com a crescente produção de biodiesel, tem-se um aumento na produção de seus coprodutos, entre eles, a glicerina, gerando um excedente de produção que a indústria não consegue absorver, podendo tornar-se um contaminante do meio ambiente. Assim, é necessário encontrar outras opções de uso desses coprodutos, e o seu emprego na nutrição animal pode ser uma alternativa para utilização desses coprodutos. O glicerol, presente na glicerina, pode ser utilizado como precursor gliconeogênico pelos ruminantes. O glicerol é um componente estrutural importante de triglicerídeos e fosfolípidios; quando o organismo usa a reserva corporal de gordura como fonte de energia, libera glicerol e ácidos graxos na circulação sanguínea, podendo o glicerol ser convertido em glicose pelo fígado, fornecendo energia para o metabolismo celular. Nesse sentido, avaliou-se a substituição parcial do milho utilizado no suplemento pela glicerina bruta (GB), nas proporções de 0, 6 e 12%, na base da matéria seca (MS), sobre o ganho de peso corporal de bovinos de corte a pasto. Foram utilizados 30 novilhos Nelore com idade entre 12 e 18 meses, suplementados a pasto (*Brachiaria brizanta* cv. Marandu), divididos em três tratamentos com duas repetições cada. Os animais recebiam diariamente 1 kg de suplemento por dia, sendo os tratamentos: A = suplemento sem glicerina bruta (SGB), B = suplemento com 6% de glicerina bruta (GB6%) e C = suplemento com 12% de glicerina bruta (GB12%). Não foram

observadas diferenças significativas nos valores de ganho de peso médio entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). A utilização da glicerina bruta proveniente da produção de biodiesel através de grão de oleaginosas em substituição parcial ao milho em suplementos para bovinos a pasto – usado na proporção de 0,35% em relação ao peso corporal médio – não apresentou diferença significativa no ganho de peso. Desta forma o emprego da glicerina em substituição ao milho vai depender do seu custo em relação a este para se tornar viável.

## ABSTRACT

ARELARO, Danilo, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, January, 2013. **Using crude glycerin in multiple supplements of beef cattle.** Adviser: Mário Fonseca Paulino. Co-Adviser: Raul Franzolin Neto.

With the growing production of biodiesel, production of byproducts has increased, among them are glycerine which generates a surplus of production that the industry can not absorb, and which can become an environmental contaminant. Therefore, it is necessary to find other options for the use of these coproducts, and its use in animal nutrition may be an alternative to the use of these coproducts. Glycerol present in glycerin, can be used with precursor gliconeogênico by ruminants. Glycerol is an important structural component of triglycerides and phospholipids and when the body uses body fat reserves as an energy source it releases glycerol and fatty acids into the bloodstream, glycerol can be converted to glucose by the liver, providing energy for metabolism cells. Accordingly, we evaluated the partial replacement of corn used to supplement the crude glycerine (GB), in proportions of 0%, 6% and 12%, based on dry matter (DM) on the body weight gain of cattle cutting the grass. Were used thirty Nellore steers aged 12-18 months, the supplemented pasture (*Brachiaria brizantha* cv. Marandú), divided into three treatments with two replications. The animals received daily supplements of 1 kg per day and the treatments: A = supplement no crude glycerin (SGB); supplement with B = 6% crude glycerine (GB6%) and C supplement = 12% crude glycerine (GB12%). There were no significant differences in the values of average weight gain between treatments ( $P < 0.05$ ). The use of crude glycerin from

biodiesel production through grain oilseed partially substituting corn supplements for grazing cattle in a proportion of 0.35% on average body weight, showed no significant difference in weight gain, and should be more work done to determine the optimal level of glycerin in situations in where the staple food is pasture. The use of glycerine replacing corn will depend on the cost of maize to enable its use.

## INTRODUÇÃO GERAL

A preocupação com o meio ambiente é cada vez mais intensa no Brasil e no mundo, e isso faz surgir a busca por novas fontes de energias renováveis, limpas e não poluentes.

Devido a essa preocupação com o meio ambiente, o biodiesel vem ganhando espaço e está cada vez mais em discussão, o que desperta grande interesse mundial na sua produção e motiva a realização de diversas pesquisas.

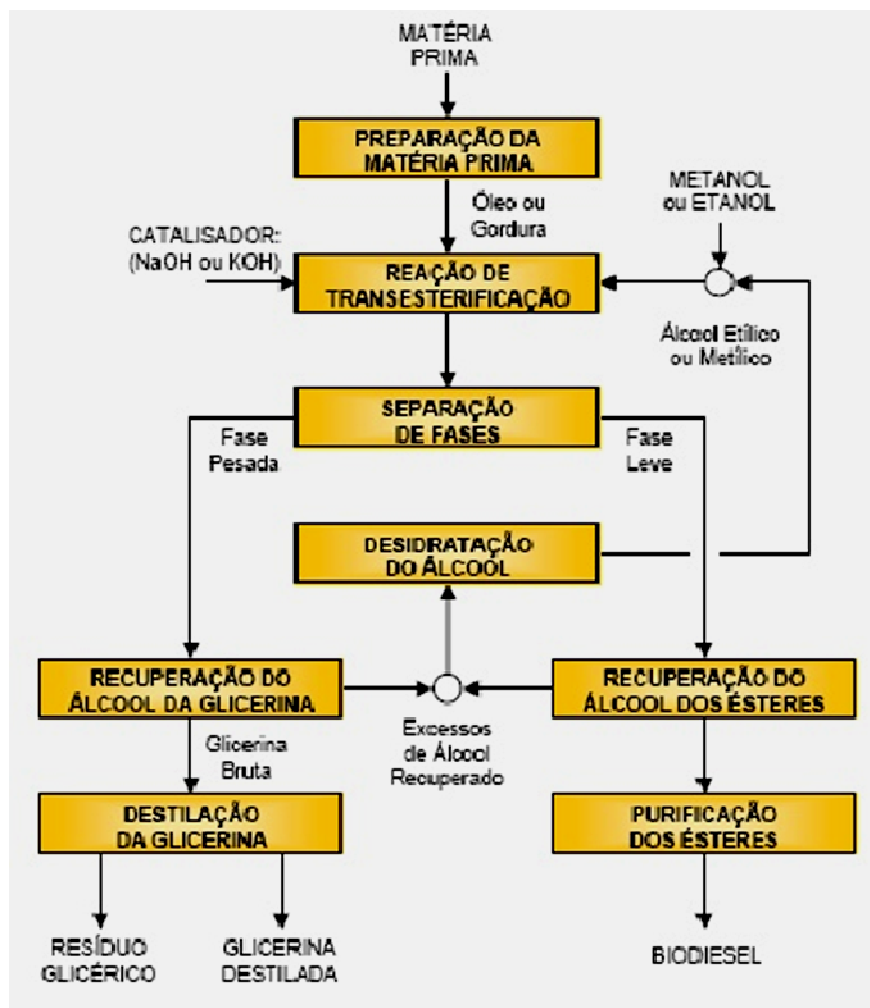
O interesse em ter o domínio tecnológico tanto na área agrônômica como na industrial é muito grande. Diversos países estão em busca desse conhecimento, inclusive o Brasil.

Por ser um combustível biodegradável, não tóxico e praticamente livre de enxofre e compostos aromáticos, o biodiesel é considerado um combustível ecológico que pode ser utilizado em motores movidos a diesel convencional sem a necessidade de modificações, podendo promover redução significativa na emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos (STORCK BIODIESEL, 2008).

A produção de biodiesel ocorre por meio de uma reação de transesterificação, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal. Dessa reação resultam dois produtos: ésteres (nome químico do biodiesel) e glicerina (produto valorizado no mercado de sabões), além de coprodutos (torta, farelo etc.), que são também outras fontes de renda importantes para os produtores (Figura 1).

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel do governo federal, desde junho de 2008, autorizou a adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel comum de origem

fóssil; a partir de 2013 essa adição passará a 5%. Com isso, será necessário produzir cerca de 2,5 bilhões de litros de biodiesel para cumprir a Lei 11097/2005, segundo a qual a adição de biodiesel ao óleo diesel deverá ser de 5% (ABDALLA et al., 2008). O biodiesel pode ser produzido a partir de diversas plantas oleaginosas encontradas em várias regiões brasileiras, como soja, algodão, mamona, pinhão-manso, girassol, canola, palma, amendoim, entre outras, bem como de gorduras animais, óleos vegetais ou óleo de frituras.



Fonte: Manual do Biodiesel/SEBRAE, 2011.

**Figura 1** - Fluxograma do processo de produção do biodiesel e de seus coprodutos.

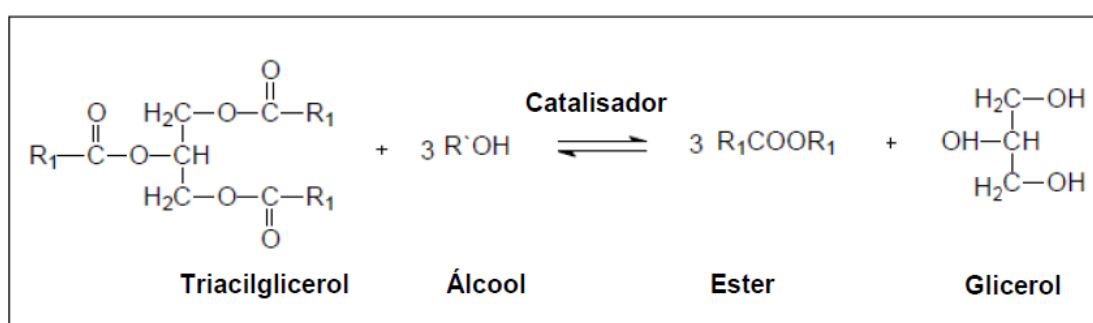
Com a crescente produção de biodiesel, conseqüentemente tem-se aumento na produção de seus coprodutos, entre eles, a glicerina, já que para cada 90 m<sup>3</sup> de biodiesel produzidos, são gerados 10 m<sup>3</sup> de glicerina (GONÇALVES, 2007).

A glicerina é produzida como resultado da transesterificação de triglicerídeos com álcool (MORIN et al., 2007). A glicerina contém entre 80 e 95% de glicerol (RAMOS, 2000) e, impurezas, como água, sais, ésteres, álcool, óleo residual, os quais determinam baixo valor desse coproduto no mercado (OOI et al., 2004). A glicerina bruta possui 86,95% de glicerol; 9,22% de umidade; 0,028% de metanol; 0,41% de proteína bruta; 0,12% de gordura; 3,19% de matéria mineral; 1,26% de sódio; 1,86% de potássio; e 3.625 kcal/kg de energia bruta (LAMMERS et al., 2008). Segundo SÚDEKUM (2008), a glicerina pode apresentar teores variáveis de glicerol, água, metanol e ácidos graxos, sendo classificada como de baixa pureza (50 a 70% de glicerol), média pureza (80 a 90% de glicerol) e alta pureza (acima de 99% de glicerol).

A glicerina bruta produzida hoje no Brasil vem sendo comprada em parte por indústrias, que fazem sua purificação e a utilizam na indústria química para síntese de resinas e ésteres; na indústria farmacêutica, em cosméticos; e para uso alimentício, como umectante e conservante.

No entanto, esse mercado não é capaz de absorver a crescente produção de glicerina proveniente do biodiesel, além de o processo de purificação ser muito caro e a produção de biodiesel cresce a cada ano.

A reação de transesterificação na qual ocorre a formação da glicerina é apresentada na Figura 2.



**Figura 2** - Representação esquemática da reação de transesterificação.

A indústria de tabaco, alimento, bebida e cosmético é quem utiliza parte da glicerina (DASARIA et al., 2005) produzida no Brasil. Para ser usada nas indústrias citadas ela precisa ser purificada, e o processo de purificação é caro; no entanto, esse mercado não absorve todo o excedente da produção de biodiesel, que vem aumentando em larga escala.

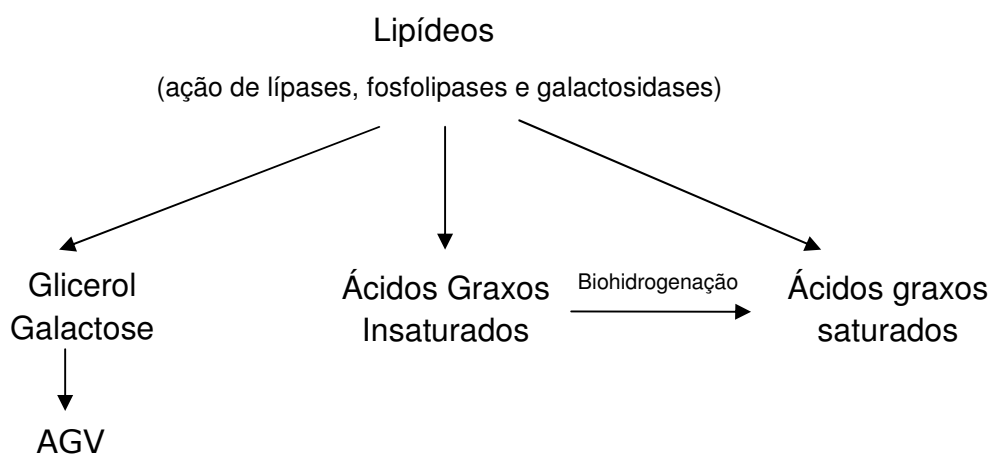
Dada essa alta produção, é necessário encontrar novas formas de utilizar a glicerina, e seu uso na alimentação para ruminantes pode ser uma alternativa importante para consumir esse excedente.

A Food and Drug Administration (FDA, 2006) reconhece que a glicerina tem seu uso seguro e reconhecido na alimentação animal, porém o teor de metanol nela presente não deve ultrapassar 150 mg/kg.

O glicerol, presente na glicerina, pode ser utilizado como precursor gliconeogênico pelos ruminantes, para manutenção dos níveis plasmáticos de glicose (CHUNG et al., 2007). O glicerol é convertido em glicose, e o fosfato di-hidroxiketona é convertido em 3-fosfoglicerato pela enzima glicerol-3-fosfato desidrogenase para entrar na via gliconeogênica (KREHBIEL, 2008). O fornecimento de glicerina tende a reduzir a quantidade disponível de carbono e hidrogênio para produção de gás metano e aumento da produção de propionato.

O glicerol é um componente estrutural importante de triglicerídeos e fosfolipídios; quando o organismo utiliza a reserva corporal de gordura como fonte de energia, libera glicerol e ácidos graxos na circulação sanguínea, podendo o glicerol ser convertido em glicose pelo fígado (KREBS et al., 1966), fornecendo energia para o metabolismo celular.

A hidrólise extracelular dos lipídeos esterificados, principalmente galactolipídeos e triglicerídeos, libera glicerol, galactose e ácidos graxos de cadeia longa. O glicerol e a galactose entram na célula bacteriana e são prontamente metabolizadas a ácidos graxos voláteis (KOZLOSKI, 2009), conforme Figura 3.



**Figura 3** - Esquema geral da degradação dos lipídeos pelas bactérias ruminais.

O glicerol não é um carboidrato (DONKIN, 2008), porém sua fermentação no rúmen produz ácidos graxos de cadeia curta; de 40 a 70% do glicerol desaparece do rúmen em quatro horas, levando a aumento na produção de propionato.

Os microrganismos do rúmen podem metabolizar o glicerol, por exemplo, as *Selenomonas ruminantium*, fornecendo como principal produto dessa fermentação o ácido propiônico (SILVA; LEÃO, 1979).

Avaliação feita por Pereira et al. (2008), sobre a influência da glicerina bruta (0; 0,5; 1; 2; 3; e 5%) na cinética de fermentação *in vitro* do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu, constatou que a inclusão de 2 ou 5% de glicerina alterou a curva de produção de gases e teria efeito negativo nos parâmetros de cinética de produção de gases e digestibilidade. Contudo, a fermentação do glicerol, por microrganismos ruminais, gera elevados níveis de produção de ácidos graxos voláteis no rúmen, sobretudo propionato e butirato, que serão utilizados como principais fontes de energia para manutenção e produção animal, além de diminuir a razão acetato:propionato (TRABUE et al., 2007).

Em experimento com novilhas de corte em terminação, utilizando uma dieta de alto concentrado (94%), constituída de milho, farelo de soja e feno de alfafa como volumoso, em que o milho da dieta foi substituído pela glicerina nas quantidades de 0, 2, 4, 8, 12 ou 16%, Parsons et al. (2009) observaram que ocorreu redução linear de consumo de matéria seca para os animais que receberam na dieta glicerina a partir de 4%; a dieta controle teve consumo (0% de glicerina) de 8,84 kg MS/dia, e para os que receberam 4, 8, 12 e 16% os consumos foram de 8,66; 8,61; 8,40; e 7,80 kg MS/dia, respectivamente. Entretanto, houve maior ganho de peso e melhor eficiência alimentar para os lotes que receberam glicerina em até 8% da dieta.

Lage et al. (2009), trabalhando com níveis de 0, 3, 6, 9 e 12% de glicerina na matéria seca (MS) da dieta de cordeiros em acabamento, em substituição ao milho, observaram que até o nível de 12% da MS total da dieta não ocorreram alterações no rendimento de cortes comerciais da carcaça, porém houve efeitos negativos nos pesos dos principais cortes da carcaça.

Fávaro (2010) trabalhou com os níveis de 0, 5, 10, 15 e 20% de glicerina em substituição ao milho na MS em dietas para bovinos e observou que a adição de glicerina reduziu os níveis de extrato etéreo e carboidratos não fibrosos da dieta e, conseqüentemente, seu consumo, apresentando também redução na digestibilidade da FDN e CNF. Na fermentação ruminal, foi observada redução na concentração de

nitrogênio amoniacal, sendo verificados também efeitos sobre as bactérias e protozoários associados ao líquido ruminal, com redução na produção e composição desses com o aumento de glicerina na dieta. Contudo, com relação às bactérias aderidas à fase líquida, não houve efeito na sua composição e produção com o uso da glicerina.

A glicerina também diminui o nível de pó na dieta e dá melhor consistência à mistura, mas, por ser líquida, é necessário fazer modificações no manejo da dieta em confinamento e a pasto, que devem ser consideradas se for optar pelo seu uso (PAULINO, 2011). Ainda segundo esse autor, é necessário avaliar a qualidade da glicerina a ser utilizada na alimentação animal, pois aquelas produzidas no Brasil têm apresentado grande variação em sua composição, principalmente com relação aos teores de glicerol, gordura e metanol.

A partir do final de 2011, o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento autorizou o uso da glicerina na alimentação e determinou que ela tivesse um padrão mínimo de 80% de glicerol, máximo de 13% de umidade, máximo de 150 ppm de metanol e teores de sódio e minerais conforme o processo de produção.

Segundo Paulino (2011), a glicerina proveniente de pinhão-manso e da mamona não deve ser utilizada na alimentação animal por problemas de toxicidade, e a oriunda do sebo bovino, por conter resíduos de origem animal.

A glicerina gerada na produção do biodiesel causa preocupação, pois, segundo Gonçalves (2007), ela corresponde a cerca de 10% da massa total resultante do processo de produção do biodiesel e não possui legislação específica para seu descarte.

Isso tem acarretado a formação de grandes estoques de glicerina bruta nas usinas de produção sem um destino certo para a sua utilização. Em razão disso, pesquisas estão sendo realizadas com o objetivo de encontrar a melhor destinação para o uso da glicerina que vem se acumulando nas unidades produtoras em razão do crescente aumento na produção de biodiesel.

Por meio da atividade física e de microrganismos presentes no rúmen é que ocorre o processo de fermentação dos componentes da dieta, que são transformados em nutrientes úteis para os animais (ácidos graxos de cadeia curta, proteína microbiana e vitaminas do complexo B), substâncias que não são utilizadas pelos animais (gases metano e carbônico) e substâncias que podem ser nocivas para os microrganismos do rúmen, como amônia e nitrato (OWENS; GOETSCH, 1993). Assim, para se ter uma população microbiana ruminal ativa, é necessário manter o ambiente ruminal em boas condições.

Um nível adequado de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>) no rúmen é fundamental para o crescimento bacteriano, sendo necessário que esteja associada a fontes de energia (SILVA; LEÃO, 1979).

A taxa de passagem e o pH são fatores fisiológicos e químicos e têm papel importante no crescimento microbiano; eles são influenciados pelo tipo de dieta, pelo consumo de alimento, pelo manejo alimentar, pela quantidade e qualidade da forragem e pela relação volumoso: concentrado da dieta (TIBO et al., 2000).

O valor de pH pode variar de 5,5 a 7,2, porém valores abaixo de 6,0 podem ser detectados logo após a alimentação, principalmente em dietas ricas em concentrado. Essa redução no valor do pH pode inibir a atividade das bactérias fermentadoras de celulose, diminuindo significativamente a eficiência de síntese de proteína microbiana (STROBEL; RUSSEL, 1986).

A amônia ruminal é fruto da degradação das células microbianas mortas no rúmen, do nitrogênio reciclado para o rúmen na forma de ureia, da degradação da proteína verdadeira da ração e do nitrogênio não proteico da dieta (SANTOS, 2011). Entretanto, a máxima atividade fermentativa ruminal é obtida com o nível de N-NH<sub>3</sub> entre 19 e 23 mg/dL de líquido ruminal (MEHREZ et al., 1977).

O nível de 5 mg de N-NH<sub>3</sub>/dL de líquido ruminal é considerado por Satter e Slyter (1974) como adequado para a fermentação ruminal, ressaltando-se que essa concentração seria o mínimo para manter a síntese ruminal. Van Soest (1994) sugere o nível de 10 mg de N-NH<sub>3</sub>/dL de líquido ruminal como ótimo, porém esse valor não deve ser considerado como fixo, porque a síntese de proteína e captação de amônia pelas bactérias ruminais depende da taxa de fermentação dos carboidratos, e altos níveis de concentração podem ser prejudiciais ao animal, indicando acúmulo de amônia no rúmen.

Conforme reportado por Santos (2011), a disponibilidade de energia no rúmen é o principal fator que vai determinar a eficiência de utilização da amônia pela flora ruminal para síntese microbiana.

A digestão da fração fibrosa do volumoso geralmente é lenta e incompleta, sendo a principal responsável pela variação na digestão dos alimentos, além de influenciar o consumo (MERTENS, 1996). No entanto, de todos os nutrientes necessários às exigências nutricionais para manutenção, crescimento e, ou, produção de bovinos, a energia oriunda da degradação ruminal da celulose e hemicelulose constitui a principal contribuição dos volumosos (ÍTAVO et al., 2002).

Schorder e Sudekum (1999), em trabalho com novilhos leiteiros, concluíram que a glicerina bruta é um alimento excelente, que pode substituir parte de fontes de amido fermentáveis (trigo, mandioca, milho, etc.), relatando que com 10% de glicerina bruta na MS não houve influência no consumo de matéria seca, na digestibilidade dos nutrientes e na síntese microbiana.

Roger et al. (1992), em ensaios *in vitro*, observaram que 0,5 e 5,0% de glicerol inibiram a degradação da celulose por fungos e bactérias celulolíticas, respectivamente.

Embora a fibra não seja normalmente um componente importante de dietas de confinamento que utilizam alta quantidade de concentrado, a supressão ou redução da atividade celulolítica por glicerina pode potencialmente alterar o desempenho de animais alimentados com dietas que contêm maiores concentrações de fibra, ou com dietas em que a forragem constitui a base da alimentação (SCHNEIDER, 2008).

Avaliações feitas por Pereira et al. (2008) sobre a influência da glicerina bruta utilizando os níveis de 0; 0,5; 1; 2; 3; e 5%, na dinâmica de fermentação *in vitro* do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu mostraram que os níveis acima de 2% de glicerina bruta tiveram efeito negativo na produção e digestibilidade.

Abo El-Nor et al. (2010), em experimento *in vitro*, trabalhando com os níveis de 0; 3,6; 7,2; e 10,8% de glicerol na MS de dieta, observaram que para o pH não houve diferenças, mas a digestibilidade da FDN diminuiu linearmente à medida que se aumentava o nível de glicerol nas dietas, passando de 38,6 para 31,9 nos níveis de 0 e 10,8%, respectivamente.

Carvalho et al. (2006), avaliando a degradabilidade ruminal da matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), fibra em detergente ácido (FDA) e hemicelulose dos fenos de colômbio (*Panicum maximum*), tifton (*Cynodon dactylon*) e braquiária (*Brachiaria decumbens*), concluíram que o feno de tifton foi o que apresentou maior fração solúvel em água para a PB, porém, para a cinética ruminal da MS, FDN, FDA e hemicelulose, verificou-se semelhança, indicando que o feno dessas gramíneas apresentou o mesmo potencial de utilização, já que a eficiência de aproveitamento no rúmen é semelhante.

Carneiro et al. (2012), utilizando diferentes níveis de glicerina bruta (0, 5, 10 e 15% - base matéria original) na confecção da silagem de milho, concluíram-se que o nível de 15% reduziu a degradabilidade ruminal da FDN.

No rúmen tem-se uma diversidade de microrganismos vivendo em equilíbrio, constituídos principalmente de bactérias ( $10^{10}$ - $10^{11}$  células/mL de conteúdo ruminal),

protozoários ( $10^4$ - $10^6$ /mL), fungos anaeróbios ( $10^3$ - $10^5$  zoosporo/mL) e bacteriófagos ( $10^8$ - $10^9$ /mL) (KAMRA, 2005). A ação desses microrganismos sobre os alimentos consumidos pelos ruminantes transforma-os na forma em que será utilizado pelo animal.

A qualidade e quantidade dos produtos da fermentação são dependentes do tipo e da atividade desses microrganismos no rúmen (TOWNE; NAGARAJA, 1990; RUSSEL et al., 1992).

Do total da biomassa microbiana, os protozoários contribuem com cerca de 40 a 80% (VEIRA, 1986), compondo em torno de 31% da proteína de origem microbiana (PUNIA; LEIBHOLTS, 1984).

A habilidade de digerir a maioria dos componentes dos alimentos confere importante papel aos ciliados no processo de fermentação ruminal, sendo responsáveis por 34% da digestibilidade da fibra. A ausência dos ciliados está associada à diminuição da digestibilidade da forragem (HEGARTY et al., 1994; ANKRAH et al., 1990; PUNIA et al., 1987), assim como à diminuição das concentrações de N-NH<sub>3</sub>, que limita a ação das bactérias celulolíticas do rúmen.

Os protozoários ciliados são os que se encontram em maior quantidade no rúmen e estão divididos em dois grupos, de acordo com suas características morfológicas: os entodiniomorfos, que têm preferência por partículas insolúveis suspensas no fluido ruminal – quando a dieta é à base de forragem, seu número é maior; e os holotriquias, que têm mais aptidão para ingerir partículas solúveis e grânulos de amido e se encontram em maior número quando a dieta é rica em cereais. Os protozoários podem ser classificados como utilizadores de açúcar, os que degradam amido e os que hidrolisam lignina e celulose (OGIMOTO; IMAI, 1981).

Ainda não é suficientemente claro o papel dos ciliados no rúmen. Isso dificulta estabelecer um conceito para a relação entre ciliados e ruminantes. Parece mais conveniente considerar o rúmen como um ecossistema fechado, onde protozoários e bactérias mantêm uma relação próxima, que em conjunto afeta positiva ou negativamente a digestão e, conseqüentemente, o desempenho produtivo dos ruminantes (SALVIO, 2001).

A utilização da glicerina bruta na dieta de ruminantes pode ter outras vantagens, como contribuir para a redução da poluição ambiental, conforme citam Trabue et al. (2007). O uso da glicerina bruta tende a reduzir a quantidade de carbono e hidrogênio

disponível para produção de gás metano, pelo aumento da síntese de propionato, com consequente melhoria na eficiência de utilização da energia pelo animal.

A glicerina também diminui o nível de pó na dieta e dá melhor consistência à mistura, mas, por ser líquida, é necessário fazer modificações no manejo da dieta em confinamento e a pasto, o que deve ser considerado se for optar pelo seu uso (PAULINO, 2011). Ainda segundo esse autor, é preciso avaliar a qualidade da glicerina a ser usada na alimentação animal, pois aquelas produzidas no Brasil têm apresentado grande variação em sua composição, sobretudo com relação aos teores de glicerol, gordura e metanol.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os efeitos do uso da glicerina bruta como suplemento aditivo no concentrado sobre o desempenho produtivo de bovinos de corte a pasto e o metabolismo ruminal (pH, N-NH<sub>3</sub>, população de protozoários e degradabilidade).

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 260-258, 2008.
- CARNEIRO, J. C.; LIMA, J. C.; CARMO, A. L. M. et al. Degradabilidade ruminal da FDN de silagem de milho (*Zea mays*). ANAIS DA 49ª REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA. Brasília - 2012.
- CARVALHO, G. P. G.; PIRES, A. J. V.; VELOSO, C. M.; SILVA, F.F.; SILVA, R.R. Degradabilidade ruminal do feno de forrageiras tropicais. **R. Bras. Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 1, p. 81-85, 2006.
- CHUNG, Y. H.; RICO, E. D.; MARTINES. M. C. et al. Effects of feeding dry glycerin to early postpartum Holstein dairy cows on lactational performance and metabolic profiles. **Journal of Dairy Science**, v. 90, p. 5682-5691, 2007.
- DASARIA, M. A. et al. Low-pressure hydrogenolysis of glycerol to propylene glycol. **Applied Catalysis A: General**, v. 281, p. 225-231, 2005.
- DONKIN, S. S. Glicerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 280-286, 2008. (Suplemento Especial)
- EL-NOR, S.A.; ABUGHAZALEH, A.A.; POTU, R.B. et al. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, 2010.
- FÁVARO, V. R. **Utilização da glicerina, subproduto do biodiesel na alimentação de bovinos**. 2010. 59 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2010.
- FOOD AND DRUG ADMINISTRATION (FDA). **Code of Federal Regulations**, v. 6, p. Title21, 2006. ISSN 21CFR582.1320.

GONÇALVES, V. L. C. Biogásolina: Produção de Éteres e Ésteres da Glicerina. In: CONGRESSO DA REDE BRASILEIRA DE TECNOLOGIA DO BIODIESEL, 1., Brasília. **Anais...** Brasília: Associação Brasileira das Instituições de Pesquisa Tecnológica, 2007. p. 14-19.

HEGARTY, R. S.; NOLAN, J. V.; LENG, R. A. The effects of protozoa and supplementation with nitrogen and sulfur on digestion and microbial metabolism in the rumen of sheep. **Aust. J. Agric. Res.**, Melbourne, v. 45, p 1215-1227, 1994.

ÍTAVO, L. C. V.; VALADARES FILHO, S. C.; SILVA, F. F. Consumo, degradabilidade ruminal e digestibilidade aparente de fenos de gramíneas do gênero *Cynodon* e rações concentradas utilizando marcadores internos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 2, p. 1024-1032, 2002.

KAMRA, D.N. Rumen microbial ecosystem. **Current Science**, v. 89, n. 1, p. 124-134, 2005.

KOZLOSKI, G. V. **Bioquímica dos ruminantes**. 2.ed. [S.l.]: Universidade Federal de Santa Maria, 2009. 214 p.

KREBS, H. A.; NOTTON, B. M.; HEMS, R. Gluconeogenesis in mouse liver slices. **Biochemistry Journal**, v. 101, p. 607-617, 1966.

KREHBIEL, C. R. Ruminal and physiological metabolism of glycerin - Symposium: Ruminant Nutrition: Glycerin as a Feed for Ruminants. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 392, 2008.

LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES, S. C. Glicerina bruta na alimentação de cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre o peso e rendimento de cortes comerciais da carcaça. **ABZ – ZOOTEC**, Águas de Lindóia-SP, maio 2009.

LAMMERS, P. J.; KERR, B. J.; WEBER, T. E. Digestible and metabolizable energy of crude glycerol for growing pigs. **Journal of Animal Science**, v. 86, p. 602-608, 2008.

MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v. 38, p. 437-443, 1977.

MERTENS, D. Using fiber and carbohydrate analyses to formulate dairy rations. In: INFORMATIONAL CONFERENCE WITH DAIRY AND FORAGE INDUSTRIES, 1996, Madison. **Proceedings...** Madison: US Dairy Forage Research Center, 1986. p. 81-92.

MORIN, P.; HAMAD, B.; SPALY, G. Transesterification of rapeseed oil with ethanol I. Catalysis with homogeneous Keggin heteropolyacids. **Applied Catalysis - General**, v. 330, p. 69-76, 2007.

OLIVEIRA, E. R. et al. Degradabilidade in situ da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, de diferentes gramíneas, em novilhos suplementados com misturas múltiplas. **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 28, n. 2, p. 422-427, mar./abr. 2004.

- OOI, T. L. YONG, K. C.; HAZIMAH, A. H. Glycerol residue – A rich source of glycerol and medium chain fatty acids. **Journal of Oleo Science**, v. 53, p. 29-33, 2004.
- OWENS, F. N.; GOETSCH, A. L. Ruminal fermentation. In: The ruminant animal digestive physiology and nutrition. CHURCH, D. C. (Ed.) pp. 145-171. Waveland Press, New Jersey.
- PARSONS, G. L.; SHELOR, M. K.; DROUILLARD, J. S. Performance and carcass traits of finishing heifers fed crude glycerin. **Journal of Animal Science**, v. 87, p. 653-657, 2009.
- PAULINO, P. V. R. Glicerina substituí até 20% do milho com eficiência. **DBO**, p. 66-70, junho 2011.
- PEREIRA, L. G. R.; MAURICIO, R. M.; JUNIOR, R. G. Influência da glicerina bruta na cinética de fermentação ruminal in vitro. 49<sup>a</sup> Reunião da Sociedade Brasileira de Zootecnia. Lavras-MG, julho 2008.
- PUNIA, B. S.; LEIBHOLTZ, S. Protozoal nitrogen in the stomach of cattle. **Can. J. Anim. Sci.**, v. 64 (supl.), p. 24-25, 1984.
- RAMOS, L. P. Aproveitamento integral de resíduos agrícolas e agro-industriais - 2000. Disponível em: <[http://www.asfagro.org.br/trabalhos\\_tecnicos/biodiesel/combustivel.pdf](http://www.asfagro.org.br/trabalhos_tecnicos/biodiesel/combustivel.pdf)>. Acesso em: 5 jan. 2013.
- ROGER, V.; FONTY, G.; ANDRE, C.; GOUET, P. Effects of glycerol on the growth, adhesion and cellulolytic activity of rumen cellulolytic bacteria and anaerobic fungi. **Curr. Microbiol.**, v. 25, p. 197-201, 1992.
- SALVIO, G. M. M.; AGOSTO, D'. M. Ciliados nas cavidades do estômago de bovinos. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 53, n. 6, p. 686-690, 2001
- SANTOS, F. A. P. Metabolismo de proteínas. In: BERCHIELLI, T.T.; PIRES, A.V.; OLIVEIRA, S. G. (Eds.). **Nutrição de ruminantes**. 2.ed. Jaboticabal: Funep, 2011. 583 p.
- SCHNEIDER, C. J. **Crude glycerin in feedlot cattle diets and as a solvent in maillard reaction processes intended for manufacturing value-added protein meals**. B.S.; Kansas State University, 2008. 90 p.
- SCHRÖDER, A; SÜDEKUM, K. H. Glycerol as a by-product of biodiesel production in diets for ruminants. In:INTERNATIONAL RAPESEED CONGRESS, 10, 1999, Canberra/Austrália. **Anais... SEBRAE MANUAL DO BIODIESEL**. Disponível em: <[www.biblioteca.sebrae.com.br](http://www.biblioteca.sebrae.com.br)>. Acesso em: 10 dez. 2011.
- SILVA, J. F. C.; LEÃO, M. I. **Fundamentos de nutrição de ruminantes**. Piracicaba-SP: Livroceres, 1979. 380 p.
- STORCK BIODIESEL. Disponível em: <[www.storckbiodiesel.com.br](http://www.storckbiodiesel.com.br)>. **Stork biodiesel**. Acesso em: 9 set. 2011.

SÜDEKUM, K-H. Co-products from biodiesel production. In: GARNSWORTHY, P. C.; WISEMAN, J. (Eds.). **Recent advances in animal nutrition**. Nottingham: Nottingham University Press, 2008. p. 210-219.

RUSSEL, J. B.; CONNOR, J. D.; FOX, D. C.; A net carbohydrate and protein system for evaluating cattle diets: I. Ruminant Fermentation. **Journal of Animal Science**, v. 70, p. 3553-3561, 1992.

TIBO, G. C.; VALADARES FILHO, S. C.; VALADARES, R. F. D. et al. Níveis de concentrado em dieta de novilhos mestiços F1 Simental x Nelore: consumo e digestibilidades. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 29, n. 3, p. 910-920, 2000.

TOWNE, G.; NAGAJARA, T.G.; BRANDT, R.T. Ruminant ciliated protozoa in cattle fed finishing diets with or without supplemental fat. **Journal of Animal Science**, v. 68, p. 2150-2155, 1990.

TRABUE, S.; SCOGGIN, K.; TJANDRAKUSUMA, S. Ruminant fermentation of propylene glycol and glycerol. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 55, p. 7043-7051, 2007.

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

VEIRA, D. M. The role of ciliate protozoa in nutrition of the ruminant. **J. Anim. Sci.**, Cambridge, v. 63, p. 1547-1560, 1986.

## DESEMPENHO DE BOVINOS DE CORTE A PASTO, SUPLEMENTADOS COM GLICERINA BRUTA EM SUBSTITUIÇÃO PARCIAL AO MILHO

**Resumo:** Objetivou-se neste trabalho avaliar a substituição parcial do milho utilizado no suplemento pela glicerina bruta (GB), nas proporções de 0%, 6% e 12%, na base da matéria seca (MS), sobre o ganho de peso corporal de bovinos de corte a pasto. Foram utilizados 30 novilhos Nelore com idade entre 12 e 18 meses, suplementados a pasto (*Brachiaria brizanta* cv. Marandu), divididos em três tratamentos com duas repetições cada. Os animais recebiam diariamente 1 kg de suplemento por dia, sendo os tratamentos: A = suplemento sem glicerina bruta (SGB), B = suplemento com 6% de glicerina bruta (GB6%) e C = suplemento com 12% de glicerina bruta (GB12%). Não foram observadas diferenças significativas nos valores de ganho de peso médio entre os tratamentos ( $P < 0,05$ ). A utilização da glicerina bruta proveniente da produção de biodiesel através de grão de oleaginosas em substituição parcial ao milho em mistura múltipla para bovinos a pasto, fornecida na proporção de 0,35% em relação peso corporal médio, não apresentou diferença significativa no ganho de peso. O emprego da glicerina em substituição ao milho vai depender do custo para viabilizar seu uso.

**Palavras-chave:** ganho de peso corporal, glicerina bruta, disponibilidade de massa, altura da forragem.

## **Performance of beef cattle on pasture, supplemented with crude glycerin in substitution for corn**

**Abstract:** This study aimed to evaluate the partial substitution of corn used in the supplement by glycerin gross (GB), in proportions of 0%, 6% and 12%, on the basis of dry matter (DM) on the body weight gain of cattle cutting the grass. Thirty Nellore steers aged 12 and 18 months were used, and the supplemented pasture (*Brachiaria brizantha* cv. Marandu) divided into three treatments with two replications. The animals received daily supplements of 1 kg per day and the treatments: A = supplement no crude glycerin (SGB); supplement with B = 6% crude glycerine (GB6%) and C supplement = 12% crude glycerine (GB12%). There were no significant differences in the values of average weight gain between treatments ( $P < 0.05$ ). The use of crude glycerin from biodiesel production through grain oilseed partially substituted corn mixture to multiple grazing cattle provided at the rate of 0.35% over average body weight, showed no significant difference in weight gain. The use of glycerine replacing corn will depend on the cost to enable its use.

**Keywords:** body weight gain, glycerin gross, availability mass, height fodder.

## 1. INTRODUÇÃO

A busca por novas fontes de alimentos para alimentação de ruminantes é constante e cada vez mais intensiva. O uso de alimentos não convencionais vem ganhando espaço nos últimos anos, com o objetivo de encontrar aqueles que permitam reduzir os custos de produção e também fazer uso de subprodutos da agroindústria.

Se não forem encontradas alternativas para o uso desses subprodutos, eles podem tornar-se uma fonte de contaminação do meio ambiente, como é o caso da glicerina bruta.

Existem trabalhos que mostram a importância da suplementação proteica e proteico-energética para o bom desempenho do animal, principalmente no período de seca, quando os níveis de nutrientes nas pastagens são críticos.

Entretanto a suplementação aumenta os custos de produção de bovinos a pasto. Segundo (Corsi, 1993) o nutriente de maior custo na alimentação é o milho. Os concentrados utilizados na suplementação energética têm como base o milho e, este também é utilizado na alimentação humana e de outras espécies animais, várias pesquisas vem sendo realizadas para encontrar novas fontes de energia que possam substituir o milho e manter o desempenho dos animais.

Pelo fato de ser uma *commodity*, o preço do milho está sujeito às variações de preço do mercado internacional o que pode elevar o custo da suplementação. A pesquisa por outras fontes alternativas de energia em substituição ao milho é importante para reduzir o custo de produção.

A glicerina constitui uma fonte alimentar energética alternativa que pode ser utilizada para ruminantes. Sua composição assemelha-se à do propilenoglicol (substância gliconeogênica), utilizada na alimentação de vacas leiteiras de alta produção, com grande eficiência (JOHNSON, 1955).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Experimental de Premix, localizado na fazenda Cipopal, a cerca de 25 km da cidade de Patrocínio Paulista – SP (20° 31” S; 47° 08’ 30” W), a 1.003 m de altitude.

A área experimental foi constituída de seis piquetes de um hectare cada, estabelecidos com *Brachiaria brizanta* cv. Marandu, providos de bebedouro e cocho para o fornecimento do suplemento.

Foram utilizados 30 novilhos da raça Nelore com idade entre 12 e 18 meses. Todos os animais foram identificados com brincos auriculares, pesados após jejum de 16 horas e distribuídos ao acaso em seis lotes com cinco animais cada.

Após período de adaptação de 20 dias nos piquetes, os animais foram novamente pesados e distribuídos aleatoriamente em três tratamentos com 10 repetições por tratamento (dois grupos com cinco animais), seguindo delineamento inteiramente casualizado.

O período experimental foi de 23/1/2011 a 30/5/2011.

Os tratamentos consistiram na substituição parcial do milho em grão moído pela glicerina bruta (GB), com base na matéria seca (MS) do suplemento utilizado. Foram utilizados dois níveis de GB (6 e 12%). Assim, os tratamentos foram definidos como: tratamento A = suplemento sem glicerina bruta (SGB), tratamento B = suplemento com 6% de glicerina bruta (GB6%) e tratamento C = suplemento com 12% de glicerina bruta (GB12%).

A glicerina apresentava, em forma líquida, 81,57% de glicerol, 10,46% de água, 5,55% de sais minerais e < 0,01% de metanol (Caramuru Alimentos Ltda.). A composição dos suplementos com base na matéria natural e a composição química com base na matéria seca são apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1** - Composição percentual dos suplementos com base na matéria natural

| Ingredientes (%)           | Inclusão de Glicerina |      |      |
|----------------------------|-----------------------|------|------|
|                            | 0%                    | 6%   | 12%  |
| Milho                      | 35,0                  | 29,0 | 23,0 |
| Gérmen de Milho            | 34,0                  | 33,0 | 31,3 |
| Farelo de Algodão (38%)    | 11,7                  | 14,0 | 15,6 |
| Glicerina Bruta            | 0,0                   | 6,0  | 12,0 |
| Núcleo Mineral             | 17,1                  | 15,8 | 15,9 |
| Ureia                      | 2,2                   | 2,2  | 2,2  |
| Proteína Bruta             | 18,0                  | 18,0 | 18,0 |
| Extrato Etéreo             | 1,7                   | 1,5  | 1,3  |
| Mistura Mineral            | 19,6                  | 19,8 | 20,7 |
| Fibra em Detergente Neutro | 27,6                  | 21,7 | 18,9 |
| Fibra em Detergente Ácido  | 5,5                   | 7,0  | 7,3  |

Cada animal recebia diariamente a quantidade de 1 kg de ração, colocada em cocho coberto, sempre no mesmo horário, no período da manhã (8 horas). Semanalmente, os animais eram rotacionados entre os piquetes, para evitar possíveis efeitos dos piquetes sobre o desempenho animal; a cada 28 dias, foram feitas pesagens dos animais para avaliação de desempenho.

Nas mesmas datas das pesagens foram realizadas coletas de capim, via simulação manual do pastejo. As amostras foram secas em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas e posteriormente enviadas ao Laboratório Silicon Ltda, para determinação dos níveis de proteína bruta, extrato etéreo, matéria mineral, fibra bruta e fibra em detergente neutro.

Também na data de cada pesagem dos animais, foram feitas coletas de forragem para avaliação da disponibilidade de matéria seca dos piquetes, através de um quadrado metálico de 0,5 x 0,5 m, alocado aleatoriamente em cada piquete por quatro vezes; a forragem foi cortada a 5 cm do solo e acondicionada em sacos plásticos, para posterior pesagem a fresco.

Após pesagem do material fresco, uma subamostra foi pesada e procedeu-se à separação de seus constituintes morfológicos (folha verde, folha seca e haste). Cada parte foi pesada separadamente e colocada em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas até peso constante.

Os dados sobre ganho de peso foram submetidos à análise de variância (ANOVA), sendo as médias comparadas pelo teste LSD a 5% de significância, por meio de programa estatístico computacional (STAT SOFT, 2012).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

A composição bromatológica do capim *Brachiaria brizantha* ao longo de todo o período de pastejo experimental encontra-se na Tabela 2. Observa-se que o capim manteve praticamente as mesmas características quanto à sua qualidade nutricional. Houve diferenças significativas quanto à altura da forragem nos diferentes piquetes conforme o pastejo dos animais (Tabela 3). Isso demonstra a importância de efetuar rodízio dos animais nos diferentes piquetes, como foi realizado, visando controlar os possíveis efeitos das áreas experimentais nos tratamentos.

Gramíneas tropicais, como os dos gêneros *Panicum* e *Brachiaria*, apresentam intenso alongamento de colmo mesmo em estágio vegetativo (GOMIDE, 2001),

resultando com isso numa relação folha/colmo mais estreita (CANDIDO et al., 2005). Com menor disponibilidade de folha e aumento da disponibilidade de colmo tem-se efeito negativo sobre o desempenho animal, porque não é só a massa total de forragem que importa, mas também a proporção de folhas, e ambas interferem no rendimento animal (STOBBS, 1973). Moore e Sollenberger (1997) também relataram que as características estruturais do dossel têm grande influência sobre o comportamento ingestivo e o consumo de forragem.

**Tabela 2** - Composição química bromatológica do capim *Brachiaria brizantha* (% matéria seca)

| Nutrientes | Data       |       |       |            |       |       |            |       |       |            |       |       |
|------------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|------------|-------|-------|
|            | 23/02/2011 |       |       | 23/03/2011 |       |       | 29/04/2011 |       |       | 30/05/2011 |       |       |
|            | Piquetes   |       |       | Piquetes   |       |       | Piquetes   |       |       | Piquetes   |       |       |
|            | 1 e 2      | 2 e 4 | 5 e 6 | 1 e 2      | 3 e 4 | 5 e 6 | 1 e 2      | 3 e 4 | 5 e 6 | 1 e 2      | 3 e 4 | 5 e 6 |
| PB         | 5,15       | 5,95  | 5,71  | 5,03       | 5,10  | 5,15  | 5,20       | 5,05  | 4,81  | 5,40       | 4,10  | 3,60  |
| MM         | 7,56       | 8,24  | 8,73  | 8,38       | 7,24  | 8,13  | 8,43       | 7,75  | 8,25  | 9,60       | 7,60  | 8,20  |
| EE         | 1,35       | 1,44  | 1,69  | 1,29       | 1,67  | 1,56  | 1,40       | 1,45  | 1,55  | 1,60       | 1,20  | 1,30  |
| FDN        | 69,90      | 74,90 | 56,90 | 71,80      | 78,20 | 59,60 | 70,30      | 75,30 | 64,20 | 69,40      | 73,60 | 75,90 |
| CNF        | 16,00      | 9,47  | 27,00 | 13,50      | 7,79  | 25,60 | 14,70      | 10,40 | 21,20 | 14,00      | 13,50 | 11,00 |

PB= proteína bruta, MM= matéria mineral, EE= extrato etéreo, FDN= fibra Insolúvel em detergente neutro e CNF= carboidratos não fibrosos.

**Tabela 3** - Altura da forragem (em cm) durante o período experimental

| Piquetes | Período           |                    |                    |                    | Média no Período |
|----------|-------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------------------|
|          | Início<br>23/2/11 | 31 dias<br>26/3/11 | 63 dias<br>27/4/11 | 96 dias<br>30/5/11 |                  |
| 1-2      | 60,87             | 51,75              | 41,50              | 37,12              | 48,12            |
| 3-4      | 49,00             | 44,62              | 39,37              | 30,37              | 41,00            |
| 5-6      | 53,75             | 43,62              | 39,87              | 33,37              | 42,75            |

O resíduo médio de massa forrageira na área experimental obtido no presente trabalho, imediatamente após a retirada dos animais no término do experimento foi de 1.725,50 kg MS/ha. Na literatura encontram-se recomendações para resíduo pós-pastejo de *Brachiaria* spp. em torno de 1.500 kg MS/ha, o que corresponde a uma altura de 10 cm após a saída dos animais da pastagem (AGUIAR, 1998; MARASCHIN, 1996b).

A proporção de folhas no dossel forrageiro (relação folha:colmo) é um item fundamental para a nutrição animal e para o manejo das plantas forrageiras, pois grande

quantidade de folha na massa forrageira representa alimento de melhor qualidade, com maior teor de proteína, alimento de maior potencial digestível e melhor consumo.

Uma grande proporção de colmo na forragem disponível pode comprometer o consumo diário de forragem por animal, afirma Gomide (1997).

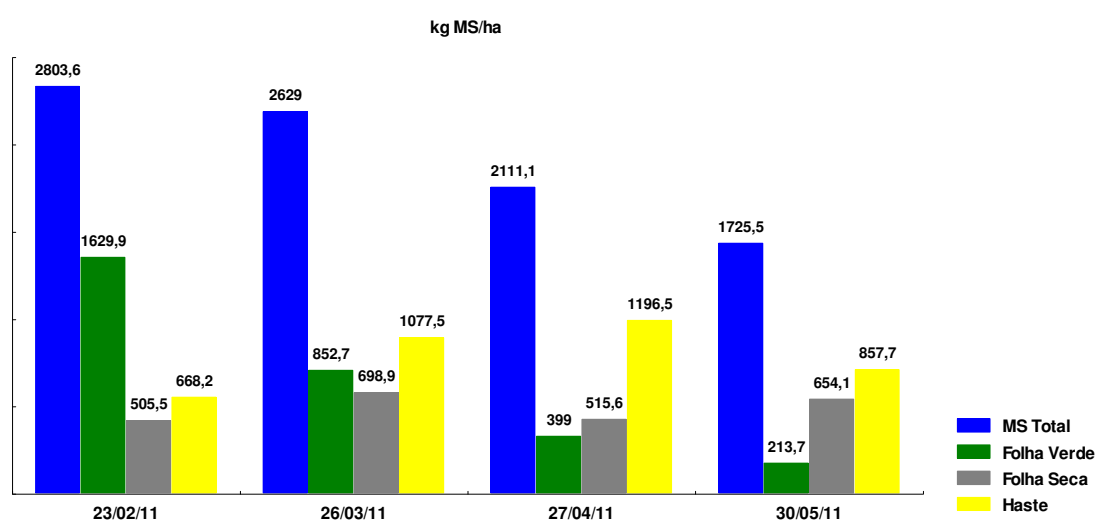
Como pode ser observado na Figura 3, a proporção folha/haste foi se estreitando ao longo do experimento; principalmente no último período, a proporção de folha foi baixa e também ocorreu redução na proporção de haste em relação ao período anterior, indicando que provavelmente os animais consumiram parte dessas hastes, que é um material de valor nutritivo inferior ao da folha, resultando em redução no desempenho, como pode ser observado na Tabela 5.

Na Figura 4 podem ser observadas as disponibilidades totais de matéria seca, folha verde, folha seca e haste na base seca.

**Tabela 4** - Disponibilidade média de folha verde, folha seca, haste e matéria seca total no período (kg MS/ha)

| Piquetes | Folha Verde | Folha Seca | Haste    | MS Total |
|----------|-------------|------------|----------|----------|
| 1 – 2    | 810,95      | 661,14     | 1.047,15 | 2.519,25 |
| 3 – 4    | 714,72      | 552,41     | 890,41   | 2.150,54 |
| 5 – 6    | 795,77      | 566,99     | 919,18   | 2.281,84 |

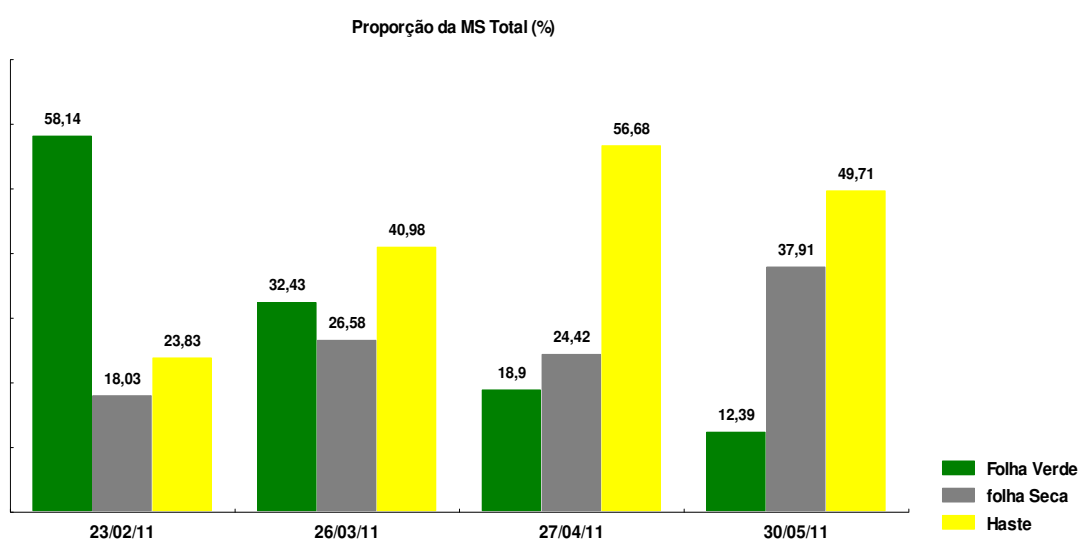
Não foram observadas diferenças significativas nos valores médios das variáveis ( $P < 0,05$ ).



**Figura 3** - Disponibilidade da matéria seca total, folha verde, folha seca e haste (kg MS/ha).

**Tabela 5** - Peso vivo corporal inicial (PVCI), peso vivo corporal final (PVCF) e ganho médio de peso corporal diário (GPCD), utilizando os suplementos: sem glicerina bruta (SGB), com 6% de glicerina bruta (GB6%) e com 12% de glicerina bruta (GB12%) em substituição ao milho

|           | Tratamentos |        |        | Média  | EPM   |
|-----------|-------------|--------|--------|--------|-------|
|           | SGB         | GB6%   | GB12%  |        |       |
| PVCI (kg) | 245,50      | 245,00 | 269,90 | 245,80 | 4,65  |
| PVF (kg)  | 305,80      | 303,50 | 301,70 | 303,70 | 5,03  |
| GPT (kg)  | 60,30       | 58,50  | 54,80  | 57,80  | 1,55  |
| GPD (kg)  | 0,628       | 0,609  | 0,571  | 0,603  | 0,016 |



**Figura 4** - Proporção (%) de folha verde, folha seca e haste sobre a matéria seca total.

Schneider (2008), avaliando diferentes níveis de glicerina na dieta (0, 4 e 8%), não obteve diferença significativa no peso corporal final e no ganho de peso corporal diário. Esses dados são semelhantes aos de Mach et al. (2009), que, utilizando diferentes níveis de glicerina na dieta (0, 4, 8 e 12%) com base na matéria seca, também não observaram diferenças significativas no peso vivo final e no ganho de peso diário de bovinos em acabamento.

Faria (2011) trabalhou com novilhas mestiças na fase de recria em pastagens de *Brachiaria brizanta* cv. Marandu, utilizando os níveis de 0, 2,8, 6,1 e 9% de glicerina na MS da dieta, e observou redução linear ( $P < 0,05$ ) no peso vivo final (305,8; 302,0; 297,8; e 289,6 kg) e ganho corporal diário (0,78; 0,74; 0,70; e 0,62 kg).

No presente trabalho o uso de glicerina bruta em substituição ao milho no suplemento utilizado nas proporções de 6 e 12%, com base na matéria seca do suplemento, não apresentou diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para o parâmetro avaliado, que foi o ganho de peso corporal.

#### 4. CONCLUSÕES

A substituição de milho pela glicerina bruta proveniente da produção de biodiesel através de grão de oleaginosas em até 12% da matéria seca da mistura múltipla para bovinos a pasto, fornecida na proporção de 0,35% em relação ao peso corporal médio, não apresentou diferença significativa no desempenho corporal.

O emprego da glicerina em mistura múltipla em substituição ao milho vai depender do custo para viabilizar seu uso.

#### REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. P. A. **Manejo de pastagens**. Guaíba: Agropecuária, 1998, 139 p.

CÂNDIDO, M. J. D.; GOMIDE, C. A. M.; ALEXANDRINO, E. et al. Morfofisiologia do dossel de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob lotação intermitente com três períodos de descanso. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 2, p. 406-415, 2005.

CORSI, M. Manejo do capim-elefante sob pastejo. In: SIMPÓSIO SOBRE O MANEJO DA PASTAGEM, 10., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba-SP: FEALQ, p. 143-169, 1993.

FARIAS, M. S. **Níveis de glicerina para novilhas mestiças criadas a pasto: desempenho animal e comportamento ingestivo**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2011.

GOMIDE, C. A. M. **Características morfofisiológicas associadas ao manejo do capim-mombaça (*Panicum maximum* Jacq.)**. 2001. 100 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, 2001.

GOMIDE, J. A. O fator tempo e o número de piquetes do pastejo rotacionado. In: SIMPÓSIO SOBRE MANEJO DA PASTAGEM, 14., Piracicaba. **Anais...** Piracicaba-SP: FEALQ, 1997. p. 253-273.

JOHNSON, R. B. The treatment of ketosis with glycerol and propylene glycol. **Cornell Veterinarian**, v. 44, p. 6-21, 1955.

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

MARASCHIN, G. E. Manejo de coast-cross-1 sob pastejo. In: WORKSHOP SOB O POTENCIAL FORRAGUEIRO DO GÊNERO CYNODON, Juiz de Fora. **Anais...** Juiz de Fora-MG: EMBRAPA-CNPGL, 1996b. p. 93-110.

MOORE, J. E.; SOLLENBERGER, E. Techniques to predict pasture intake. In: Simpósio Internacional Sobre Produção Animal em Pastejo. Viçosa. **Anais...** Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 1997. p. 59-80.

SCHNEIDER, C. J. **Crude glycerin in feedlot cattle diets and as a solvent in maillard reaction processes intended for manufacturing value-added protein meals, B.S.** Kansas: State University, 2008. 90 p.

STOBBS, T. H. The effect of plant structure on the intake of tropical pastures. I – variation in the bite size of grazing cattle. **Australian Journal Agriculture Research**, v. 4, n. 6, p. 809-819, 1973.

STATSOFT, I. **Statistica (data analysis software system)**. Version 11. 2012.

## **EFEITOS DE DIFERENTES NÍVEIS DE GLICERINA BRUTA EM DIETAS PARA BOVINOS DE CORTE SOBRE O METABOLISMO RUMINAL**

**Resumo:** Objetivou-se neste trabalho avaliar o efeito da inclusão de glicerina em suplementos múltiplos no metabolismo ruminal de bovinos de corte. Foram utilizados nove animais com fistulados no rúmen, sendo três tratamentos (A, B e C), com três repetições por tratamento. A suplementação utilizada foi um produto comercial denominado PSAI Extra com Fator Premium®, da empresa Premix – Suplementação de Resultados. Os tratamentos foram definidos da seguinte forma: A: 1 kg de PSAI Extra Fator P sem glicerina bruta (SGB) por dia; B: 1 kg de PSAI Extra Fator P por dia mais 60 g de glicerina bruta (GB60) colocada diretamente no rúmen através da fístula ruminal; e C: 1 kg de PSAI Extra Fator P por dia mais 120 g de glicerina bruta (GB120) colocada diretamente no rúmen através da fístula ruminal. Quanto aos parâmetros avaliados para taxa de desaparecimento, foi observada diferença significativa ( $P > 0,05$ ) para proteína bruta (PB) com seis horas de incubação ( $t_6$ ) entre os tratamentos SB e GB60. Também para degradabilidade efetiva da proteína bruta (DE PB) foi observada diferença significativa para as taxas de passagem de 8 e 5% entre os tratamentos SB e GB60. Para o pH ruminal, não foi constatada diferença significativa entre os tratamentos nos tempos avaliados. Para o  $N-NH_3$ , ocorreu diferença significativa 12 horas após a alimentação, em que o tratamento com GB60 diferiu significativamente dos demais. A glicerina bruta pode ser incluída em dietas de ruminantes sem afetar o metabolismo ruminal, para os parâmetros avaliados.

**Palavras-chave:** glicerina bruta, degradabilidade efetiva, taxa de passagem, pH ruminal,  $N-NH_3$ .

## **Effects of different levels of crude glycerin in diets for beef cattle on ruminal metabolism**

**Abstract:** This study aimed to evaluate the effect of glycerol inclusion in multiple supplements on ruminal metabolism of beef cattle. We used nine animals with rumen, three treatments A, B and C with three replicates per treatment. The supplement used was a commercial product called PSAI with Extra Premium Factor ® company Premix - Supplemental Results. Treatments were defined as follows: treatment A: 1 kg of PSAI Extra Factor P without crude glycerin (SGB) per day; treatment B: 1 kg of PSAI Extra Factor P more 60 g per day of crude glycerine (GB60) placed directly into the rumen through the ruminal fistula, treatment C: 1 kg of PSAI Extra Factor P more 120 g per day of crude glycerin (GB120) placed directly into the rumen through the ruminal fistula. For the parameters evaluated for rate of disappearance, there was significant difference ( $P>0.05$ ) for crude protein (CP) with six hours of incubation ( $t_6$ ) between treatments and SB GB60. Also for Effective Degradability of Crude Protein (CP DE) significant difference was observed for the passage rates of 8% and 5% among treatments and SB GB60. For ruminal pH was not observed significant difference between treatments in moments. For  $\text{NH}_3\text{-N}$ , significant difference twelve hours after feeding in the treatment GB60 differed significantly in relation to others. The crude glycerin can be included in ruminant diets without affecting ruminal metabolism for all parameters evaluated.

**Keywords:** crude glycerin, effective degradability, rate of passage, rumen pH,  $\text{NH}_3\text{-N}$ .

## 1. INTRODUÇÃO

A preocupação com o meio ambiente é cada vez mais intensa no Brasil e no mundo inteiro, e isso faz surgir a busca por novas fontes de energias renováveis, limpas e não poluentes.

Devido a essa preocupação com o meio ambiente, o biodiesel vem ganhando espaço e está cada vez mais em discussão, o que desperta grande interesse mundial na sua produção e motiva a realização de diversas pesquisas.

O interesse em ter o domínio tecnológico tanto na área agrônômica como na industrial é muito grande. Diversos países estão em busca desse conhecimento inclusive o Brasil.

Por ser um combustível biodegradável, não tóxico e praticamente livre de enxofre e compostos aromáticos, o biodiesel é considerado um combustível ecológico que pode ser utilizado em motores movidos a diesel convencional sem a necessidade de modificações, podendo promover redução significativa na emissão de monóxido de carbono e hidrocarbonetos (STORCK BIODIESEL, 2008).

A produção de biodiesel ocorre através de uma reação de transesterificação, na qual a glicerina é separada da gordura ou óleo vegetal. Dessa reação resultam dois produtos: ésteres (o nome químico do biodiesel) e glicerina (produto valorizado no mercado de sabões), além de coprodutos (torta, farelo etc.), que são também outras fontes de renda importantes para os produtores.

O Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel do governo federal, desde junho de 2008 autorizou a adição de 2% de biodiesel ao óleo diesel comum de origem fóssil; a partir de 2013 essa adição passará a 5%. Com isso, será necessário produzir cerca de 2,5 bilhões de litros de biodiesel para cumprir a Lei 11097/2005, segunda qual a adição de biodiesel ao óleo diesel deverá ser de 5% (ABDALLA et al., 2008). O biodiesel pode ser produzido a partir de diversas plantas oleaginosas encontradas em várias regiões brasileiras, como soja, algodão, mamona, pinhão manso, girassol, canola, palma, amendoim, entre outras, bem como de gorduras animais, óleos vegetais ou óleo de frituras.

Vários ensaios *in vitro* foram realizados nos últimos anos para avaliar os efeitos da adição de glicerol sobre o metabolismo ruminal; com nível de até 15% de glicerol na dieta (base da matéria seca) não foram observados efeitos negativo sobre a

digestibilidade da fibra e da matéria orgânica e a produção (DONKIN, 2008; EL-NOR et al., 2010; KRUEGER et al., 2010; LEE et al., 2011).

Roger et al. (1992), em ensaios *in vitro*, observaram que 0,5 e 5,0% de glicerol inibiram a degradação da celulose por fungos e bactérias celulolíticas, respectivamente.

Pereira et al. (2008) avaliaram a influencia da glicerina bruta (0; 0,5; 1; 2; 3; e 5%) na dinâmica de fermentação *in vitro* do feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu e observaram que o acréscimo de 2 a 5% de glicerina bruta modificou as curvas de produção de gases e que essa glicerina teria efeito negativo na fermentação ruminal.

Wang et al. (2009), trabalhando com os níveis de 0, 100, 200 e 300 g/dia de glicerina bruta (base seca), em dietas para novilhas com 60% de volumoso e 40% de concentrado, encontrou as seguintes concentrações de N-NH<sub>3</sub>:10,4; 9,3; 7,9; e 7,5 mg/100 mL, respectivamente, para os níveis de glicerina supracitados.

Objetivou-se neste estudo avaliar os efeitos da adição de glicerina bruta na degradabilidade *in situ* da MS, PB, FDN do feno de *Brachiaria brizantha* e concentração de nitrogênio amoniacal (N-NH<sub>3</sub>), pH e população de protozoários ciliados, do rúmen.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Centro Experimental de Premix, localizado na fazenda Cipopal, a cerca de 25 km da cidade de Patrocínio Paulista – SP (20° 31” S; 47° 08’30” W), a 1.003 m de altitude.

Nove animais da raça Nelore com fistulas no rúmen foram utilizados. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com três tratamentos e três animais por tratamento, com peso médio de 500 kg e idade média de 36 meses. O experimento foi realizado conforme normas de bem-estar animal, em experimentação da Premix.

Os animais foram distribuídos aleatoriamente em três tratamentos (um testemunha e dois níveis de glicerina), que foram colocados diretamente no rúmen através da fístula ruminal antes do fornecimento do concentrado comercial proteico-energético denominado PSAI Extra com Fator Premium® (mistura múltipla), da empresa Premix – Suplementação de Resultados. Os tratamentos foram definidos da seguinte forma:

- Tratamento A: 1 kg da mistura múltipla PSAI Extra Fator P (SGB) por dia;

- Tratamento B: 1 kg da mistura múltipla PSAI Extra Fator P por dia mais 60 g de glicerina bruta (GB60) colocada diretamente no rúmen através da fistula ruminal; e
- Tratamento C: 1 kg da mistura múltipla PSAI Extra Fator P por dia mais 120 g de glicerina bruta (GB120) colocada diretamente no rúmen através da fistula ruminal.

Os animais primeiramente recebiam a glicerina e depois eram fechados em baias individuais, onde era fornecida a mistura múltipla, sempre no período da manhã, a partir das 8h, permanecendo fechados até 11h, sendo então soltos juntos em pasto de *Brachiaria brizantha*.

A glicerina bruta apresentava-se, em forma líquida, com 81,57% de glicerol, 10,46% de água, 5,55% de sais e < 0,01% de metanol (empresa Caramuru Alimentos Ltda.). A composição bromatológica da ração concentrada pode ser vista na Tabela 1.

**Tabela 1** - Composição bromatológica do feno de *Brachiaria brizantha* e da mistura múltipla

| Ração Concentrada         | Nutrientes (%MS) |     |      |      |      |
|---------------------------|------------------|-----|------|------|------|
|                           | PB               | EE  | MM   | FDN  | FDA  |
| Feno de <i>Brachiaria</i> | 11,0             | 1,8 | 9,5  | 66,1 | 33,2 |
| Mistura múltipla          | 17,3             | 1,4 | 17,4 | 30,7 | 16,9 |

O período experimental foi de dezoito dias de adaptação (23/11/11 a 10/12/11), um dia de coleta de material (11/12/11) e quatro dias de incubação no rúmen (11/11/11 a 16/11/11), totalizando 23 dias.

As degradabilidade *in situ* foram determinadas com feno de *Brachiaria brizantha* cv. Marandu para a matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) de acordo com procedimentos descritos por Orskov e McDonald (1979) e Huntington e Givens (1995). O feno utilizado no experimento foi obtido do próprio piquete onde os animais permaneceram durante o período experimental, sendo este moído em moinho tipo Willey com peneira de 2 mm e aproximadamente 8 g foram acondicionados em saquinhos de náilon (Figura 1) com porosidade de 50 µm e dimensões de 10 x 21 cm (Ankon™). Posteriormente, esses saquinhos foram colocados em uma sacola maior de náilon, contendo peso para posicioná-la na porção ventral do rúmen de cada animal (Figura 2), e incubados por 6,

12, 24, 48, 72 e 96 horas. A incubação iniciou-se as 18h do 19<sup>o</sup> dia, na ordem inversa dos tempos, até às 18h do 23<sup>o</sup> dia, quando todos foram retirados ao mesmo tempo. As concentrações de matéria seca (MS), proteína bruta (PB) e fibra em detergente neutro (FDN) com base na MS do feno *de Brachiaria brizantha* e da mistura múltipla utilizada no experimento encontram-se na Tabela 1.

Depois de serem retirados do rúmen, os saquinhos foram colocados em caixas plásticas contendo gelo e água por 20 minutos, para cessar a atividade microbiana sobre o substrato (Figura 3). Após esse procedimento, os saquinhos foram lavados em tanquinho elétrico doméstico adaptado, até a água ficar limpa (Figura 4), e secados em estufa com ventilação forçada a 55 °C por 72 horas. O feno incubado e os resíduos remanescentes nos saquinhos foram analisados para matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro, conforme procedimentos descritos em Silva e Queiroz (2002).

A determinação da fração solúvel foi feita seguindo-se o mesmo procedimento para a pesagem das amostras com os saquinhos lavados em água corrente, sem incubação no rúmen, junto com as amostras que foram incubadas no rúmen, até a água sair limpa.

Os dados de desaparecimento da matéria seca foram obtidos por meio do cálculo entre a diferença do substrato e o resíduo durante a incubação e foram ajustados pela equação não linear através do modelo proposto por Mehrez e Ørskov (1977).

$$DP = a + b(1 - e^{-ct}),$$

em que:

a = a fração solúvel;

b = fração potencialmente degradável;

c = taxa constante de degradação da fração b; e

t = o tempo de incubação.

A degradabilidade efetiva (DE) foi calculada segundo o modelo matemático proposto por ØRSKOV & McDONALD (1979):

$$DE = a + [(b*c)/(c + k)]$$

em que k = taxa de passagem da digesta pelo rúmen a 2, 5 e 8% hora<sup>1</sup>.



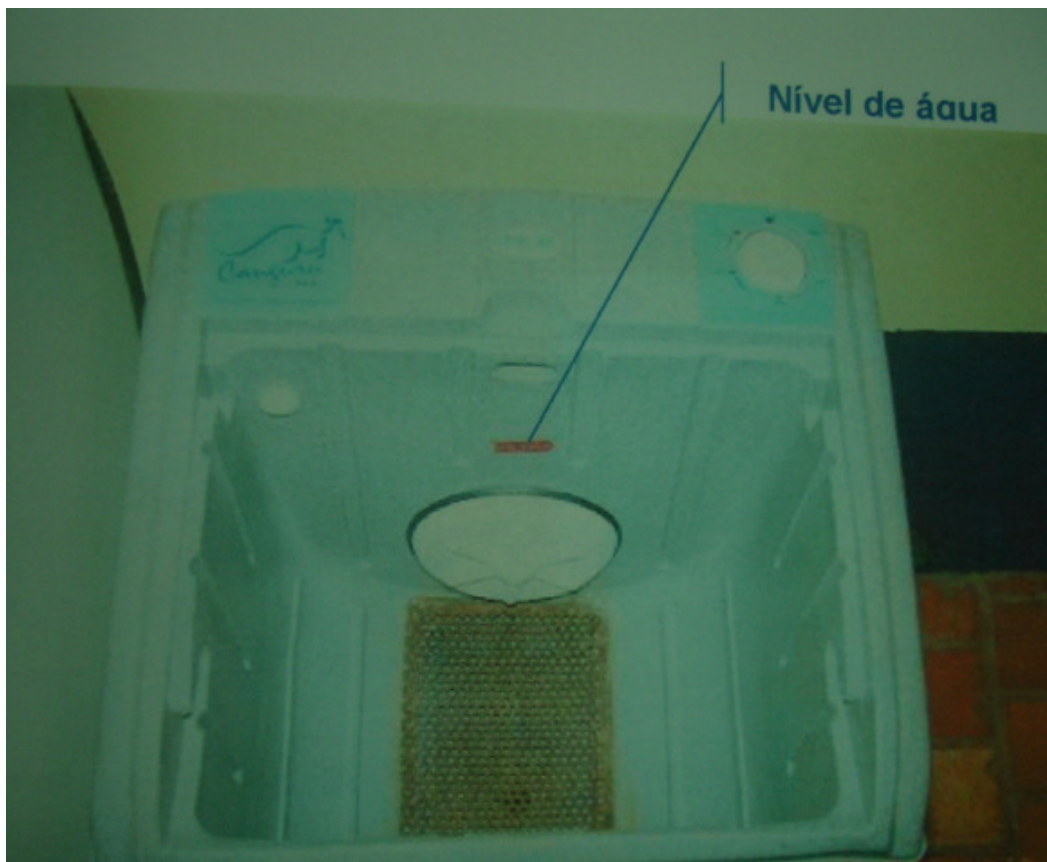
**Figura 1** - Detalhes do saquinho de náilon.



**Figura 2** - Detalhe da sacola com mosquetão.



**Figura 3** - Sacolas de náilon com os saquinhos, após serem retiradas do rúmen.



**Figura 4** - Tanquinho utilizado para lavar os saquinhos de náilon.

As coletas de líquido ruminal foram feitas para determinação do pH e da concentração de nitrogênio amoniacal. Para isso, foi utilizada uma bomba de vácuo com uma haste de cobre perfurada de 1,2 m de comprimento, com diâmetro de 1,2 cm, acoplada à bomba de vácuo através de mangueira de silicone. Essa haste era introduzida no rúmen por meio da cânula, sendo coletados aproximadamente 500 mL de líquido ruminal. As coletas foram realizadas às T0 (8h), T2 (10h), T4 (12h), T8 (16), T12 (20h) e T16 (24h). A primeira coleta era feita antes do fornecimento da glicerina e da mistura múltipla.

Para produção de N-NH<sub>3</sub>, foram coletados 2 mL de líquido ruminal, acondicionados em frasco contendo 1 mL de ácido sulfúrico 1N (gelado) e congelados para posterior análise.

As medidas de pH foram feitas imediatamente após as coletas de líquido ruminal, utilizando medidor digital da marca pH Tec, a cada duas horas, a partir das 8h (antes da alimentação), durante 24 horas.

Para a contagem de protozoários, foram colhidas manualmente amostras de conteúdo ruminal, antes de fornecer a ração e a glicerina, no 19<sup>o</sup> e 20<sup>o</sup> dias do período experimental. Cada amostra consistia de 10 mL de conteúdo ruminal, acrescida de igual volume de solução de formaldeído (1:2 v/v). A identificação e contagem de protozoários ciliados no rúmen foram realizadas no Laboratório de Metabolismo Ruminal da Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos/USP – Pirassununga-SP, por microscopia óptica, conforme técnica descrita por Dehority (1993).

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias, comparadas pelo teste LSD a 5% de significância, por meio de programa estatístico computacional (STATSOFT, 2012).

### **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **3.1. Degradabilidade ruminal**

Na Tabela 2 e nas Figuras 5, 6 e 7 podem ser observados os valores de desaparecimentos médios de matéria seca (%), fibra em detergente neutro (%) e proteína bruta (%) do feno da *Brachiaria brizantha* em função dos tempos de incubação e dos níveis de glicerina bruta. Não houve diferenças significativas ( $P>0,05$ ) para as taxas de desaparecimento da MS, PB e FDN entre os tratamentos em quase todos os

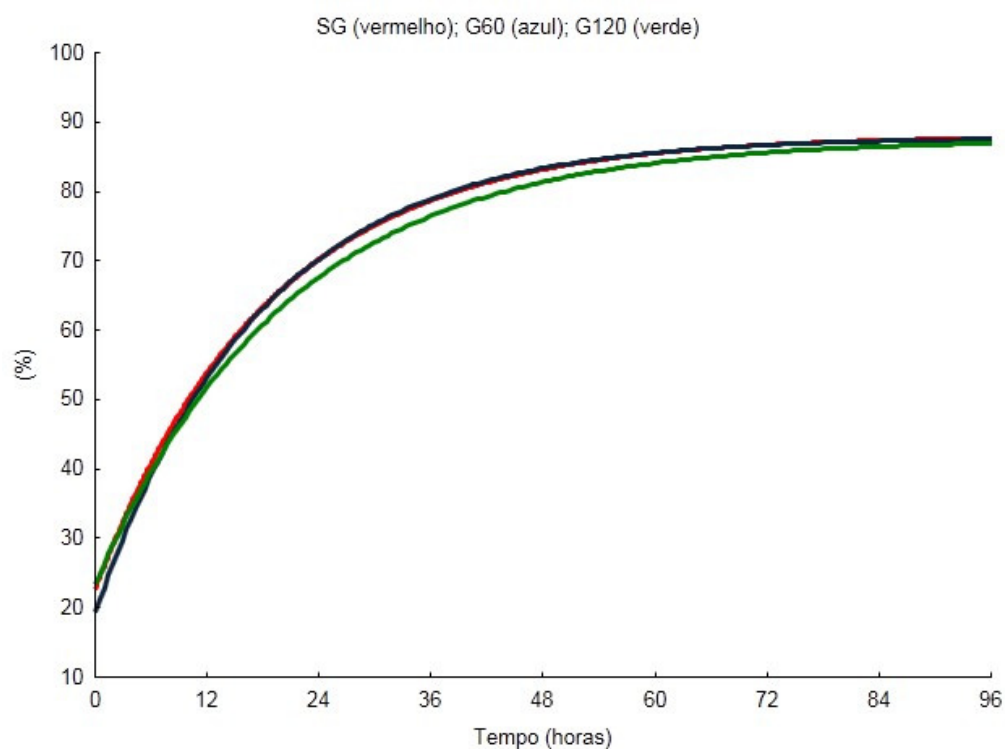
tempos avaliados, exceto para PB no tempo 6, em que o tratamento com GB60 diferiu ( $P<0,05$ ) em relação ao tratamento SGB.

**Tabela 2** - Desaparecimento médio da matéria seca, proteína bruta e fibra em detergente neutro (%), em função do tempo de incubação e dos níveis de glicerina bruta utilizado (SGB, GB60 e GB120)

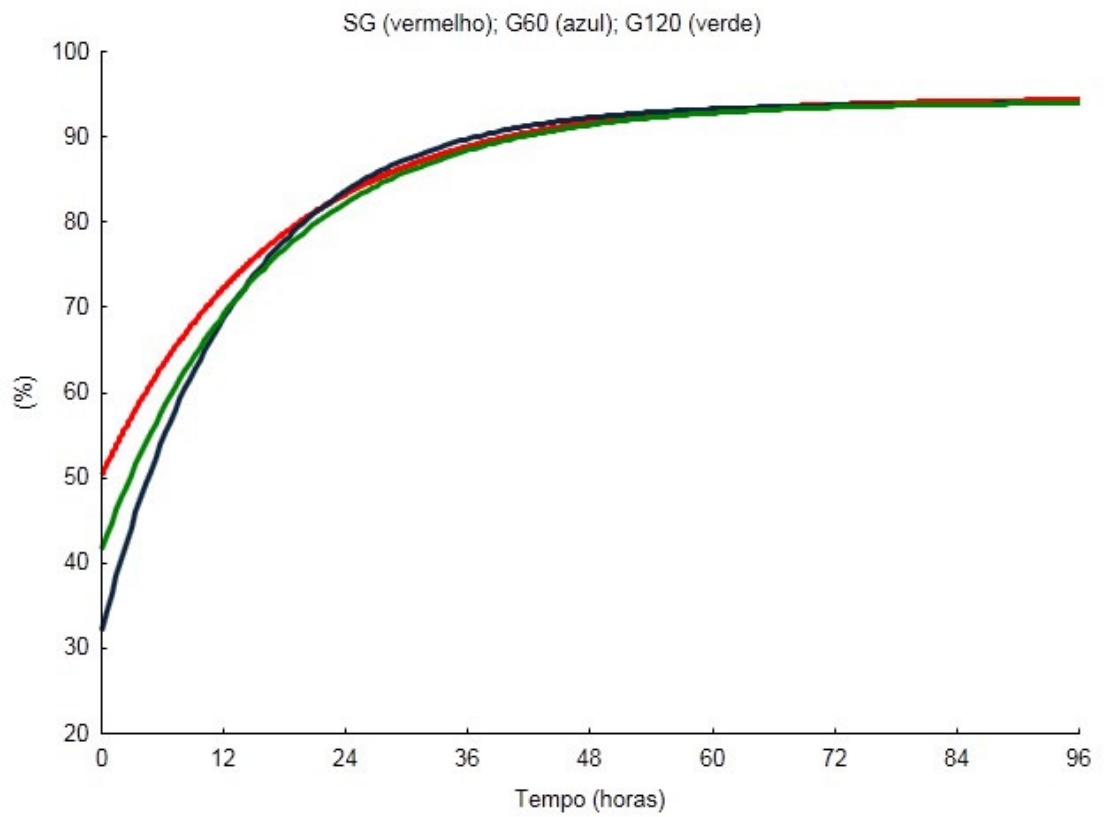
| Níveis                         | Tempo de Incubação no Rúmen (Horas) |                      |                    |                    |                    |                    |                    | EPM  |
|--------------------------------|-------------------------------------|----------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|--------------------|------|
|                                | Matéria Seca (%)                    |                      |                    |                    |                    |                    |                    |      |
|                                | 0                                   | 6                    | 12                 | 24                 | 48                 | 72                 | 96                 |      |
| SGB                            | 29,65 <sup>A</sup>                  | 41,91 <sup>B</sup>   | 51,14 <sup>C</sup> | 72,10 <sup>D</sup> | 82,89 <sup>E</sup> | 86,89 <sup>E</sup> | 87,26 <sup>E</sup> | 3,50 |
| GB60                           | 29,65 <sup>A</sup>                  | 39,62 <sup>B</sup>   | 52,00 <sup>C</sup> | 71,25 <sup>D</sup> | 83,31 <sup>E</sup> | 85,54 <sup>E</sup> | 88,08 <sup>E</sup> | 3,61 |
| GB120                          | 29,65 <sup>A</sup>                  | 40,23 <sup>B</sup>   | 50,23 <sup>C</sup> | 69,39 <sup>D</sup> | 80,13 <sup>E</sup> | 85,87 <sup>F</sup> | 87,22 <sup>F</sup> | 3,43 |
| Proteína Bruta (%)             |                                     |                      |                    |                    |                    |                    |                    |      |
| SGB                            | 40,56 <sup>A</sup>                  | 63,95 <sup>Ba</sup>  | 69,97 <sup>C</sup> | 84,81 <sup>D</sup> | 91,69 <sup>E</sup> | 94,15 <sup>E</sup> | 93,61 <sup>E</sup> | 3,00 |
| GB60                           | 40,56 <sup>A</sup>                  | 53,85 <sup>Bb</sup>  | 70,19 <sup>C</sup> | 82,56 <sup>D</sup> | 92,21 <sup>E</sup> | 93,54 <sup>E</sup> | 94,40 <sup>E</sup> | 3,17 |
| GB120                          | 40,56 <sup>A</sup>                  | 57,46 <sup>Bab</sup> | 70,14 <sup>C</sup> | 82,01 <sup>D</sup> | 90,40 <sup>E</sup> | 93,94 <sup>E</sup> | 94,37 <sup>E</sup> | 3,02 |
| Fibra em Detergente Neutro (%) |                                     |                      |                    |                    |                    |                    |                    |      |
| SGB                            | 6,26 <sup>A</sup>                   | 22,31 <sup>B</sup>   | 34,23 <sup>C</sup> | 62,36 <sup>D</sup> | 77,33 <sup>E</sup> | 82,73 <sup>E</sup> | 83,32 <sup>E</sup> | 4,65 |
| GB60                           | 6,26 <sup>A</sup>                   | 19,73 <sup>B</sup>   | 36,15 <sup>C</sup> | 61,65 <sup>D</sup> | 78,13 <sup>E</sup> | 81,26 <sup>E</sup> | 84,77 <sup>E</sup> | 4,73 |
| GB120                          | 6,26 <sup>A</sup>                   | 21,37 <sup>B</sup>   | 34,20 <sup>C</sup> | 59,29 <sup>D</sup> | 74,08 <sup>E</sup> | 81,62 <sup>F</sup> | 83,89 <sup>F</sup> | 4,59 |

Valores seguidos por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ( $P<0,05$ ).

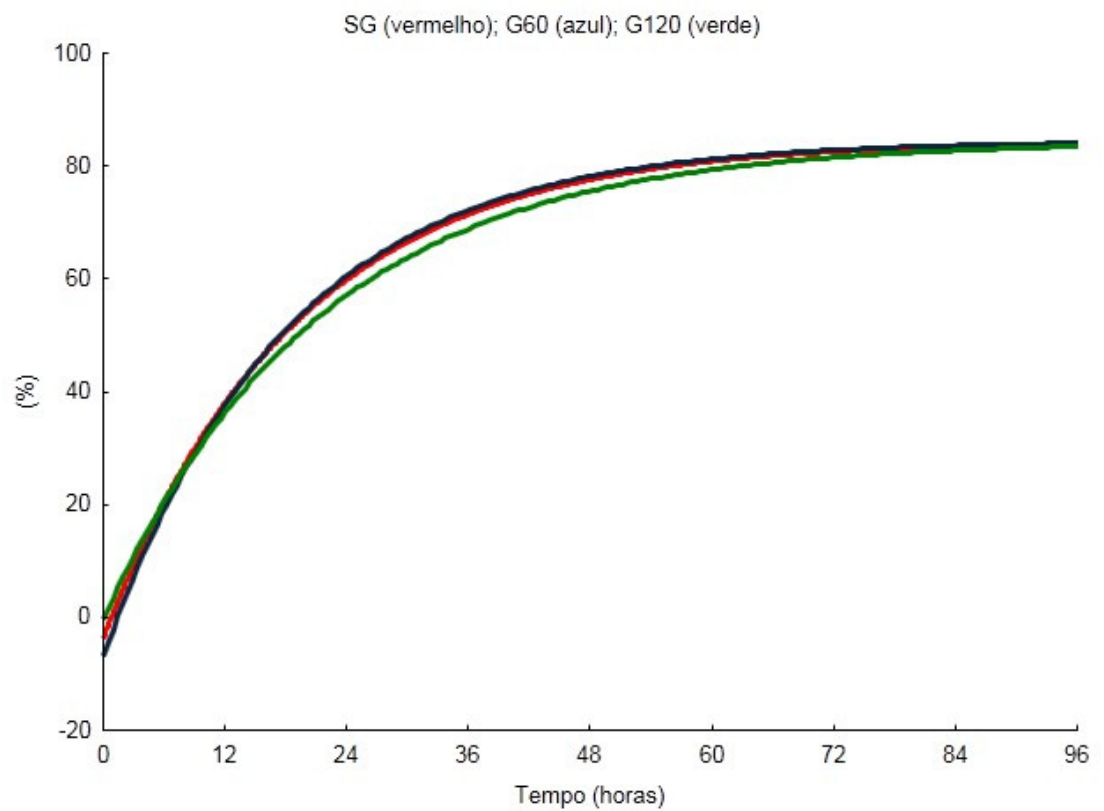
Valores seguidos por letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si ( $P<0,05$ ).



**Figura 5** - Curva de desaparecimento da matéria seca (%), nos tempos avaliados.



**Figura 6** - Curva de desaparecimento da proteína bruta (%), nos tempos avaliados.



**Figura 7** - Curva de desaparecimento da fibra em detergente neutro (%), nos tempos avaliados.

Farias (2011) trabalhou com 0,0; 2,8; 6,1; e 9% de glicerina bruta em relação à MS de dietas de novilhas mestiças criadas a pasto e não encontrou diferenças significativas ( $P>0,05$ ) nos coeficientes de digestibilidade da MS, PB e FDN da dieta.

Os valores encontrados no presente trabalho para desaparecimento da MS nos tempos de 6, 24 e 96 horas de incubação foram de 41,91, 72,10 e 87,26%, respectivamente, sendo esses dados superiores aos encontrados por Rodrigues et al. (2004), que foram de 24,89, 44,33 e 76,85%, respectivamente.

Pode-se observar que o tempo de estabilização (assintótica) para degradação da MS, PB e FDN para os tratamentos SBG e SB60 foi de 48 horas; já para o tratamento com SB120 a estabilização da degradação de MS e FDN deu-se com 72 horas, e para PB, com 48 horas.

O comportamento da curva de desaparecimento foi muito semelhante entre os tratamentos: inicialmente ocorreu rápido desaparecimento dos nutrientes avaliados; com 24 horas de incubação, em torno de 71, 83 e 61% da MS, PB e FDN, respectivamente, tinham desaparecido dos saquinhos; e a partir de 48 horas ocorreu inflexão da curva em todos os tratamentos.

Na tabela 3 podem ser observados os valores médios da cinética de degradação da MS, PB e FDN em função dos tratamentos, não sendo encontradas diferenças significativas ( $P>0,05$ ) em quase todos os parâmetros avaliados, exceto para DE da PB a 8% e 5% por hora entre os tratamentos SB e BG60 que diferiram ( $P<0,05$ ) entre si. Embora não tenha tido diferença significativa em quase todos os parâmetros avaliados, exceto DE da PB a 5% e 8% por hora, observa-se nos dados, uma tendência numérica maior para o tratamento testemunha em relação aos demais níveis de glicerina. Os valores médios entre a soma das médias dos tratamentos para DE da MS para taxa de passagem de 2% e 5%/h, 70,28% e 56,33% são diferentes dos encontrados por RODRIGUES et al (2004), que foram 51,4% e 36,82% respectivamente.

**Tabela 3** - Cinética da degradabilidade ruminal da matéria seca (%), proteína bruta (%) e fibra em detergente neutro (%) do feno de *Brachiaria brizanta* em bovinos suplementados com mistura múltipla com diferentes níveis de glicerina bruta (SGB, GB60 e GB120)

|                       | MS    |       |       | PB                 |                    |                     | FDN   |       |       |
|-----------------------|-------|-------|-------|--------------------|--------------------|---------------------|-------|-------|-------|
|                       | 0     | 60    | 120   | 0                  | 60                 | 120                 | 0     | 60    | 120   |
| a                     | 21,17 | 17,73 | 23,15 | 49,15              | 25,36              | 39,27               | -5,56 | -8,78 | -0,49 |
| b                     | 66,88 | 70,32 | 64,64 | 45,52              | 69,33              | 55,41               | 90,06 | 93,50 | 85,24 |
| c                     | 0,06  | 0,06  | 0,05  | 0,06               | 0,09               | 0,06                | 0,05  | 0,06  | 0,05  |
| A                     | 32,59 | 32,59 | 32,59 | 43,65              | 43,65              | 43,65               | 11,13 | 11,13 | 11,13 |
| B                     | 55,46 | 55,46 | 55,20 | 51,03              | 51,04              | 51,03               | 73,37 | 73,59 | 73,62 |
| A+B                   | 88,05 | 88,05 | 87,79 | 94,69              | 94,69              | 94,67               | 84,50 | 84,72 | 84,75 |
| DE 8% h <sup>-1</sup> | 48,57 | 47,50 | 47,63 | 68,69 <sup>a</sup> | 60,93 <sup>b</sup> | 64,17 <sup>ab</sup> | 30,93 | 30,30 | 31,06 |
| DE 5% h <sup>-1</sup> | 56,33 | 55,58 | 55,02 | 73,89 <sup>a</sup> | 68,51 <sup>b</sup> | 70,42 <sup>ab</sup> | 41,38 | 41,05 | 40,75 |
| DE 2% h <sup>-1</sup> | 70,28 | 69,90 | 68,88 | 83,05              | 80,68              | 81,21               | 60,25 | 60,21 | 59,15 |

\* a e b: constantes do modelo; c: taxa de degradação da fração B (h<sup>-1</sup>); A: fração prontamente solúvel (%); B: fração insolúvel potencialmente fermentável (%); A+B: degradabilidade potencial (%); t<sub>0</sub>: tempo de colonização (h); DE 0,08: degradabilidade efetiva (%) para taxa de escape do rúmen de 0,08 h<sup>-1</sup>; DE 0,05: degradabilidade efetiva (%) para taxa de escape do rúmen de 0,05 h<sup>-1</sup>; DE 0,02: degradabilidade efetiva (%) para taxa de escape do rúmen de 0,02 h<sup>-1</sup> (ØRSKOV McDONALD, 1979)

<sup>a, b, c</sup> médias seguidas por letras diferentes, nas linhas, diferem entre si (P<0,05).

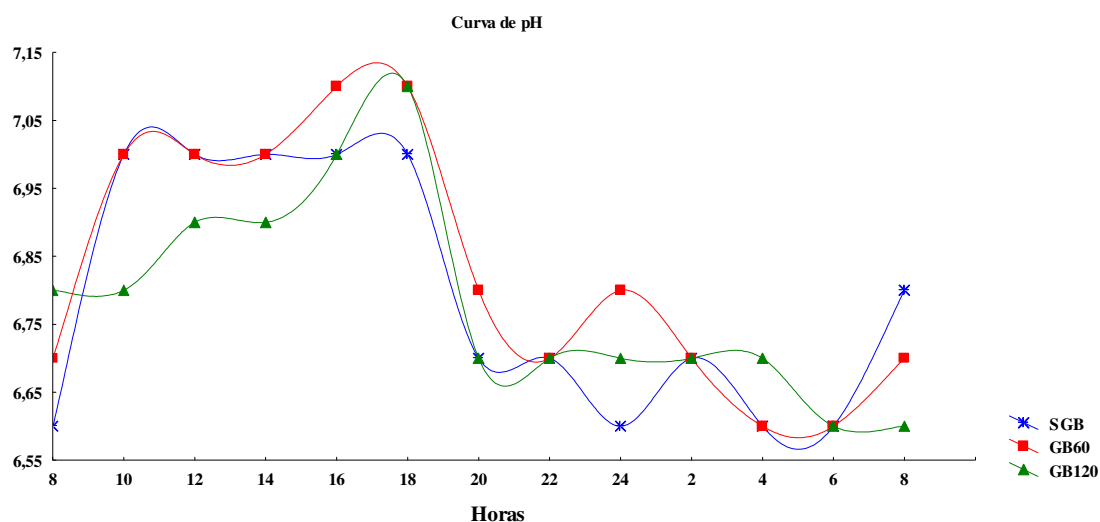
### 3.2. pH

A Tabela 4 e a Figura 8 apresentam os valores de pH em função do tempo de coleta e dos tratamentos, não sendo observadas diferenças significativas (P>0,05) entre eles.

A média geral do pH foi de 6,8. Esse valor está na faixa (6,5 a 6,8) de pH adequada para o desenvolvimento das bactérias fermentadoras de celulose (VAN SOEST, 1994), para a máxima otimização da digestão da fibra e crescimento das bactérias celulolíticas (ØRSKOV, 1982).

**Tabela 4** - Média e erro-padrão das médias dos valores de pH dos tratamentos (SGB, GB60 e GB120), no período de 24 horas

|       | pH (horas) |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     |     | EPM |       |
|-------|------------|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-------|
|       | 8          | 10  | 12  | 14  | 16  | 18  | 20  | 22  | 24  | 2   | 4   | 6   |     | 8     |
| SGB   | 6,6        | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 6,7 | 6,7 | 6,6 | 6,7 | 6,6 | 6,6 | 6,8 | 0,039 |
| GB60  | 6,7        | 7,0 | 7,0 | 7,0 | 7,1 | 7,1 | 6,8 | 6,7 | 6,8 | 6,7 | 6,6 | 6,6 | 6,7 | 0,034 |
| GB120 | 6,8        | 6,8 | 6,9 | 6,9 | 7,0 | 7,1 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,7 | 6,6 | 6,6 | 0,048 |



**Figura 8** - Curva de pH ruminal no período de 24 horas, para os tratamentos SGB, GB60 e GB120.

### 3.3. Nitrogênio amoniacal

Na Tabela 5 são apresentados os valores de N-NH<sub>3</sub> encontrados no experimento, Não houve interferência da quantidade de glicerina utilizada entre os tratamentos, exceto no tempo de 12 horas após a alimentação, em que o tratamento GB60 diferiu (P<0,05) dos tratamentos SGB e GB120.

**Tabela 5** - Concentrações de nitrogênio amoniacal (mg/dL) no líquido ruminal de bovinos de receberam diferentes níveis de glicerina bruta (SGB, GB60 e GB120)

| Tempo | SGB                 | GB60                | GB120                | Média              | *EPM |
|-------|---------------------|---------------------|----------------------|--------------------|------|
| 0     | 5,95 <sup>b</sup>   | 5,60 <sup>c</sup>   | 6,62 <sup>d</sup>    | 6,06 <sup>b</sup>  | 0,53 |
| 2     | 15,20 <sup>a</sup>  | 9,58 <sup>a</sup>   | 11,14 <sup>ab</sup>  | 11,98 <sup>a</sup> | 1,27 |
| 4     | 8,41 <sup>b</sup>   | 8,40 <sup>ab</sup>  | 8,88 <sup>bcd</sup>  | 8,56 <sup>cd</sup> | 0,42 |
| 8     | 8,58 <sup>b</sup>   | 8,53 <sup>ab</sup>  | 10,33 <sup>abc</sup> | 9,15 <sup>cd</sup> | 0,42 |
| 12    | 9,89 <sup>bAB</sup> | 8,62 <sup>abB</sup> | 11,94 <sup>aA</sup>  | 10,15 <sup>c</sup> | 0,52 |
| 16    | 7,12 <sup>b</sup>   | 7,31 <sup>c</sup>   | 8,10 <sup>cd</sup>   | 7,51 <sup>bd</sup> | 0,33 |
| Média | 9,19 <sup>AB</sup>  | 8,01 <sup>B</sup>   | 9,50 <sup>A</sup>    |                    |      |

\* Erro-padrão da média.

Valores médios com letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si (P<0,05).

Valores médios com letras maiúsculas diferentes, na mesma linha, diferem entre si (P<0,05).

Os valores de todas as observações e os valores médios de cada tratamento encontrados neste trabalho estão acima do valor mínimo para a atividade ruminal fermentativa de 5 mg/dL de líquido ruminal, considerado por Satter e Roffler (1979), não sendo limitante para o crescimento microbiano em nenhum dos tratamentos.

Van Soest (1994) sugere o nível de 10 mg de N-NH<sub>3</sub>/dL de líquido ruminal como ótimo. Entretanto, Mehrez et al. (1977) relatam que a máxima atividade fermentativa foi alcançada com nível entre 19 e 23 mg/dL de líquido ruminal.

Para a máxima atividade ruminal fermentativa, os valores de todas as observações do presente trabalho ficaram abaixo dos níveis recomendados por Mehrez et al. (1977) que é de 19 a 23 mg de N-NH<sub>3</sub>/dL de líquido ruminal, o que pode interferir de forma negativa na degradação da fibra.

O valor máximo de N-NH<sub>3</sub> foi obtido duas horas após o fornecimento da glicerina, sendo de 15,20, 9,58 e 11,14 respectivamente para os tratamentos de 0, 60 e 120 g de glicerina bruta.

Serrano (2011), trabalhando com níveis de 0, 3, 6, 9 e 12% de glicerina bruta na dieta de bovinos de corte, observou que a concentração de N-NH<sub>3</sub> diminuiu linearmente (P<0,05) com o aumento de glicerina bruta, provavelmente devido à presença do glicerol na dieta, que poderia ter provocado crescimento maior das populações de microrganismos do rúmen, principalmente os que degradam fibra, aumentando também o consumo de N-NH<sub>3</sub>.

Neste trabalho, apesar de estatisticamente não ter havendo diferença significativa, exceto no tempo de 12 horas, numericamente foi observada tendência de aumento na concentração de N-NH<sub>3</sub> com o aumento da inclusão de glicerina bruta na dieta.

### **3.4. População de protozoários ciliados**

Foram identificados seis gêneros de protozoários ciliados (Tabela 6) com o objetivo de avaliar os efeitos dos tratamentos sobre as populações de ciliados. Não foi observada diferença significativa (P>0,05) entre cada gênero nos três tratamentos, porém houve tendência de redução em cada um desses gêneros com a adição da glicerina.

Esse fato pode estar relacionado a um possível efeito tóxico provocado pela glicerina, pois a produzida no Brasil geralmente possui alto teor de ácidos graxos, o que

pode elevar o nível de extrato etéreo da dieta (LAGE et al., 2010), tornando o alimento prejudicial aos microrganismos ruminais, sobretudo para os protozoários (JENKINS, 1993). O aumento do extrato etéreo na dieta pode prejudicar a atividade dos microrganismos ciliados, principalmente os celulolíticos. De acordo com Lage et al. (2010), a adição de GB à alimentação pode promover redução na atividade celulolítica do rúmen.

**Tabela 6** - Concentração média da população de protozoários ciliados no rúmen ( $\times 10^4$ ) de bovinos suplementados com níveis diferentes de glicerina (SGB, GB60 e GB120 )

|                    | SGB               | GB60              | GB120             | Média |
|--------------------|-------------------|-------------------|-------------------|-------|
| <i>Entodinium</i>  | 40,56             | 37,91             | 23,2              | 33,89 |
| <i>Diplodinium</i> | 9,01              | 3,67              | 4,24              | 5,64  |
| <i>Epidinium</i>   | 1,41              | 0,00              | 0,43              | 0,61  |
| <i>Isotricha</i>   | 2,25              | 1,88              | 1,25              | 1,80  |
| <i>Dasytricha</i>  | 1,40              | 1,88              | 1,83              | 1,70  |
| <i>Charonina</i>   | 1,80 <sup>b</sup> | 0,05 <sup>b</sup> | 9,08 <sup>a</sup> | 3,64  |
| Total              | 56,44             | 45,39             | 40,03             |       |
| EPM                | 15,54             | 14,93             | 8,68              |       |

Valores seguidos por letras minúsculas diferentes, na mesma coluna, diferem entre si ( $P < 0,05$ ).

Para o gênero *Charonina* ocorreu diferença significativa entre o tratamento C em relação ao A e B, porém observa-se que, apesar de ter havido redução na população do tratamento A para o B, no tratamento C houve aumento significativo deste gênero, indicando possível adaptação à glicerina.

Já para o gênero *Epidinium*, não foi registrada sua presença no tratamento B, porém ele voltou a aparecer no tratamento C, indicando também possível adaptação ao aumento da glicerina na dieta.

### 3. CONCLUSÃO

A glicerina bruta não influenciou o metabolismo ruminal nos parâmetros avaliados, podendo ser incluída em dietas para bovinos de corte em que o principal alimento é a forragem.

## REFERÊNCIAS

- ABDALLA, A. L.; SILVA FILHO, J. C.; GODOI, A. R. Utilização de subprodutos da indústria de biodiesel na alimentação de ruminantes. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 260-258, 2008. (Suplemento Especial).
- DEHORITY, B. A. **Laboratory manual for classification and morphology of rumen ciliate protozoa**, Boca Raton, FL: CRC Press, 1993.
- DONKIN, S. S. Glicerol from biodiesel production: the new corn for dairy cattle. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 37, p. 280-286, 2008. (Suplemento Especial)
- EL-NOR, S. A.; ABUGHAZALEH, A. A.; POTU, R. B. et al. Effects of differing levels of glycerol on rumen fermentation and bacteria. **Animal Feed Science and Technology**, v. 162, p. 99-105, 2010.
- FARIAS, M. S. **Níveis de glicerina para novilhas mestiças criadas a pasto: desempenho animal e comportamento ingestivo**. 2011. 67 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá-PR, 2011.
- HUNTINGTON, J. D. O. The in situ technique for studying the rumen degradation of feeds: A review of the procedure. **Nutrition Abstracts and Reviews (Series B)**, v. 65, n. 2, p. 63-93, 1995.
- JENKINS, T. C. Lipid metabolism in the rumen. **Journal of Dairy Science**, v. 76, p. 3851-3863, 1993.
- KRUEGER, N. A.; ANDERSON, R. C.; TEDESCHI, L. O. et al. Evaluation of feeding glycerol on free fatty acid production and fermentation kinetics in vitro. **Bioresource Technology**, v. 101, p. 8469-8472, 2010.
- LAGE, J. F.; PAULINO, P. V. R.; VALADARES, S. C. Glicerina bruta na alimentação de cordeiros em confinamento e seus efeitos sobre o peso e rendimento de cortes comerciais da carcaça. **ABZ - ZOOTECA**, Águas de Lindóia-SP, maio 2009.
- LEE, S. Y.; LEE, S. M.; CHO, Y. B. et al. Glycerol as a feed supplement for ruminants: In vitro fermentation characteristics and methane production. **Animal Feed Science and Technology**, v. 166-167, p. 269-274, 2011.
- MEHREZ, A. Z.; ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. Rates of rumen fermentation in relation to ammonia concentration. **British Journal of Nutrition**, v. 38, p. 437-443, 1977.
- ØRSKOV, E. R. **Protein nutrition in ruminants**. London: Academic Press, 1982. 160 p.
- ØRSKOV, E. R.; McDONALD, I. The estimation of protein degradability in the rumen from incubation measurements weighted according to rate of passage. **J. Agric. Sci.**, v. 92, p. 499-503, 1979.

PEREIRA, L. G. R.; MAURICIO, R. M.; JUNIOR, R. G. Influência da glicerina bruta na cinética de fermentação ruminal in vitro. **SBZ**, Lavras-MG, julho 2008.

RODRIGUES, A. L. P.; SAMPAIO, I. B. M.; CARNEIRO, J. C.; TOMICH, T. R.; MARTINS, R. G. R. Degradabilidade in situ da matéria seca de forrageiras tropicais obtidas em diferentes épocas de corte. **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v. 56, n. 5, p. 658-664, 2004.

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

SATTER, L. D.; SLYTER, L. L. Effect of ammonia concentration on rumen microbial protein production in vitro. **British Journal of Nutrition**, v. 32, 1974, p. 199.

SERRANO, R. D. C. **Glicerina bruta e ureia de liberação lenta na alimentação de bovinos de corte**. 2011. 63 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Paraná, Maringá-PR, 2011.

SILVA, D. J.; QUEIROZ, A. C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. Viçosa: UFV, 2002. 235 p.

STATSOFT, I. **Statistica (data analysis software system)**. Version 11. 2012.

STORCK BIODIESEL. **Stork Biodiesel**. Disponível em: <[www.storckbiodiesel.com.br](http://www.storckbiodiesel.com.br)>. Acesso em: 9 set. 2011.

VAN SOEST, P. J. **Nutritional ecology of the ruminant**. 2.Ed. Cornell: Cornell University.

WANG, C.; LIU, Q.; YANG, W. Z. et al. Effects of glycerol on lactation performance, energy balance and metabolites in early lactation Holstein dairy cows. **Animal Feed Science and Technology**, v. 151, p. 12-20, 2009.

## **CONCLUSÕES GERAIS**

A glicerina bruta com 81,57% de glicerol pode substituir o milho em mistura múltipla em até 12% da matéria seca da mistura múltipla para bovinos de corte cujo principal alimento seja a pastagem, sem afetar o desempenho corporal dos animais. Ela pode ser fornecida para bovinos de corte em até 120 g por dia sem afetar o metabolismo ruminal dos parâmetros avaliados no presente experimento.